



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**EFFECTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL  
SOBRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL  
EJIDO DE SAN PEDRO Y SAN FELIPE CHICHILA,  
MUNICIPIO DE TAXCO DE ALARCÓN, GUERRERO**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER LA**

**ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS**

**P R E S E N T A:**

**LEC. ALAN GABRIEL GARCÍA PÉREZ**

**DIRECTOR DE TESINA:**

**DR. RAFAEL MONROY ORTÍZ  
MMRN. JULIO CESAR LARA MANRIQUE**

**Cuernavaca, Morelos**

**MAYO, 2021**

Cuernavaca, Morelos a 19 de noviembre de 2020

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESIS, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESIS QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE C. **ALAN GABRIEL GARCÍA PÉREZ**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 10034039, BAJO EL TÍTULO “EFECTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL SOBRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL EJIDO DE SAN PEDRO Y SAN FELIPE CHICHILA, MUNICIPIO DE TAXCO DE ALARCÓN, GUERRERO”, CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI **VOTO APROBATORIO**.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por Una Humanidad Culta*

MTRO. CÉSAR AUGUSTO GONZÁLEZ BAZÁN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**CESAR AUGUSTO GONZALEZ BAZAN | Fecha:2021-02-18 23:25:14 | Firmante**

xliSqL7qNs/9CoGVc+GkOuxRWKWSvRa7lGEflrr52XsQ/G4GLEysUYdG7SbbzrBn4U0TkEtk4PeGmUd/UezkNDsDPK9iQGk0Wm/e8l3094O5uOcxu3L+RGqDVI4p/obfPFpStEYdTHIQjHX2LDeEokp4CCZxaX4cof+6lYIAQPttxf9kJ0s9T+zp5t9KwC6zUD3ebJsN8x1dEWPnHPR6lk8fO5BXX+R3Mwt9YDGxBBzUwSx5Pu7lj2+IAAQB+7l8jL47VQdNo+U0Tv/Sqki9y40zNIFJ3ARm2pJ9mKB10z6njh0tcl9JPWSSpNUCbkWbBsyn6cJZlziZNK9nSqa18g==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



**KtCFSZ**

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/GyUFHaf5UZG0JikSsgkK2MJ7vqPctnW5>



Cuernavaca, Morelos a 19 de noviembre de 2020

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE C. **ALAN GABRIEL GARCÍA PÉREZ**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 10034039, BAJO EL TÍTULO “EFECTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL SOBRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL EJIDO DE SAN PEDRO Y SAN FELIPE CHICHILA, MUNICIPIO DE TAXCO DE ALARCÓN, GUERRERO”, CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI **VOTO APROBATORIO**.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por Una Humanidad Culta*

---

M. EN B. TANIA IVONNE GONZÁLEZ POPOCA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**TANIA IVONNE GONZALEZ POPOCA | Fecha:2021-04-25 22:59:02 | Firmante**

mE+8e6k2yhONi4MdJ2WPm0pUEkFMMQrcEeeg/+iC37QsY7gZvIFdMlchWZqyQ8u9tXGunu4HFQrFf+NjaoXNW9P0I5ez93GeDcoyxz0SZh3g1/duiHFWYPIxv/9u/Hb41PBgOq  
KP8EoWFjéjtlvKrkZo/u4lnS2mb2cGn5VCXDJO4EUgnCbSFaLt5lDJG7TD0Y0M9KRE2fRMIba8bPqB/QVeBJZkFtmyRDbsTc/6hlJUKL3oiPmj0+0+YbHYe2W3jacJglGqhpJvn/rIVl  
WnPs6DS0bNf/zLxPnzxndyzFuh84jJ5Glql2pxSriV2rYa9M2gBVYy1OBWx52MimE1A==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[ipz415](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/mP3OE4Fbl60X0GIF7nDGWouA1zTQ2VRm>



Cuernavaca, Morelos a 19 de noviembre de 2020

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESIS, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESIS QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE C. **ALAN GABRIEL GARCÍA PÉREZ**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 10034039, BAJO EL TÍTULO “EFECTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL SOBRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL EJIDO DE SAN PEDRO Y SAN FELIPE CHICHILA, MUNICIPIO DE TAXCO DE ALARCÓN, GUERRERO”, CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI **VOTO APROBATORIO**.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por Una Humanidad Culta*

---

DR. RAFAEL MONROY ORTIZ



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**RAFAEL MONROY ORTIZ** | Fecha:2021-02-08 23:35:28 | Firmante

iwjDnmkYvuEuCl8p97GwQRsghUyOrTVaiJ9JEUvJEK9yXMsIsv8ZgPKwCVT87VAd7vLkNpu5/kJ10NnaaJEhqqKKYG4M6xWcD5zT4L0quKDCJb/aT61BrXBYErD2KglIEZ0UGF  
QEed3rXYbyqx/rZB7JQJEE0bTv7+mS9sCKuATelnX691s04MtFZNknARdrAkJGuM/WN1LqetEKBw5/zNGrMBQSFjLoS16DJ21Z5nsw05LiQmtKNPO8F7HpFI9RiYIDPRLLYN1AK  
YcLLKf/Utr4UqjElw8SFJV3TsOrZt6WYWBKubKWK1qp1tx0zrR8SvMgiidD8zSnMvIrki7kSjxxg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



U4V6Si

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/hoE74Bd8iEeYPBXVEWmcJoiKROUkcWE2>



Cuernavaca, Morelos a 22 de abril de 2021

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE C. **ALAN GABRIEL GARCÍA PÉREZ**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10034039**, BAJO EL TÍTULO “**EFFECTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL SOBRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL EJIDO DE SAN PEDRO Y SAN FELIPE CHICHILA, MUNICIPIO DE TAXCO DE ALARCÓN, GUERRERO**”, CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI **VOTO APROBATORIO**.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por Una Humanidad Culta*

---

M. en I. Ariadna Zenil Rodríguez





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**ARIADNA ZENIL RODRIGUEZ | Fecha:2021-04-22 14:20:32 | Firmante**

FQ3FaJ8x4b5higWAMnXQBj/3BjQs1ocpwFLvUwMoyPyffOrctbftHs2H8DBJkpRoEABEDkTkKX1QbXUwojGmQTW9fJp1DxLIPKlwbkWS3iAiga4Z+ZnJ8gpJq8F5iyQGVzD1nVsBdkPZ2Xbb+oM8d/A/6kL3earG594MRtFhv+RQouKBuxEvj2ZLLJRMxIH5yypBqVvNKD3tYeDMZqtWphtttie+jnJCsgcCfl477mTR4EdNhSBpTUIE401SBQ/DYd5qjtmSvZ3QY2a3x+CcVqnnqIHbVso1hrphwXv4uFhv1FectQ+EgUOCwwMwmCSixJrAXAUqyOChH8C9uQQUgg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



**zQektF**

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/ERJrc3ZLxlfctciaKhGv7EkVlflLiU9x8M>



Cuernavaca, Morelos a 04 de mayo de 2021

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE C. **ALAN GABRIEL GARCÍA PÉREZ**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 10034039, BAJO EL TÍTULO “EFECTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL SOBRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL EJIDO DE SAN PEDRO Y SAN FELIPE CHICHILA, MUNICIPIO DE TAXCO DE ALARCÓN, GUERRERO”, CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI **VOTO APROBATORIO**.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por Una Humanidad Culta*

---

MTRA. BENEDICTA MACEDO ABARCA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**BENEDICTA MACEDO ABARCA** | Fecha:2021-05-04 10:56:41 | Firmante

ZJDO2+s/hlxvCiXyT6+w2fZ2gGLx0zcmdeiG9HpXbd42C4JWcZTphMeJP2Z7YgjOFcLTLUQUXCwIzslbe3ZSxzbXmPMRu2Tv6GCfnFKMOo/ytMBJ7eCYxaFL6APDNhldFCZA+UpUD7K8NJ25P/+kKmUhAVbXK3EFqGlufHMmYVg1x2ul7fXJ6atkOIV63WdZUoYysnRO/j7hOv7OBPOM2i7gnPTTGEtMch8AU1JiwugQiwHZRTkEwVW5jD7XYQoKAXM4cNBDWLRVo6nOQkWjb7PyPQZqxIbJCAeVJMzWYr6UH1yYW+bV4qw4FKq007DLeYQHAAIPzviDtvLmCHg1g==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



501oEc

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/AYIE1m7Gx6zLBhxi2vXEjc9t9fxQuZoG>



*“Eppur si muove”*

- *Galileo Galilei*

*“Es posible vivir sin poseer, pero no sin comer”*

- *Thomas Piketty*

*“La dificultad no estriba en las ideas nuevas, sino en escapar de las viejas”*

- *John Maynard Keynes*

## DEDICATORIA:

Este trabajo está dedicado a mis abuelos, Roberto García, Alberto Pérez y al pequeño Spike, que están en algún lugar en la infinitud del multiverso.

*“En mi mirada también brillan los ojos de mi abuela.  
En mi piel está transmitida la sabiduría de mi madre.  
Por mi vientre corre el agua de todas mis hermanas.  
Y en mis largos cabellos los poderes de los animales.  
Somos hechos de linajes eternos.  
De dualidades perfectas.  
De perfumes de miles de tulipanes  
De la miel que nos regalan las abejas  
Del maíz que sembraron mis abuelos  
Estamos hechos de tierra arada con cantos.  
Y de atardeceres pintados con magia.  
En cada parte de mi organismo habita la esencia de cada planta.  
Somos raíces y alas.  
Somos los frutos y los árboles.  
Las galaxias y sus constelaciones.  
Estamos hechos de sueños de próximas generaciones.  
Y también alguien nos está soñando a nosotros en este instante.  
En el cuerpo tengo presente todo el amor del universo.  
Y en mi corazón también palpita el corazón de la tierra madre”.*

- Lucrecia Astronauta

## **AGRADECIMIENTOS:**

Quiero agradecer en primer lugar al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca brindada para realizar mis estudios en la Especialidad en Gestión Integral de Residuos; del mismo modo agradezco a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos por abrirme sus puertas a nuevas perspectivas en el largo camino del conocimiento y la sabiduría.

Un agradecimiento muy especial al Dr. Rafael Monroy Ortiz, por avivar mi pasión por las Ciencias Sociales y el amor a mi profesión como economista.

Al Mtro. Julio Cesar Lara Manrique por su enseñanza y su amistad.

A mis padres Gabriel y Patricia, a mi hermana Alexa, a mis abuelas Irene y Bertha, que, desde pequeño, a través de su sacrificio, priorizaron mi formación académica, ustedes son mi principal motivación para salir adelante en cada reto al que me enfrenta la vida, solo puedo expresarles mis infinitas gracias.

A mi familia política: a la señora Norma, por su apoyo incondicional, a la señora Mari, a Javier, a Jesús, Reyna, a Rosario y a mi cuñada Karen por abrirme las puertas de su corazón. Un agradecimiento especial a Don Javier Flores, que a pesar del breve tiempo que lo pude tratar, el aprecio siempre fue mutuo.

A mis compañeros de la EGIR, por su amistad.

A los Compañeros del Cubo: Rodrigo, Giovanni, Celia, Elena, Alma, Jesús y a quienes se me escapan muchas gracias por su amistad y sus reflexiones.

A los Hermanos González: Cesar y Luis, por su aprecio y por la mutua amistad.

A mis amigos del alma: Moisés y Víctor, por las risas, por su apoyo incondicional y el entusiasmo que, desde hace 17 años, imprimen en mi.

A mi Karla, por tu amor incondicional, por ser mi impulso y mi soporte, en las buenas y en las malas; por tu alegría y tus locuras, no se si me alcance la vida para agradecértelo, gracias por todo amor, por ti hoy soy feliz. ¡Te amo!

## RESUMEN

El régimen de propiedad del sistema económico capitalista ha garantizado que el 1% de la población, concentre, extraiga y transforme los recursos naturales disponibles con la finalidad de obtener ganancias a costa de alterar el equilibrio de las condiciones naturales del planeta. Los combustibles fósiles destacan dentro del mercado como una parte vital del desarrollo económico y del sector energético en ambos sectores hemisféricos, como componentes del circuito del capital. En un marco ambiental, estos se han caracterizado por ser uno de los principales potenciadores del Calentamiento Global y del Cambio Climático, intensificado sus efectos a causa de los procesos de extracción, transformación y uso de dichos recursos. Sin embargo, bajo la lógica estructural de la desigualdad, la distribución de combustible no permite el abastecimiento de los grupos sociales vulnerables, ocasionando el aprovechamiento de recursos forestales como un medio de respuesta a sus necesidades energéticas. Por tanto, el Carbón Vegetal suple la demanda fuentes renovables de energía en las comunidades rurales, aunque en su elaboración se emiten GEI en una proporción menor al de la energía fósil. En este estudio se estiman los residuos gaseosos generados en la elaboración de carbón vegetal en los Ejidos de San Pedro y San Felipe Chichila, pertenecientes al municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero; con base en la cual se plantea una estrategia local de mitigación de las emisiones de GEI, la cual incluye criterios de regulación, aprovechamiento económico, tecnológico y de responsabilidad social que permitan en el corto plazo desarrollar una política pública en materia ambiental. De tal modo que los alcances de la trampa desigualitaria, en que subsisten las comunidades rurales con respecto al poder de mercado de los combustibles fósiles, sean mitigados.

**PALABRAS CLAVE:** energía fósil, emisión contaminante, carbón vegetal, calentamiento global

## **ABSTRACT**

The property regime of the capitalist economic system has guaranteed that 1% of the population, to focus, extract and transform the natural resources available in order to obtain profit at the expense of changing the balance of the planet's natural conditions. The fossil fuels stand out in the market as a vital part of the economic and energetic industry development in both hemispheric sectors, as components of the capital circuit.

In an environmental framework, they have been characterized as one of the main drivers of Global Warming and Climate Change, intensifying the effects of the extraction, transformation and use of these resources. However, under the structural logic of inequality, fuel distribution does not allow the supply of vulnerable social groups, causing the use of forest resources as a means to meet their energy requirements.

Therefore, charcoal supplies the demand for renewable energy sources in rural communities, although its production emits GHGs in a lower proportion than fossil energy. This study estimates the gaseous waste generated in the production of charcoal in the Ejidos de San Pedro and San Felipe Chichila, belonging to the municipality of Taxco de Alarcón, Guerrero; based on which a local strategy for mitigating GHG emissions is proposed, which includes criteria for regulation, economic and technological use and social responsibility that will make it possible to develop a public policy on environmental issues in the short term. In such a way that the scope of the inequality trap in which rural communities subsist with respect to the market power of fossil fuels, be mitigated.

**KEY WORDS:** fossil energy, polluting emission, charcoal, global warmin



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
1.1 El capitalismo determinante de la crisis ambiental en la generación de energía.....	8
1.2 Energía Fósil.....	10
1.2.1 Recursos Forestales .....	12
1.3 Carbón Vegetal.....	13
1.4 Producción mundial de Carbón Vegetal.....	14
1.4.1 Tipos de hornos para la elaboración de carbón vegetal .....	15
<b>CAPITULO II. EVIDENCIA.....</b>	<b>18</b>
2.1 Escenario en México.....	18
2.2 Producción de carbón vegetal en México .....	20
2.3 Emisiones contaminantes o residuos gaseosos .....	23
<b>CAPITULO III. PROPUESTA A IMPLEMENTAR .....</b>	<b>25</b>
3.1 Diseño de la investigación .....	25
3.2 Materiales y métodos.....	25
3.3 Delimitación del área de estudio.....	26
<b>CAPÍTULO IV. PRINCIPALES HALLAZGOS .....</b>	<b>30</b>
4.1 Técnicas de elaboración y usos de carbón vegetal en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila .....	30
4.2 Análisis de la producción .....	30
4.2.1 Descripción del proceso de producción de carbón vegetal .....	30
4.3 Resultados estimados de la Producción de Carbón Vegetal en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila .....	32

4.4 Volumen de carbón vegetal por árbol en pie en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila .....	33
4.5 Estimación de las Emisiones de GEI en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila .....	34
4.6 Cálculo de los Costos Ambientales .....	35
4.7 Esquema de estrategia local de mitigación de emisiones a la atmosfera en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila .....	36
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>42</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Estados de la República Mexicana con el mayor número de hogares sin acceso a la energía eléctrica (Elaboración propia CESOP 2018). .....	18
<b>Figura 2:</b> Producción de energía primaria en México, 2017 (Elaboración propia SENER, 2018).....	19
<b>Figura 3:</b> Productos del aprovechamiento de la madera en México (Elaboración propia SEMARNAT, 2017). .....	20
<b>Figura 4:</b> Valor de las importaciones y exportaciones de carbón vegetal en México 2014 – 2018. (Elaboración propia FAO 2020). .....	22
<b>Figura 5:</b> Diagrama de la metodología a implementar (Elaboración propia). .....	25
<b>Figura 6:</b> Regulación y su aplicación para promover la energía sostenible de la madera (Elaboración propia GIZ 2015). .....	37
<b>Figura 7:</b> Suministro de un productor de carbón vegetal con la misma cantidad de materia prima utilizando hornos tradicionales o mejorados (Recuperado GIZ 2015). .....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción de carbón vegetal en México 2014- 2018 (Elaboración propia. FAO, 2020).....	21
Tabla 2: Valor de la producción de carbón vegetal en México 2014 – 2018. (Elaboración Propia FAO 2020). .....	22
Tabla 3: Comunidades en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila (Elaboración Propia, INEGI 2020). .....	29
Tabla 4: Equivalencias de madera y carbón vegetal (Elaboración propia FAO 1983; Gutiérrez et.al. 2013).....	32
Tabla 5: Factores de emisión en gramos de contaminante por kilogramo de carbón vegetal (Elaboración propia. FAO. 2017; Masera et.al. 2010).....	34

## INTRODUCCIÓN

El deterioro y transformación de las condiciones del planeta tienen como consecuencia desequilibrios ambientales y pérdida de especies, derivado de la forma en que el ser humano aprovecha los recursos naturales, ejerciendo cierta presión sobre ellos con la finalidad de cubrir sus necesidades.

En la actualidad, el sector energético es uno de los más importantes para el desarrollo económico en el mundo, aun cuando su generación demanda la extracción y uso irracional de combustibles fósiles, principales responsables de la alteración de las condiciones naturales del planeta. Sin embargo, para países subdesarrollados, el acceso diferenciado a este servicio ha colocado al uso de energías renovables como una alternativa para satisfacer dicha necesidad.

En este sentido, se estima que en países desarrollados, las energías renovables sustituirán el uso de combustibles fósiles para los próximos 30 años, cubriendo más del 30% del consumo mundial de energía (SGM, 2017). Este tipo de energías se enfocan en el aprovechamiento de los recursos naturales tales como agua, viento, sol y biomasa forestal, teniendo como objetivo energías limpias que minimicen el impacto ambiental a causa de su generación y uso.

En el caso de la biomasa forestal existe una contradicción que no se puede ignorar y es que, a pesar de ser considerada una energía renovable, su uso ha generado múltiples implicaciones ambientales como resultado de su proceso de carbonización. Para el caso del carbón vegetal por ejemplo, la inadecuada infraestructura, la nula regulación en su operación, y la intensificación en su uso, han agudizado los problemas relacionados con el calentamiento global y el cambio climático, debido a la liberación de gases efecto invernadero (GEI), material particulado entre otros compuestos que contribuyen de manera acuciante al incremento en la concentración de emisiones contaminantes.

En el mundo 2.4 Gt (Giga toneladas) de CO<sub>2</sub>e, son liberadas durante el proceso de producción y uso de carbón vegetal a causa de medidas de control insuficientes y la laxitud de los marcos regulatorios en materia ambiental.

En México, las condiciones de producción y uso de carbón vegetal han quedado rezagadas en la ambigüedad interpretativa de la legislación ambiental vigente, complejizando la regulación de dicho proceso en función de minimizar las externalidades a causas de sus efectos. Se estima que, a nivel Nacional se producen 106,000 toneladas de carbón vegetal al año, sin un registro de las emisiones ligadas a dicha producción. En este sentido, el estado de Guerrero no se encuentra excluido de dicha dinámica, debido a que cerca del 27% de la población total del municipio recurre al aprovechamiento de los recursos naturales como un medio de subsistencia o de acceso a algún servicio.

En el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, perteneciente al Municipio de Taxco de Alarcón Guerrero, la producción de carbón vegetal es una de las actividades económicas más representativas para la localidad, seguido por la agricultura, la cría de animales, la elaboración de artesanías y otros tipos de aprovechamiento forestal. De hecho, la producción de carbón vegetal está en manos de 24 productores, el 1.49% de la población total del ejido.

En este sentido, el método de parvas para la fabricación de carbón vegetal predomina en el ejido, por su rustico montaje mantiene la emisión constante de Gases de Efecto Invernadero y material particulado al ambiente; debido a que no cuenta con ninguna medida preventiva ni regulatoria, genera constantes conflictos socio ambientales y afectaciones a la salud pública por la aspiración del humo que emiten los hornos de carbón vegetal y que es respirado por los habitantes de las comunidades que se localizan en el ejido.

Se estima que en los países subdesarrollados la emisión de residuos gaseosos, mediante procesos como el de la quema de combustibles sólidos dentro de los hogares, representa la muerte prematura de 4 millones de niños y adultos al año, debido a que desarrollaron algún tipo de enfermedad respiratoria, cardiopatía o cáncer (OMS, 2014).

El presente estudio, pretende proponer una estrategia orientada a la disminución de los efectos de la contaminación atmosférica generados por el proceso productivo del carbón vegetal. Dicha estrategia permitirá sentar las bases para el desarrollo o

modificación de la política pública, en materia ambiental; la cual regulará a dicha actividad productiva con base en sus particularidades.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Hasta 2016, la huella de carbono representó cerca del 60% de la huella ecológica total, esto como resultado de actividades industriales, económicas y sociales que hacen parte de la vida cotidiana del ser humano (Arguedas, 2016). Se estima que cerca de una cuarta parte de CO<sub>2</sub> presente en la atmósfera es producto de la actividad humana, resultado de la deforestación y la quema de combustibles fósiles, con un aumento de 100 partes por millón entre la etapa preindustrial y contemporánea (Sachs, 2008).

En este sentido, en 2017 la estimación total de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) por la producción anual de carbón vegetal en el mundo fue de entre 1 y 2.4 Gt (giga toneladas), representando entre 2% y el 7% de emisiones derivadas de la actividad humana (FAO,2017), resultado de la ejecución e impugnación de procesos productivos, los cuales han deteriorado, expuesto y han vulnerado el entorno natural en el ejercicio del poder y la transformación que el ser humano ejerce sobre el (INECC, 2018). En 2015, datos proporcionados por el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero en México mostraron que se emitieron cerca de 683 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) de gases efecto invernadero (GEI).

La generación de energía eléctrica a nivel mundial requiere de la implementación del 76% de combustibles fósiles (IRENA, 2018). Mientras que en México se emiten, para el mismo fin, 126,607.66 Gg de CO<sub>2</sub>e, que representan 19% de las emisiones de GEI derivadas del uso de combustibles fósiles (INECC,2018). Por lo anterior, recurrir a fuentes renovables es indispensable para transitar a un estadio de menor emisión de gases contaminantes a la atmosfera, siendo una alternativa la generación de energía a través del uso de biomasa forestal. Actualmente 5.2% de la energía eléctrica del país provino de una fuente dendroenergética (SENER, 2018), siendo el Carbón vegetal el material más relevante en la obtención de energía. En la República Mexicana, la producción de carbón vegetal representa

ganancias por \$330,700,044.00 pesos; en términos del aprovechamiento legal representa 534,918 m<sup>3</sup>r de madera (SEMARNAT, 2020), localizada principalmente en Tamaulipas, Sonora, Guanajuato, Estado de México y Durango. Para el caso particular del estado de Guerrero, la producción de carbón a base del uso de madera representa 7,001 m<sup>3</sup>r, con un índice de crecimiento constante considerando que para un segmento de la población dicha práctica representa una actividad económica importante, y para otros representa el acceso a la energía y calefacción para sus hogares.

El ejido de San Pedro y San Felipe Chichila perteneciente al Municipio de Taxco de Alarcón Guerrero, es un conjunto de 12 comunidades, que desarrollan actividades como la cría de animales, la agricultura, la elaboración de artesanías, destacando sobre estas el aprovechamiento de recursos forestales como materia prima para la elaboración de diversos productos como el carbón vegetal. El proceso de producción se encuentra a cargo de 24 productores de la región los cuales recurren al método de elaboración de carbón vegetal mediante parvas, construidas a base del conocimiento empírico adquirido generacionalmente. En este sentido, el residuo o producto que deriva del proceso de carbonización de materia orgánica o biomasa en un medio controlado (uso de hornos), no contempla las posibles repercusiones ambientales y de salud pública por la liberación indiscriminada de GEI a la atmósfera, demandando el uso de tecnologías en su proceso de producción las cuales permitan controlar dichas emisiones. Se prevé que durante el procedimiento se emiten concentraciones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO y C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> (Díaz *et al.* 2019) además de material particulado.

En este contexto resulta necesaria una estrategia emergente que sienta las bases para una futura política pública en materia ambiental, la cual aborde las particularidades diferenciadas en comparación con la Industria y por tanto en los volúmenes de producción, permitiendo el desarrollo de dicha actividad bajo criterios regulados de aprovechamiento económico y responsabilidad hacia los limitados recursos forestales.



## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cómo contribuyen las prácticas de elaboración de carbón vegetal en el incremento en la contaminación atmosférica en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero?

## **HIPÓTESIS**

En el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero; los métodos utilizados para la elaboración de carbón vegetal no cuentan con un control de emisiones y al no estar regulado dentro de la legislación, la liberación indiscriminada de GEI es una consecuencia de dicho proceso.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Plantear las bases estratégicas que permitan controlar las emisiones de GEI a causa del uso de hornos tradicionales en la elaboración de carbón vegetal en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar la producción, técnicas de elaboración y uso del carbón vegetal en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero.
- Inferir las emisiones a la atmosfera por la producción de carbón vegetal en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero.
- Calcular el costo ambiental que dicha actividad genera en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero.

## ANTECEDENTES

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO, 2017), la producción de carbón vegetal es uno de los indicadores que contribuyen acusadamente en el fenómeno del cambio climático, esto a consecuencia de los impactos que genera la liberación de residuos gaseosos en la atmósfera. África es un ejemplo donde la práctica de dicha actividad destaca como una fuente de emisión de gases efecto invernadero, sin embargo, se ha considerado que a través de la ecologización y la aplicación de métodos sustentables en la cadena de valor de dicho material, se pueden plantear estrategias para mejorar los medios de vida locales, al mismo tiempo que se controlan y minimizan las emisiones liberadas a la atmosfera. (FAO, 2016). En otros documentos<sup>1</sup> se explora la posibilidad de usar y aplicar tecnología mediante procesos de pirolisis para la elaboración de carbón vegetal; esto a partir del aprovechamiento de madera, la briquetización de residuos agrícolas y sólidos urbanos, con la finalidad de proponer una alternativa encaminada a la gestión y manejo integral de los residuos, minimizando impactos atmosféricos por la emisión de gases de efecto invernadero y material particulado a causa de la disposición de residuos en sitios no controlados que afectan a la salud humana.

Por su parte, Fernández (2012), plantea el estudio de los impactos de la producción clandestina de carbón vegetal sobre los patrones espaciales de degradación ambiental en la cuenca de Cuitzeo, Michoacán, determinando a través del mapeo de la cuenca de Cuitzeo, la reducción de la cubierta forestal relacionada a la actividad clandestina de la producción de carbón vegetal de encino, particularmente en los sitios que son elegidos con mayor regularidad por los pobladores de dicha cuenca.

Alid Olivares Ramírez en el año 2011 centra su investigación en la descripción de los métodos artesanales existentes y los empleados en las comunidades de Agua Escondida, Cajones y San Juan Tenería, pertenecientes al municipio de Taxco de

---

<sup>1</sup> “Char fuel production in developing countries – A review of urban biowaste carbonization”

Alarcón, Guerrero, determinando las especies forestales explotadas en dicha región e intentando evidenciar los impactos ambientales por la práctica de dicha actividad.

## CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

### **1.1 El capitalismo determinante de la crisis ambiental en la generación de energía**

El capitalismo, como sistema económico tiene la particularidad de percibir al entorno natural como un bien de apropiación, absoluto y necesario para la acumulación de ganancias. Sin embargo, los recursos son limitados, y el ambiente un sistema cerrado, con una capacidad menor de recuperación dada la exigencia del ámbito económico. En este sentido, la aceleración de fenómenos tecnológicos, la industrialización, la explosión demográfica, los cambios de uso de suelo y el crecimiento de las zonas urbanas que determinan la oferta de bienes y servicios así como el consumo de mercancías (Harvey, 2020), han evidenciado la contradicción que existe entre la acumulación de capital y el equilibrio ecológico, agudizando las condiciones actuales del planeta (Dussel, 2014), imposibilitando la capacidad de resiliencia del mismo (Díaz, 2012).

Si bien para el capitalismo son esenciales la mano de obra, el suelo, el capital y la tecnología, los recursos naturales también son un factor de producción necesario para su funcionamiento, lo cual justifica que, en los últimos años, a través de la economía de libre mercado se haya intensificado una exacerbada mercantilización, consumo y captación de renta de la naturaleza con fines de acumulación de capital, trayendo como consecuencia la actual crisis ambiental.

Para un sistema como el capitalismo, dicha condición de inestabilidad ha sido una oportunidad para la aceleración en los procesos extractivos y productivos en todos sus niveles (Harvey, 2007), permitiendo el aumento de ganancias para unos pocos a costa de no poder garantizar la subsistencia de la vida en el planeta; dando sentido al Darwinismo económico, fundamentado en la evolución natural del mismo sistema y la adaptación de unos cuantos (los que prosperan), sin considerar las implicaciones a causa de su configuración, siendo la desigualdad uno de los indicadores más representativos (Stiglitz, 2012). En esta lógica, el 99% de la población mundial representa al sector inadaptado del sistema capitalista, mientras que en el 1% se concentra la riqueza económica y el poder político. De esta manera, el sector más favorecido ha logrado que las regulaciones y las políticas más estrictas se vuelven obsoletas en manos de una minoría (Stiglitz, 2015), lo cual en

términos generales les ha brindado el acceso ilimitado a los recursos naturales a largo plazo.

Debido a ello en el hemisferio Sur, se observan patrones urbanos singulares, como el posicionamiento de multinacionales, las cuales a través de la privatización de diversos recursos naturales, espacios y sectores, ha ejercido su poder monopólico garantizando la apropiación del territorio (Harvey, 2007). Son los países centrales o desarrollados, los principales inversionistas en los países periféricos o sub desarrollados, ricos en recursos naturales pero faltos en su gestión a causa de la nulidad de un acuerdo social (Castells, 1974), facilitando a los procesos industriales de dichos capitales extranjeros dar origen de los mayores daños al ambiente y por consiguiente a la salud pública de los habitantes de esas naciones. A pesar de que la presión Internacional exige a las naciones subdesarrolladas aplicar protocolos más estrictos de regulación (con marcos legales limitados a los intereses de los poseedores de capitales) para el control de las emisiones atmosféricas, en los países centrales o más avanzados se mantienen un ritmo de emisión descomunal sin ninguna medida de contención y de sanción (Dussel, 2014).

Actualmente, el sector energético se posiciona como la actividad central para el circuito global del capital, debido a que genera una concentración de mercado de trabajo y de consumo (Vázquez, 2017), permitiendo la circulación de mercancías, así como su elaboración misma. Entre los recursos necesarios para la operación del circuito global del capital se encuentra la energía, como eje central en el desarrollo de diversas actividades productivas; pero en el contexto ambiental, su consumo representa uno de los determinantes del cambio climático. Se estima, por ejemplo, que cerca del 70% de la energía tiene como fuente para su generación el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural), la cual provoca la liberación de cerca de dos tercios del total de CO<sub>2</sub> en el mundo, y de 110 millones de toneladas de metano al año (UN, 2019); esto se traduce en cerca del 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero a escala global (Mariscotti *et al.* 2014).

## 1.2 Energía Fósil

Se estima que, en el mundo, los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) son los recursos más demandados, debido a que son considerados la principal fuente de generación y suministro de energía eléctrica (IPCC, 2019), determinando el aumento de 9,000 millones de toneladas de materia prima extraída entre 1970 y 2017, logrando además satisfacer la demanda de sectores industriales como el automotriz, la petroquímica y la farmacéutica (IRP, 2019).

Los combustibles fósiles representan el 80% de la energía primaria<sup>2</sup> en el mundo, (UN, 2019), pero la distribución y el acceso a la electricidad se encuentra restringido para países subdesarrollados, estimando que cerca del 13% de la población mundial vive sin electricidad, debido a la desigualdad en la transición progresiva del suministro energético en comparación con los países desarrollados (UN, 2019), en términos económicos, los países subdesarrollados o periféricos representan para el mercado una baja tasa de rendimiento de capital, lo que justifica el encarecimiento de infraestructura (Piketty, 2015). El sector energético estima que para 2040, la disponibilidad de combustibles fósiles seguirá cubriendo el 70% del consumo mundial de energía (SGM, 2017).

Sin embargo, a pesar de la importancia de los combustibles fósiles en el desarrollo económico en el mundo, la extracción de esta materia prima representa la pérdida del 90% de la biodiversidad, factor asociado directamente al cambio climático, ocasionando una crisis ambiental por las próximas tres décadas (IRP, 2019); caracterizada por el aumento de emisiones de CO<sub>2</sub>, las cuales se encuentran relacionadas en un 43% a la quema de carbón fósil (Driessen, 2013) el cual alimenta al sistema energético y que a su vez es responsable de dos tercios de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) (UN, 2020), haciendo del consumo de estos recursos el mayor catalizador de la actual crisis ambiental (IPCC, 2019).

---

<sup>2</sup> Se entiende por energía primaria a todo tipo de energía disponible en la naturaleza antes de su transformación.

Se prevé que en los últimos 800,000 años las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera jamás superaron las 300ppm (partes por millón), pero en el siglo XVIII durante la Revolución Industrial, la demanda y extracción de recursos naturales se incrementaron a una tasa de tiempo menor, en donde las concentraciones de CO<sub>2</sub> han alcanzado las 411 ppm (NOAA, 2020), 48% más que en la etapa preindustrial (Sachs, 2008) implicando una de las mayores externalidades negativas, el calentamiento global.

En economías como China, Estados Unidos, La Unión Europea, India, las emisiones durante 2015 se estimaron en 27, 358,892 Kilo toneladas de CO<sub>2</sub>e, mientras que, en economías subdesarrolladas como México, Sudáfrica, Argentina y Brasil, las emisiones se acercaron a las 2,966,259 Kilo toneladas de CO<sub>2</sub>e, una décima parte de lo que liberan los países desarrollados (Parlamento Europeo, 2015). Este escenario, demuestra el por qué en el último siglo, la sensibilidad climática<sup>3</sup> va en aumento, según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), representa una condición para limitar que esa variabilidad supere los 2°C con respecto a los niveles preindustriales y alcanzar las 450 ppm, debido a que si esto pasara, representaría un estadio irreversible en las condiciones del planeta (UN, 2020). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el 25% de las muertes y enfermedades en el mundo guardan relación con los efectos del cambio climático y cerca de 7 millones de muertes prematuras se atribuyen a la contaminación atmosférica (AFP, 2019).

En este sentido la postura del IPCC mantiene que las emisiones de CO<sub>2</sub> podrían disminuir en un rango de entre 55% y 98%, si se empleara la biomasa forestal en la generación de energía (PRONADEN, 2018), además de que aplicar un cambio en las políticas económicas mundiales en materia energética, representaría una oportunidad para alcanzar la transición entre el uso de energías renovables y no

---

<sup>3</sup> Para calcular la sensibilidad climática se requiere del registro climático, el cual es remontado a miles de años a partir de la fecha de estudio, a las mediciones isotópicas de muestras de hielo, formaciones rocosas, otros restos geológicos y la utilización de modelos informáticos para predecir la dimensión del efecto invernadero en el sistema climático de la tierra (Sachs, 2008).

renovables, buscando las condiciones que permitan la reducción de las emisiones a un 0% en los próximos 30 años (Harvey, 2020).

Partiendo del supuesto anterior, para el año 2050 el uso de combustibles fósiles con fines energéticos tendrá una caída del 83.33%; en contraste con el crecimiento del 14.30% referido al empleo de bioenergía para la generación eléctrica (IRENA, 2018), previendo un aumento progresivo del 3% anual en el uso de energías renovables (IEA, 2019).

### **1.2.1 Recursos Forestales**

La interacción del hombre con la naturaleza se ha manifestado de forma explícita a través de las huellas como una consecuencia de las formas de aprovechamiento de los recursos naturales en favor del desarrollo, siendo el entorno natural un medio inherente sometido a transformaciones de distinta índole, que responden a una multitud de requerimientos y necesidades humanas por atender, en esta lógica, los recursos naturales se perciben como el soporte de todas las actividades humanas. De hecho, datos proporcionados por las Naciones Unidas, estiman que la actividad humana ha representado por ejemplo la pérdida de cerca de 13 millones de hectáreas de bosque al año (UN, 2017).

En este contexto, se determina que existe una correlación entre la pobreza y la degradación ambiental<sup>4</sup> (Stiglitz, 2002), justificando que el aprovechamiento de los recursos forestales en las zonas rurales de países subdesarrollados representa el 20% de sus ingresos netos<sup>5</sup>, beneficiado a más de 40 millones de personas (FAO, 2017).

La energía eléctrica para países subdesarrollados, por ejemplo, es un servicio restringido como se ha mencionado anteriormente, razón por la cual los recursos forestales representan una oportunidad para la obtención y suministro de dicho servicio (Banco Mundial, 2018) así como un medio de cocción de alimentos y calefacción en los hogares, satisfaciendo las necesidades de 2,400 millones de personas aproximadamente (FAO, 2017). En 2015, del consumo total de energía

---

<sup>4</sup> Dicho fenómeno es conocido en el mundo de la economía como: “trampa de pobreza”.

<sup>5</sup> Los ingresos netos de comunidades rurales se obtienen a partir del aprovechamiento clandestino y del sector informal.



en el mundo, 17.5% provino de fuentes renovables, del cual 7.9% correspondió al uso de biomasa forestal como la leña y el carbón vegetal (Banco Mundial, 2018).

### 1.3 Carbón Vegetal

El aprovechamiento y uso de biomasa forestal con fines energéticos constituye cerca del 40% de la energía proveniente de fuentes renovables (FAO, 2018), siendo la leña y el carbón vegetal los subproductos<sup>6</sup> más importantes para la generación de energía eléctrica (FAO, 2017). Se estima que el 50% de la madera que se extrae de los bosques a nivel mundial<sup>7</sup> es utilizada para la elaboración de carbón vegetal, estimando que se requieren de 4 - 6 toneladas de madera para la obtención de una tonelada de carbón vegetal (Arnold, *et.al*; 2006) lo cual equivale a 1.86 billones de m<sup>3</sup> (FAO, 2018).

Concebir a la producción de carbón vegetal como la principal responsable de la tala de los bosques a nivel mundial resulta equivocado, pues son otro tipo de actividades las que están estrechamente ligadas a la deforestación, pudiendo ser la expansión de las ciudades, los cambios de uso de suelo para cultivo y ganado, la actividad minera y el uso de la madera con otros fines distintos a los dendroenergéticos<sup>8</sup> (Bailis, 2009).

En este sentido, al residuo sólido que resulta de la quema de biomasa forestal<sup>9</sup> se le conoce como carbón vegetal, el cual se obtiene mediante la descomposición o carbonización de madera en ausencia de oxígeno, por medio de un proceso pirolítico que alcance temperaturas superiores a los 300°C (C.R. Lohri *et al.* 2016), dando como resultado un residuo. A pesar de que el carbón vegetal y la leña son subproductos de la biomasa forestal, estos se diferencian a partir de su poder calorífico<sup>10</sup>, que en términos generales representa la energía almacenada, siendo el carbón vegetal dos veces superior a la leña. Entre sus características se

---

<sup>6</sup> Son aquellos residuos resultado de toda aquella actividad forestal o de la industria maderera.

<sup>7</sup> De la madera extraída de los bosques a nivel mundial, 33% es obtenida en forma de leña y 17% se transforma en carbón vegetal.

<sup>8</sup> La dendroenergía es aquella energía que se obtiene a partir de la madera y sus derivados como la leña y el carbón vegetal.

<sup>9</sup> Se entiende por biomasa forestal a la materia orgánica disponible en un ecosistema forestal.

<sup>10</sup> El poder calorífico del carbón vegetal es igual a 30 MJ/Kg.

encuentra que es un material inerte, ligero, resistente a las condiciones climáticas, que requiere poco espacio y asequible en comparación con los combustibles fósiles (FAO, 1983), dichas características derivan esencialmente de conocer el proceso de elaboración del carbón vegetal como producto final, el cual comprende las siguientes etapas: El primer paso para la obtención de carbón vegetal consiste en la selección de la madera para posteriormente someterla a un proceso de carbonización, es durante el proceso que se obtienen tres tipos de productos, los sólidos y líquidos, los condensables (licor piroleñoso) y productos no condensables<sup>11</sup> (Díaz, *et. al*, 2019). Someter el proceso de carbonización a bajas temperaturas permite tener un rendimiento óptimo de carbón vegetal, sin embargo, el producto será de una calidad inferior, lo que significa que para obtener un producto de calidad como el que se requiere en la industria metalúrgica, la temperatura debe ser superior a los 500°C; permitiendo una fijación de carbono promedio del 75% (Díaz, *et.al*; 2019).

#### **1.4 Producción mundial de Carbón Vegetal**

Tanto la elaboración de carbón vegetal como el incremento en su consumo son los responsables de que en la atmósfera se acumulen entre 1 y 2.4 Gt (Giga toneladas) de CO<sub>2</sub>e, lo que representa entre el 2% y el 7% de las emisiones antropogénicas mundiales (FAO, 2017). A pesar de las implicaciones ambientales, dicho material logra cubrir parte de las necesidades industriales del sector metalúrgico, energético y comercial (FAO, 2016), sin embargo, se considera que los países subdesarrollados, por ejemplo, son los principales consumidores de carbón vegetal en el mundo, con un promedio 150 kg de carbón por persona (FAO, 2016). En este sentido, la producción mundial de carbón vegetal durante el año 2018 se aproximó a las 53 millones de toneladas (FAO, 2017), lo que representa en promedio un incremento anual del 3% entre 2014 y 2018<sup>12</sup>, en donde factores como la demanda,

---

<sup>11</sup> Dentro de los productos sólidos se encuentra el carbón, en los líquidos el alquitrán, en los condensables agua, metanol, ácido acético y entre los no condensables se encuentra el Dióxido de carbono, Monóxido de carbono, Metano y Óxido nitroso (GEI).

<sup>12</sup> Entre 2014 y 2017 la producción de carbón vegetal se contrajo a causa de factores como las variaciones en el mercado, barreras arancelarias y caída del precio.

la apertura comercial a nuevos mercados y la transición hacia fuentes renovables han sido determinantes en su comportamiento (FAO, 2020).

En la actualidad, la región africana representa el 62.1% de la producción mundial de carbón de madera seguido por América Latina con 19.6%<sup>13</sup> (FAO, 2017). Sin embargo, a pesar del posicionamiento por región, Brasil encabeza el principal país productor en el mundo aportando el 12% de la producción mundial (FAO, 2019), en donde el 80% de la producción bruta del país, se destina a la industria metalúrgica (ONU, 2017). Se estima que en América Latina y el Caribe se producen 9 millones de toneladas de carbón vegetal, considerando que el 7% de las necesidades regionales son cubiertas a través de los recursos forestales (ONU, 2017).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el volumen de las importaciones entre 2014 y 2018 a nivel mundial mantuvo una media productiva de 2,641,634 toneladas de carbón vegetal; mientras que las exportaciones de carbón vegetal fueron de 2,482,447 toneladas en promedio (véase anexo 1), en este sentido, se puede deducir que en las principales regiones productoras de carbón vegetal resulta necesario el abastecimiento del mercado interno, lo cual determina que el índice de importación sea mayor que al de exportación, en un lógica comercial, el excedente importado representa el suministro de carbón vegetal al sector industrial.

Considerando que la divisa referencial en el mercado internacional es el dólar, el valor en miles de dólares de las exportaciones de carbón vegetal fue de USD\$1, 348,038 mientras que para las importaciones el valor se estimó en USD\$1, 435,311 (FAO, 2020), lo cual en términos económicos significó un déficit en la balanza comercial<sup>14</sup> (véase anexo 2).

#### **1.4.1 Tipos de hornos para la elaboración de carbón vegetal**

Los métodos tradicionales empleados en la producción de carbón vegetal, resultan prácticos generalmente en países subdesarrollados, debido a que no se requiere de

---

<sup>13</sup> La región Africana produce el 62% del carbón vegetal en el mundo, 19.6% América Latina, 17% Asia, 1.2% Europa y 0.1% Oceanía.

<sup>14</sup> Cuando se habla de déficit comercial, se refiere a la diferencia entre lo que se vende al exterior (exportación) y lo que se adquiere (importación), si las importaciones son mayores a las exportaciones representa un endeudamiento para los países.

una inversión alta de capital y su construcción puede ser cualquier lugar cercano a una zona forestal (FAO, 1983), sin embargo, el uso deliberado de estos métodos los han convertido en insostenibles, debido a la falta de regulaciones y la insuficiencia de las subregulaciones que logren el control de los residuos gaseosos que se emiten a la atmósfera durante el proceso de elaboración de carbón vegetal, destacando la liberación de Monóxido de carbono<sup>15</sup> como resultado de los productos de combustión incompleta (PIC) y de GEI (Mwampamba, *et.al*; 2013). De acuerdo, con el IPCC, es durante la fase gaseosa de la elaboración de carbón vegetal cuando se liberan mayores concentraciones de GEI a la atmósfera (INECC, 2007), además de que entre un 20% y 60% de las partículas suspendidas (TSP) se deben a la pérdida de biomasa dentro de un horno; por lo tanto, la implementación de tecnológica resulta crucial para reducir los impactos negativos en el ambiente (C.R. Lohri *et al.* 2016) y a la salud pública. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en los países subdesarrollados mueren cerca de 4.3 millones de personas por enfermedades respiratorias asociadas a las emisiones liberadas en el uso y producción de carbón vegetal (Banco Mundial, 2019).

Existen seis tipos de hornos para la elaboración de carbón vegetal<sup>16</sup>, desde los tradicionales, semi industriales e industriales, diferenciados por el nivel de sofisticación, tecnología, método de utilización, así como de la calidad y rendimiento del producto final (véase anexo 3). El posicionamiento de los hornos en el mercado está determinado por el nivel de ingreso de cada país y por el segmento al que vaya dirigido (C.R. Lohri *et al.* 2016).

Los hornos industriales son considerados los más eficientes, ya que el producto obtenido es mayor y de mejor calidad (FAO 1983) debido a una mayor fijación de carbono, además de que, gracias a la tecnología aplicada, los procesos son más amigables con el ambiente, ya que los gases volátiles se queman, las emisiones a causa de su proceso se reducen en un 70% (véase anexo 3) (FAO, 2017). En

---

<sup>15</sup> El monóxido de carbono pertenece a los gases de efecto invernadero de tipo indirecto, el cual causa efectos locales antes de llegar a la atmósfera. La exposición a dicho gas puede causar envenenamiento.

<sup>16</sup> Los tipos de hornos para la elaboración de carbón vegetal son los siguientes: fosa de tierra, montículo de tierra (parvas), casamance, brasileño (ladrillo), missouri (metálico) y de tipo industrial (retorta)

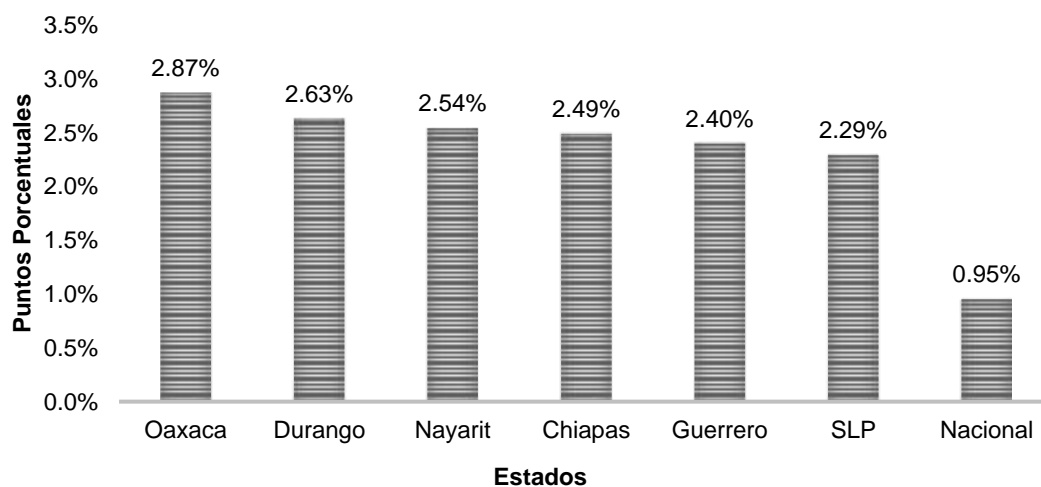
América latina y el Caribe por ejemplo, durante 2010 se emitieron cerca de 371 millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub>, de las cuales 74 millones de toneladas refieren al uso y producción de carbón vegetal, considerando que en la región los hornos más utilizados son los tradicionales (FAO, 2017).

## CAPITULO II. EVIDENCIA

### 2.1 Escenario en México

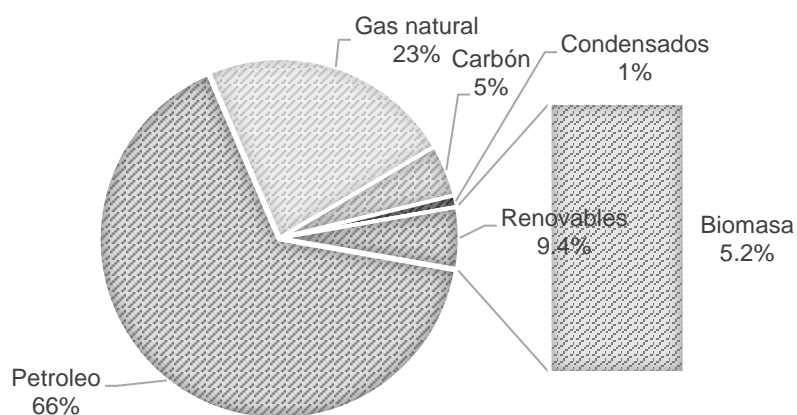
Para la región de América Latina y el Caribe, el acceso a la energía eléctrica presenta serias dificultades a causa de la limitada infraestructura y la volatilidad en los precios de los combustibles fósiles, que justifican los altos costos que representa el servicio de electricidad. En México particularmente, la extracción de combustibles fósiles opera con la dinámica del mercado mundial, por tanto, al ser un país dependiente de petróleo su acceso a los hidrocarburos ha determinado las actividades económicas que se desarrollan en el país, entre las que destaca el sector energético; que en términos económicos representa cerca del 6.7% del PIB nacional (Riojas & Ortega, 2019). Se estima que durante 2017, la producción de energía primaria en el país requirió de 7027.22 petajoules; significando la aplicación de 88% de combustibles fósiles, en donde el petróleo representó 62% del valor total, el gas natural 21.6% y el carbón fósil 4.4% (SENER, 2018).

México no se encuentra exento a enfrentar las dificultades que representa tener acceso a la energía eléctrica, implicando que cerca del 0.95% de los hogares carezca de acceso a la electricidad, siendo los estados de Oaxaca y Durango los más afectados (Figura 1) (CESOP, 2018)



**Figura 1.** Estados de la República Mexicana con el mayor número de hogares sin acceso a la energía eléctrica (Elaboración propia CESOP 2018).

Se estima que los costos energéticos en México para un ciudadano promedio representan el 26% de su ingreso total (INEGI, 2018), considerando que en estados como Chiapas, Oaxaca y Guerrero el 20% de la población vive en situación de pobreza extrema (Expansión, 2019), el acceso a la electricidad resulta ser un servicio limitado, debido a que el ingreso es destinado principalmente a satisfacer necesidades básicas como la alimentación. En el estado de Guerrero, por ejemplo, 21,484 hogares carecen de acceso a la energía eléctrica y el ingreso promedio en hogares de escasos recursos es de \$ 20,576.00 al año (INEGI, 2018), razón por la cual la demanda de combustibles derivados de la biomasa forestal representa un medio para satisfacer la necesidad energética. En México, las energías renovables constituyen el 9.4% de la energía primaria, de lo cual 5.2% tiene que ver con el uso de Biomasa (Figura 2) (SENER, 2018).



**Figura 2.** Producción de energía primaria en México, 2017 (Elaboración propia SENER, 2018).

La transición hacia el uso de fuentes de energías renovables en la generación de electricidad representa un reto importante para México, debido a que el panorama del sector energético se mantiene polarizado por la extracción irracional de petróleo y la inversión que representa en el crecimiento económico del país, sin embargo se han planteado objetivos<sup>17</sup> que promueven el abastecimiento de las necesidades

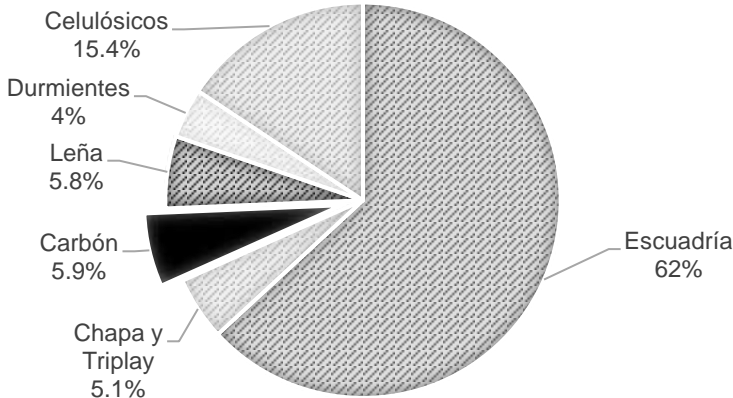
<sup>17</sup> La Ley General para el Cambio Climático plantea como uno de sus objetivos el abastecimiento de las necesidades energéticas del 35% de la población en México, a partir del uso de fuentes de energía renovable.

energéticas a partir del uso de fuentes renovables, considerando el uso de biomasa como un recurso con un alto potencial de aprovechamiento (Expo biomasa, 2020).

### 2.2 Producción de carbón vegetal en México

Dentro de la diversidad de recursos naturales con los que cuenta México, los recursos forestales resaltan por su importancia al considerarse la materia prima que permite satisfacer la demanda dendroenergética en el país, esto a través del uso de biomasa forestal (leña, carbón o residuos agrícolas) como combustible sólido para la producción de calor o generación de electricidad, además de reconocer las aportaciones que representan en las estrategias de mitigación contra los efectos del cambio climático y su contribución en el desarrollo sustentable del país.

El país cuenta con una superficie forestal de 138 millones de hectáreas, las cuales son explotadas por el sector forestal a través del aprovechamiento y transformación de las especies maderables y no maderables (Zamora, 2016), abonando al crecimiento económico el 0.24% del PIB nacional (SEMARNAT, 2017). Entre los productos más representativos derivados de la madera se encuentra la escuadría y los celulósicos para la obtención de papel (Figura 3).



**Figura 3.** Productos del aprovechamiento de la madera en México (Elaboración propia SEMARNAT, 2017).

De la producción total de madera, 5.9% se destinó a la elaboración de carbón vegetal, lo que equivale a que 534,918 m<sup>3</sup>r (Tabla 1), siendo Tamaulipas, Sonora, Guanajuato, el Estado de México y Durango los principales productores



(SEMARNAT, 2017). Entre las especies susceptibles de aprovechamiento destacan las Latifoliadas<sup>18</sup> como el encino *Quercus Spp* (CONAFOR, 2013); regulado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que en su artículo 91, Sección Sexta; establece los criterios legales para la transformación de las materias primas forestales, su transporte y almacenamiento (LGDFS,2018).

**Tabla 1.** Producción de carbón vegetal en México 2014- 2018 (Elaboración propia. FAO, 2020).

<b>Año</b>	<b>Producción (t)</b>
<b>2014</b>	90,000
<b>2015</b>	91,000
<b>2016</b>	100,000
<b>2017</b>	106,000
<b>2018</b>	106,000

En el periodo 2014 - 2018, la oferta de carbón vegetal en México se incrementó 18%, en donde factores como su uso cada vez mayor y el potencial de exportación han influido de manera directa. En 2018 México reporto la exportación de 94,783 toneladas de carbón vegetal y solamente fue requerida la importación de 1,874 toneladas, en este sentido, la balanza comercial del sector del carbón vegetal presentó un comportamiento positivo o superávit<sup>19</sup> de USD\$ 35,608, lo que significa que el país es capaz de satisfacer en su totalidad el mercado interno y mantenerse activo en la dinámica macroeconómica (Tabla 2) (FAO, 2020).

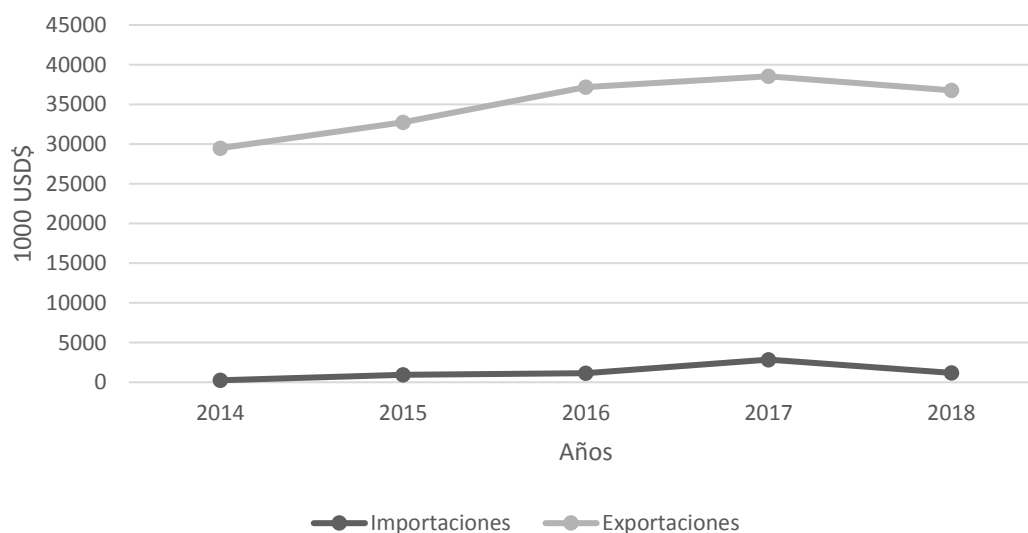
<sup>18</sup> Se ubican en las zonas tropicales y subtropicales, poseen maderas duras, oscuras y pesadas. Dentro de esta categoría se encuentra el roble, raulí, coihue, lenga, castaño el encino o el álamo.

<sup>19</sup> Superávit es cuando los productos que se venden a mercados internacionales (exportación), superan los productos que se adquieren (importaciones), generando una diferencia positiva.

**Tabla 2.** Valor de la producción de carbón vegetal en México 2014 – 2018. (Elaboración Propia FAO 2020).

Año	Toneladas de Carbón Vegetal		Valor de la Producción de Carbón Vegetal	
	Importaciones (M)	Exportaciones (X)	Importaciones (M) 1000 USD\$	Exportaciones (X) 1000 USD\$
<b>2014</b>	607	88991	250	29,496
<b>2015</b>	1188	92583	947	32,740
<b>2016</b>	1644	97626	1,148	37,197
<b>2017</b>	5105	96339	2,854	38,542
<b>2018</b>	1874	94783	1,183	36,791

Es importante mencionar que el volumen de importaciones del país, refiere a que dependiendo de la tecnología aplicada en los procesos de elaboración de carbón vegetal se determinará la calidad y rendimiento del producto, provocando una variabilidad en sus características las cuales pueden satisfacer las necesidades de un sector en específico (Figura 4).



**Figura 4.** Valor de las importaciones y exportaciones de carbón vegetal en México 2014 – 2018. (Elaboración propia FAO 2020).

Entre los mayores consumidores locales de carbón vegetal se encuentra Nuevo León, Jalisco, Puebla y la Ciudad de México (Fernández, 2012), previendo que cada metro cúbico de carbón vegetal se vende en aproximadamente \$450.00 pesos. Por

lo tanto, el valor de la producción de carbón vegetal a nivel nacional fue por \$330,700,044.00 pesos (SEMARNAT, 2017).

### **2.3 Emisiones contaminantes o residuos gaseosos**

Conocer la conceptualización de los residuos gaseosos y emisiones permite establecer la relación entre estos contaminantes. Los residuos por sus características físicas químicas pueden estar en cualquier estado de la materia: sólido, líquido o gaseoso, mientras que la emisión<sup>20</sup> es el resultado procedente de fuentes naturales y antropogénicas (UCI, 2020), liberando a la atmósfera materias, sustancias y GEI, siendo uno de los principales detonantes del calentamiento global y cambio climático (SEMARNAT, 2019). Las elevadas concentraciones de dichas emisiones contaminantes han provocado daños a la salud humana, la vegetación, causando severas consecuencias en la agricultura y la silvicultura.

Cada país del planeta cuenta con un marco legal específico en materia de residuos, donde establecen una definición oficial que varía dependiendo de la percepción, identificación y conceptualización con que se le aborde. En México, es a través de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), donde se puede conocer la definición de residuo, su clasificación y las estrategias para su gestión y manejo, por ejemplo, en ella se establece que un residuo puede ser gaseoso, siempre y cuando se encuentre contenido en un recipiente (LGPGIR, 2018), a diferencia de lo que establece la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados de España, la cual reconoce a las emisiones atmosféricas como residuos de tipo gaseoso, siendo indispensable para la eficacia de la gestión y tratamiento de dichos residuos, la remisión a la ley 34/2007 que refiere las estrategias para la mejora de la calidad del aire y la protección de la atmósfera (BOE,2016). En este sentido, se puede discernir que las grietas que existen dentro

---

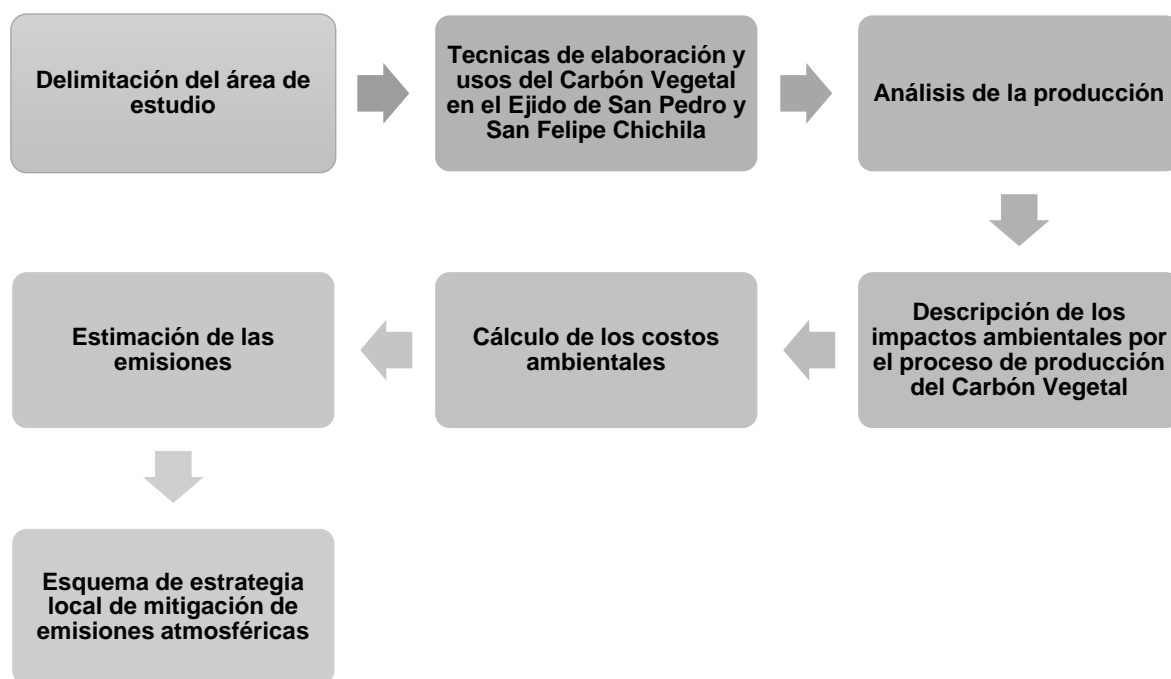
<sup>20</sup> Los contaminantes que se liberan a la atmósfera se dividen en tres grupos según su fuente de emisión: de fuentes móviles (transporte) se libera dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub>, monóxido de carbono CO, hidrocarburos HC. De fuentes fijas (industria, hogares, agricultura y vertederos) se libera dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, dióxido de azufre SO<sub>2</sub>, óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub>, Hidrocarburos HC, partículas de hollín, metales pesados, clorofluorocarbonos CFC y metano CH<sub>4</sub>. De la producción de energía, los contaminantes más representativos son el dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, dióxido de azufre SO<sub>2</sub> y partículas de hollín.

de la LGPGIR generan completa ambigüedad y confusión, debido a que muchos residuos de acuerdo a sus características no han sido clasificados o no aparecen dentro de la Ley, lo cual provoca que las estrategias de gestión y manejo otorgadas a cada tipo de residuo puedan ser aplicadas equivocadamente, propiciando una subregulación de la Ley así como un rompimiento entre los vínculos de la Legislación con otras Leyes del campo ecológico, agudizando los problemas socio ambientales. Debido a la debilidad de los instrumentos legislativos en materia de residuos, que limitan la regulación y el control de las emisiones hoy México es el tercer país más contaminado de América Latina (Salgado, 2019).

## CAPITULO III. PROPUESTA A IMPLEMENTAR

### 3.1 Diseño de la investigación

La estrategia metodológica para implementar es la que se presenta en el siguiente diagrama:



**Figura 5.** Diagrama de la metodología a implementar (Elaboración propia).

### 3.2 Materiales y métodos

Para el desarrollo de la presente investigación, fue necesario determinar el área de estudio, mediante la consulta de fuentes institucionales, académicas y el uso del sistema de información geográfica ArcGIS.

Una vez delimitada el área de estudio se realizó un análisis de la producción de Carbón Vegetal en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila. Posteriormente se aplicó la metodología de Gutiérrez *et. al* 2013, para obtener el volumen de carbón vegetal por árbol en pie y a partir de esto conocer la cantidad de árboles talados para la producción de carbón vegetal en dicho ejido. Una vez que se pudo conocer el impacto ambiental se procedió a realizar una aproximación de las emisiones de residuos gaseosos a la atmosfera basados en factores proporcionados por la

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2017) y en la metodología de Masera *et.al.* 2010, y de esta manera obtener las emisiones netas en Giga toneladas de CO<sub>2</sub>e en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila. Finalmente se estableció un esquema de estrategia local para la mitigación de las emisiones contaminantes a la atmosfera que se generan en el caso de estudio, esto a través de proponer una regulación diferenciada entre fuentes potenciales de emisiones (industria) y los productores locales.

### 3.3 Delimitación del área de estudio

México se ha caracterizado por ser uno de los países con mayores riquezas naturales y culturales en el mundo, integrándose dentro de los tres países mega diversos, concentrando el 12% de la biodiversidad mundial y el 70% de la diversidad de especies (Biodiversidad mexicana, 2020). Dicha condición, a pesar de ser favorable ha sido materializada, lo que representa la destrucción de hábitats naturales, la desaparición de especies y altos índices de contaminación a causa de procesos económicos e industriales. De hecho, Guerrero ocupa el cuarto lugar entre los estados con más biodiversidad dentro del país (Botello, *et. al.*, 2015).



Mapa 1. Localización del Estado de Guerrero (CONABIO, 2019).

El estado de Guerrero es una de las 32 entidades federativas que conforman los Estados Unidos Mexicanos, se ubica en al suroeste de la República Mexicana,

teniendo una superficie de 63,564.87 Km<sup>2</sup> representa el 3.2% de la superficie del país. Colindando al norte con Michoacán de Ocampo, el Estado de México, Morelos y Puebla; al este con Puebla y Oaxaca; al sur con Oaxaca y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y Michoacán de Ocampo (INEGI, 2009).

Entre las actividades económicas más importantes para el Estado, se encuentran el turismo, el cual aporta el 43% al PIB Estatal, comercio 18%, los servicios inmobiliarios 16% y la construcción 9%, que en su conjunto aportaron el 1.47% al PIB Nacional durante 2014 (SEMARNAT, 2019). La importancia de dichas actividades radica en que el Estado cuenta con el atractivo turístico del Triángulo del Sol y la denominación de Pueblos mágicos. A pesar de no figurar dentro de las actividades económicas más representativas, el aprovechamiento de recursos naturales y forestales va ganando fuerza, provocando la pérdida del 32% del hábitat natural y cerca del 0.7% de la cobertura de bosques (Botello, *et. al.*, 2015). Es importante mencionar que el factor social ha sido importante dentro de dicha dinámica, considerando que 66.5% de la población en Guerrero vive en situación de pobreza y cerca del 27% en pobreza extrema, lo que implica que el aprovechamiento de ciertos recursos sea un medio de subsistencia o un medio de acceso para algún servicio (CONEVAL, 2018).

Al estado de Guerrero lo conforman siete regiones: Costa Grande, Costa Chica, Acapulco, Centro, Norte, Montaña y Tierra Caliente (INAFED, 2020); divididas en 81 municipios, entre los que se encuentra Taxco de Alarcón Guerrero (Mapa 2).



Mapa 2. Localización del municipio de Taxco de Alarcón Guerrero (CONABIO, 2019).

Taxco de Alarcón, es considerada la puerta de plata, debido a que es uno de los sitios mineros más representativos del país, además de caracterizarse por su estilo colonial que hace honor a la denominación de pueblos mágicos. El municipio cuenta con una superficie de 651 Km<sup>2</sup> (INAFED, 2010), una población de 108,416 habitantes (INEGI, 2015), colindando al norte con los municipios de Tetipac, Pilcaya y el estado de Morelos; al este con el estado de Morelos y el municipio de Buenavista de Cuéllar; al sur con los municipios de Buenavista de Cuéllar, Iguala de la Independencia, Teloloapan e Ixcateopan de Cuauhtémoc; al oeste con los municipios de Ixcateopan de Cuauhtémoc, Pedro Ascencio Alquisiras y Tetipac. Localizado entre los paralelos 18° 21' y 18° 41' de latitud norte; los meridianos 99° 25' y 99° 47' de longitud oeste; Taxco se encuentra a una altitud entre 700 y 2 600 msnm (INEGI,2009) y cuenta con una superficie forestal 64,850.63 hectáreas, destacando los bosques de pino y encino (CONAFOR, 2013).

Dentro de las principales actividades económicas de la Ciudad, se encuentra la agricultura, la ganadería, actividades pecuarias (estas generalmente se llevan a cabo en las comunidades aledañas), la manufactura, la construcción, el comercio, el sector de transportes y el turismo (ECURED, 2015). A pesar de que el municipio



de Taxco de Alarcón Guerrero, cuenta con actividades económicas consolidadas, se estima que el 68.5% de la población vive en condiciones de pobreza y el 15% en pobreza extrema (CONEVAL, 2015).

Dentro de las 141 comunidades con las que cuenta el municipio, se encuentra el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, con una extensión territorial de 4871.51 hectáreas, de las cuales 4369.69 son de uso común (RAN, 2020) y una población de 1615 habitantes que representan el 1.49% de la población municipal (INEGI, 2010). Las formaciones forestales que predominan en el ejido son los bosques de encino, bosque encino-pino, bosque de táscate y bosque mesófilo de montaña (Zamora et.al. 2016). Entre sus actividades económicas más importantes se encuentra la agricultura, cría y explotación de animales, producción de artesanías y aprovechamiento forestal (INEGI, 2010). El ejido cuenta con 272 ejidatarios y se encuentra conformado por 12 comunidades como se observan en la Tabla 3 (RAN, 2020).

**Tabla 3.** Comunidades en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila (Elaboración Propia, INEGI 2020).

<b>COMUNIDAD</b>	<b>Población (habitantes)</b>
<b>Agua Escondida</b>	104
<b>Chichila</b>	326
<b>El Cucharillo</b>	37
<b>El Vergel</b>	198
<b>El Zompantele</b>	148
<b>Huitzotla</b>	28
<b>La Mora</b>	165
<b>La W</b>	49
<b>Los Cajones</b>	104
<b>San Esteban</b>	91
<b>San Felipe de Jesús Chichila</b>	141
<b>San Pedro Chichila</b>	224

## **CAPÍTULO IV. PRINCIPALES HALLAZGOS**

### **4.1 Técnicas de elaboración y usos de carbón vegetal en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila**

La técnica empleada en la elaboración de carbón vegetal en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, consiste en la construcción de montículos u hornos de tierra; conocidos como “parvas”. El empleo de dicha técnica está determinada por valores tradicionales y subjetivos, debido a que su uso ha pasado de generación en generación, aparte de que no requiere de amplios conocimientos técnicos ni de inversión económica, lo cual hace de la utilidad bruta una ganancia completa. Sin embargo, no es el único factor que interviene, considerando que la comunidad pertenece a ese 68.5% de la población en el municipio que se encuentra en condiciones de pobreza. En este sentido por la practicidad de la técnica, esta puede adaptarse a la producción en pequeña y mayor escala. Entre las principales desventajas del uso de hornos tradicionales, se encuentra la emisión de gases contaminantes a la atmosfera (FAO, 1983).

### **4.2 Análisis de la producción**

#### **4.2.1 Descripción del proceso de producción de carbón vegetal**

De manera general, el proceso de elaboración de carbón vegetal dentro del ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, tiene una duración de 15 días. Dicho proceso, se lleva a cabo por una o dos personas, las cuales deben localizar el área donde serán talados los árboles de encino y encino cucharillo, que en el caso particular del ejido el lugar es conocido como Rancho San Francisco, ubicado entre las comunidades de Agua Escondida y Cajones. La tala se realiza de forma legal, debido a que utilizan un permiso de “Aprovechamiento Forestal Maderable”, emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), permitiendo el aprovechamiento de 100 m<sup>3</sup> de madera cada seis meses, sujetos a inspección por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), quien determina que árboles pueden ser talados. Este permiso es un instrumento los que les brinda certeza jurídica a los ejidatarios para no ser sancionados, pues la

deforestación es considerada un delito dentro de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Sin embargo, dicha actividad se manifiesta regularmente de forma clandestina.

En este sentido, es durante un lapso de cinco días cuando los árboles son seleccionados y cortados utilizando hachas y motosierras. La madera que resulta es recolectada y pasa por un proceso de pesaje mediante una báscula digital o análoga<sup>21</sup>. En su segundo momento se procede a ubicar el sitio donde será construida la parva; para posteriormente apilar la madera sobre una superficie plana formando un montículo, al cual se le deja una pequeña abertura que posteriormente facilitará el encendido del horno. El montículo de leña es cubierto por una capa de tierra y una cubierta de la vegetación de los residuos del corte de los árboles (puede ser leña seca o leña verde), evitando que ambas capas entren en contacto con el ambiente. En un tercer momento, una vez que el horno o parva está montado, se procede a su encendido, colocando un pedazo de trapo o tela empapado con gasolina sobre la punta de un tronco de madera o leña que permita llevar el fuego a través del hueco o entrada que se dejó en la parva; una vez encendido el horno se pone especial atención en que el fuego no se expanda fuera del horno y esto pueda provocar un incendio forestal. Una vez estabilizado el horno, el proceso de carbonización se desarrollará durante los próximos siete días, requiriendo de una revisión constante. Es en esta etapa cuando se mantiene un flujo constante de emisión de gases al ambiente.

En la fase final del proceso productivo se descubre el horno mediante el uso de palas y se deja enfriar. Una vez que el carbón está listo se deposita en costales. Se estima que dentro del proceso de producción de carbón vegetal participan 20 personas.

A pesar de que en el ejido, dicha producción requiere de la participación de los pobladores en función de generar un ingreso para sus hogares, los permisos no han sido más que un instrumento que si bien es necesario para controlar y reducir los altos índices de deforestación y emisiones, estos también presentan ciertas

---

<sup>21</sup> Entiéndase por análoga a la báscula o balanza romana.

condiciones desiguales, debido a que las sanciones carecen de sensibilidad social y son constantemente generalizadas.

#### 4.3 Resultados estimados de la Producción de Carbón Vegetal en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila

De acuerdo con los datos obtenidos en el sitio de estudio, por cada parva se obtienen 20 costales de carbón vegetal, con un peso entre 25 y 30 Kilogramos por costal si el proceso de producción se realiza con leña seca, en cambio si la elaboración se realiza con leña verde se obtiene un peso de entre 40 y 45 kilogramos por costal.

El precio del costal de carbón vegetal para el consumo dentro del ejido oscila entre los \$120.00 (i), sin embargo, la venta al mayoreo ronda entre \$140.00 y \$180.00, siendo sus principales compradores la ciudad de Iguala y Cuernavaca.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura estandariza que por cada cinco o seis toneladas de leña se obtiene una tonelada de carbón vegetal (FAO, 1983). Por lo tanto, en la Tabla 4 se establecen equivalencias: **Tabla 4.** Equivalencias de madera y carbón vegetal (Elaboración propia FAO 1983; Gutiérrez et.al. 2013).

Descripción (Volumen y peso)	Equivalencia		Fuente
1 m <sup>3</sup> de leña	120 kg Carbón Vegetal	(a)	FAO, 1983
1 t de leña	1000 kg madera	(b)	FAO, 1983
1 costal de Carbón Vegetal	30 kg Carbón Vegetal	(c)	Gutiérrez <i>et. al.</i> 2013
6 t de madera	1 t de Carbón Vegetal	(d)	FAO, 1983

En el caso de las comunidades de Agua Escondida y Los cajones se autorizan 200 m<sup>3</sup> de madera anual (esto a través del permiso de aprovechamiento que se ha planteado anteriormente).

Para calcular la producción de carbón vegetal se empleo la siguiente formula:

$TCV = (a * m) / 1$ , en donde TCV el total de Carbón Vegetal, (a) el equivalente a 129 Kg de Carbón Vegetal y (m) representa los 200 m<sup>3</sup> autorizados. Por lo anterior, se

calcula que la producción anual de carbón vegetal en el sitio de estudio, es de alrededor de 24,000 Kg aproximadamente. Con base en el dato arrojado, se calculó que la comercialización oscila en los 800 costales de carbón vegetal, resultado de dividir los 24,000 Kg de la producción anual sobre la equivalencia en kilogramos de cada costal de carbón vegetal (c), valor que se muestra en la Tabla 4.

Se calcula que el precio medio por la venta de cada costal de carbón vegetal es de \$ 147.00 pesos, (lo anterior es el promedio que resulta de sumar el precio de venta del costal dentro del ejido más los precios de venta fuera del ejido, y dividirlos entre tres). Dicho de otro modo, las ganancias anuales por la venta de carbón vegetal dentro del ejido de San Pedro y San Felipe Chichila son \$ 117,600.00 pesos, aproximadamente.

#### **4.4 Volumen de carbón vegetal por árbol en pie en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila**

Se debe determinar la cantidad de árboles empleados en la producción de carbón vegetal dentro del ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, a partir de los 200 m<sup>3</sup> que se establecen dentro del permiso de aprovechamiento forestal, empleando la siguiente fórmula (Gutiérrez *et. al.* 2013) que permitirá saber una aproximación de cuantos árboles son talados para cubrir el volumen que establecen los permisos:

$$\text{Volumen de carbón} = [(\pi / 4 * (\text{DAP}^2) * (\text{h}_T) * (\text{f}) * (1.3)]$$

Donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho

h<sub>T</sub> = Altura Total

f = factor de forma del árbol

Ramas gruesas = 1.3 (30%).

Se consideró el diámetro de un árbol de encino de 0.3231 metros, con una altura 6.9 metros que mide un encino en promedio en el Estado de Guerrero y se consideró un factor de forma 0.75 establecido en Inventario Estatal Forestal y de Suelos (CONAFOR, 2013). El resultado obtenido, es que el volumen de carbón vegetal por árbol de encino en pie es de 0.133579204 m<sup>3</sup>, llegando a considerar que por cada metro cúbico de carbón vegetal se necesitan cortar 7.5 árboles de encino.

Partiendo de que en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila se autorizan 200 m<sup>3</sup> de madera al año, se estarían talando, alrededor de 1500 árboles de *Quercus Spp* destinados a la producción de carbón vegetal. Se debe considerar que, en la elaboración de carbón vegetal a través de métodos convencionales como la parva, el rendimiento real de carbono es de aproximadamente 10% (Gutierrez *et. al.* 2013). Lo anterior significa que alrededor del 90% del carbono contenido en un árbol se pierde dentro del proceso de corte y de carbonización de la madera.

#### 4.5 Estimación de las Emisiones de GEI en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila

Para estimar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero ocasionadas por la elaboración de carbón vegetal en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, se consideraron los factores de emisión de una parva o montículo de tierra a nivel mundial (FAO, 2017), a partir de estos datos se realizó una aproximación del total de la emisión de residuos gaseosos en toneladas de CO<sub>2</sub>e, considerando el potencial de calentamiento global de cada uno de los gases liberados (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO, CO<sub>2</sub> y TNMHC) a la atmosfera durante el proceso de producción (Tabla 5).

**Tabla 5.** Factores de emisión en gramos de contaminante por kilogramo de carbón vegetal (Elaboración propia. FAO. 2017; Masera et.al. 2010).

<b>Factor de Emisión: Gramos de Contaminante por kilogramo de carbón vegetal producido (g/Kg)</b>						
	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>TNMHC<sup>22</sup></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>TSP<sup>23</sup></b>
<b>Montículo de tierra (Parva)</b>	1992	207	35.2	90.3	0.12	41.2
	<b>Potencial de Calentamiento Global (100 años CO<sub>2</sub>e)</b>					
	1	3	28	11	296	-

<sup>22</sup> TNMHC se refiere a los hidrocarburos totales que no son metano.

<sup>23</sup> TSP se refiere al total de partículas suspendidas.

Para obtener la emisión CO<sub>2</sub>e por kilogramo de carbón vegetal se aplicó la metodología propuesta por Masera *et.al.* 2010, mediante la resolución de la siguiente ecuación:

$$E = \sum E_n * PCG_n$$

Donde  $E_n$  es la emisión de cada gas de efecto invernadero multiplicado por su potencial de calentamiento global  $PCG_n$ , lo cual significa que por cada kilogramo de carbón vegetal se emiten 4.63 Kg de CO<sub>2</sub>e. Considerando que por cada horno (parva) en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila se obtienen aproximadamente 600 Kg de carbón vegetal, entonces la emisión de GEI por horno de carbón vegetal correspondería a 2,776.452 Kg de CO<sub>2</sub>e.

Tomando en cuenta que en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila se construyen anualmente 40 parvas, de las cuales se obtienen 24,000 Kilogramos de carbón vegetal, entonces la liberación anual total de residuos gaseosos durante la fase de carbonización es de alrededor de 111.05808 toneladas de CO<sub>2</sub>e o 0.00000011105808 Gt de CO<sub>2</sub>e., representando apenas el 0.00000463% de las 2.4 Gt de CO<sub>2</sub>e asociadas a la producción de carbón vegetal y al uso de leña a nivel mundial.

Si la producción de carbón vegetal en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila se realizara utilizando un horno de tipo missouri o metálico las emisiones de CO<sub>2</sub>e se reducirían hasta en un 26.42%, sin embargo, la inversión de capital sería más elevada que una convencional y en consecuencia intensificaría la explotación de recursos forestales.

#### **4.6 Cálculo de los Costos Ambientales**

Los impactos negativos en la calidad del ambiente ocasionados por la actividad humana y la forma en que esta organiza sus procesos productivos, se pueden expresar en términos económicos, pero también en términos cuantitativos y cualitativos. Por lo que, pueden establecerse temporalmente, a mediano plazo o largo plazo. En otras palabras, es la valoración de los daños y de la protección al ambiente (Becerra *et. al.* 2011).

#### **4.7 Esquema de estrategia local de mitigación de emisiones a la atmosfera en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila**

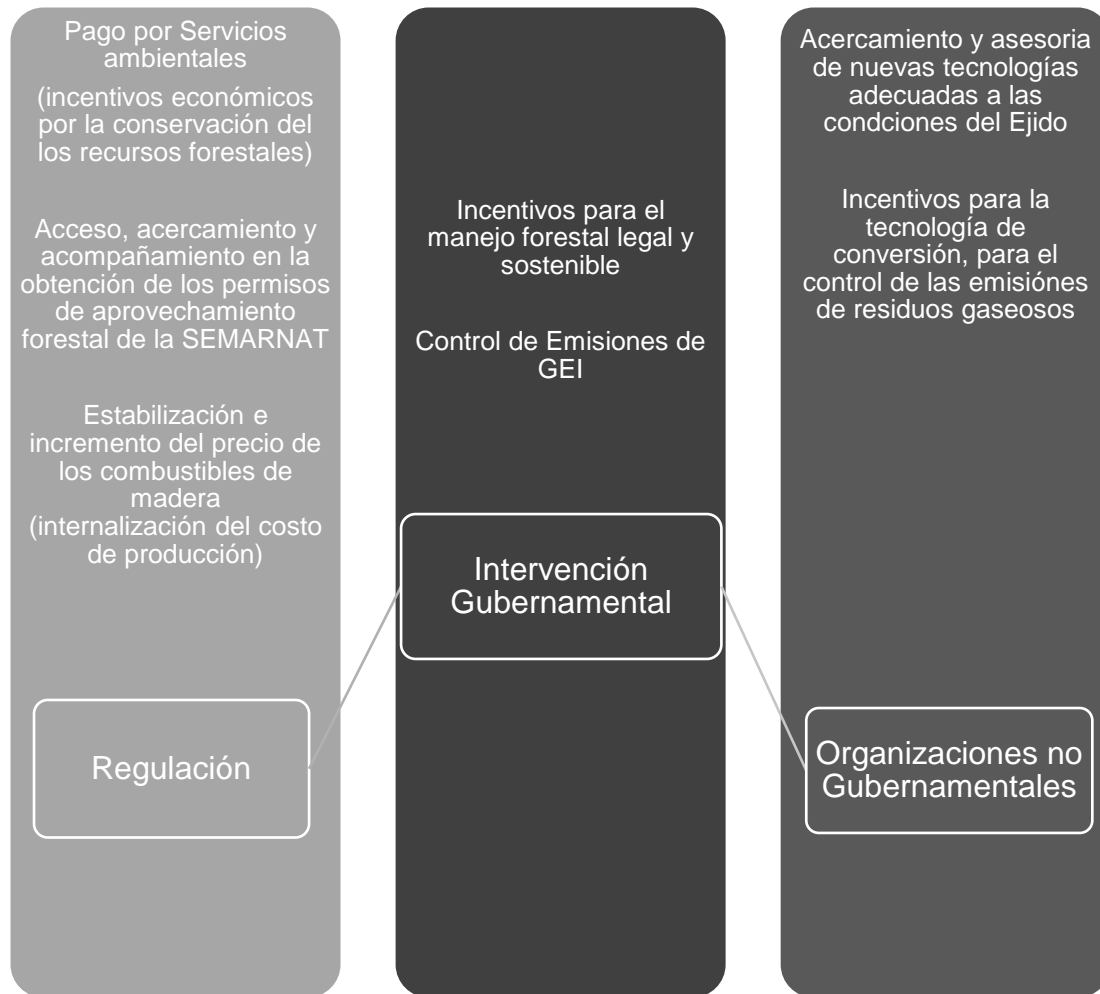
Dadas las particularidades de la producción de Carbón Vegetal en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, se considera necesario establecer lineamientos o estrategias que permitan el aprovechamiento de los recursos forestales de forma controlada, tomando como consideración que dicha actividad económica es de las más representativas para la región. Dentro de las estrategias se debe considerar la diferenciación entre las emisiones contaminantes que resultan de procesos a pequeña escala (refiriendo generalmente a las comunidades que viven bajo el umbral de la pobreza) y de la producción industrial, buscando un equilibrio justo que responda a las condiciones de cada uno, bajo criterios de triple balance, comprendiendo la identificación y el seguimiento a los procesos productivos que afectan las dimensiones sociales, ambientales y económicas.

En este sentido se busca la mitigación de los efectos adversos resultado del aprovechamiento y de las actividades productivas tales como la elaboración de carbón vegetal, comprendiendo la mejora de la salud pública, el control en la liberación de gases contaminantes atribuidos al calentamiento global y el cambio climático.

A partir de los resultados obtenidos del proceso de producción, aprovechamiento forestal y de la emisión de residuos gaseosos en el Ejido, se plantea el siguiente esquema estratégico (Figura 6), adaptado de la propuesta de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ, 2015), la cual permitirá a futuro establecer las bases para una política pública local en materia ambiental y de aprovechamiento responsable de los recursos forestales en la localidad, bajo un enfoque social.



## Regulación y su aplicación para promover la energía sostenible de la madera en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila



**Figura 6.** Regulación y su aplicación para promover la energía sostenible de la madera en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila (Elaboración propia GIZ 2015; Sachs, 2008).

En la actualidad, las medidas de regulación tienden a gravar con impuestos la producción de bienes y servicios como una medida de protección ambiental, bajo esquemas de responsabilidad compartida, en donde la industria principalmente se debe hacer cargo de las externalidades negativas producto de sus procesos productivos (reflejado a través de la contaminación, vertido de residuos o liberación de gases contaminantes a la atmósfera), lo que usualmente conocemos como “el

que contamina paga”. Sin embargo, debido a la laxitud de dichas medidas, la industria, sigue operando a través de la indiferencia hacia las condiciones del planeta y de la vida humana, agudizando los problemas socioambientales.

En este sentido, pensar en la implementación en la aplicación de sanciones y gravámenes fiscales a un sistema de producción tradicional o a pequeña escala tal como en el ejido, resulta desequilibrado, debido a las características socioeconómicas de la comunidad. Sin embargo, la sustitución por un instrumento enfocado en el pago por servicios ambientales, que consiste en recibir un ingreso por la conservación de los recursos forestales, resultaría una alternativa a considerar. De igual manera, resulta necesaria la intervención de los tres órdenes de gobierno y sus respectivas competencias para orientar a los productores, permitiéndoles sujetarse de manera adecuada a los términos de referencia<sup>24</sup> que establece la SEMARNAT, situación que propiciaría el desarrollo de dicha actividad productiva de forma más consciente.

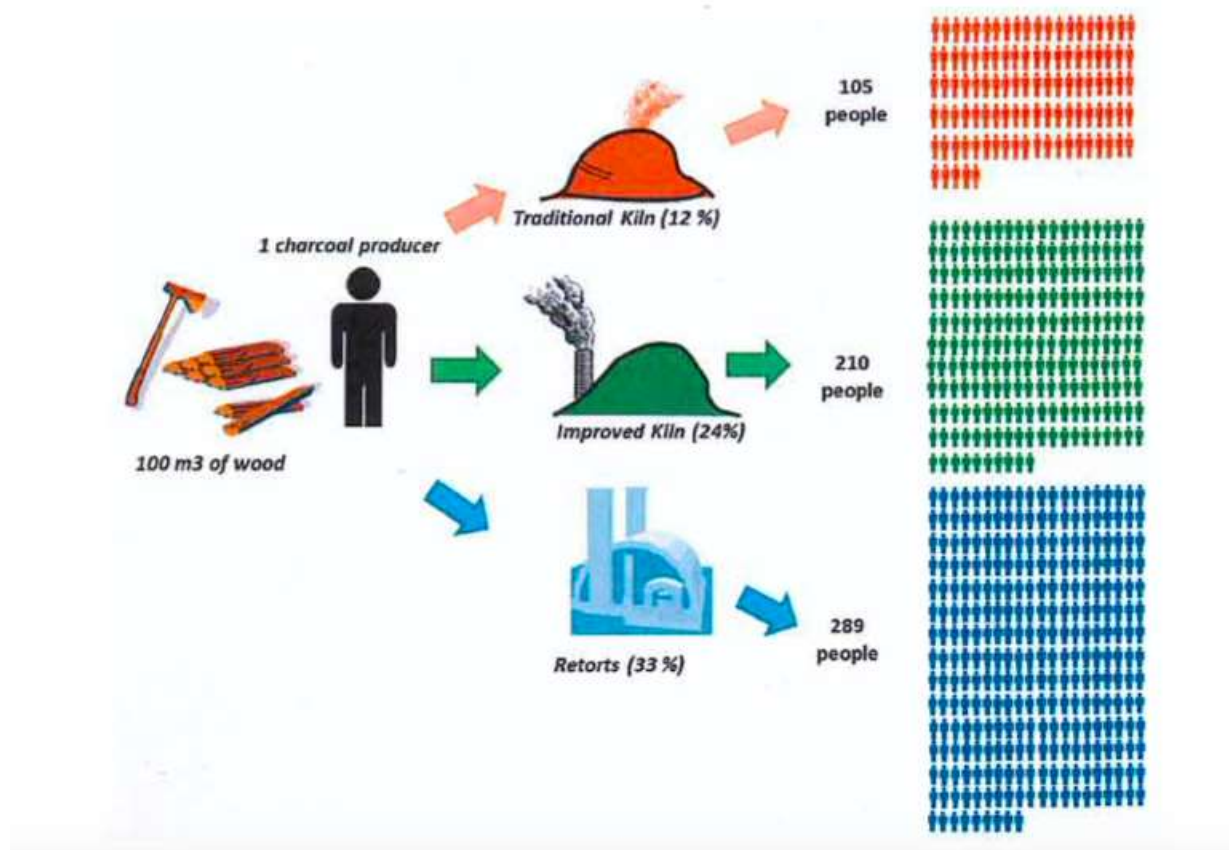
Entre los beneficios que dichas medidas podrían aportar al ejido se encontraría la estabilización de los precios de la madera y de los combustibles derivados de ella, precios más competitivos del carbón vegetal frente a los combustibles no dendroenergéticos y el aumento de la actividad económica de la región, mientras que la participación gubernamental federal estimularía, a través de subvenciones, la reforestación de las zonas aprovechadas por la producción de carbón vegetal (GIZ, 2015).

Para esto, se deben considerar convenios de participación con los organismos no gubernamentales (ONG's), debido a que por su especialización en temas como desigualdad social, contaminación, residuos, etc; así como, su capacidad para financiar proyectos o ayuda, pueden tener mejor acercamiento con las comunidades que conforman el ejido, lo que facilitaría el acceso a nuevos conocimientos y técnicas de elaboración de carbón vegetal basadas en nuevos desarrollos tecnológicos asequibles para la población. Por lo tanto, la transición a nuevas

---

<sup>24</sup> Entiéndase por términos de referencia: como las reglas de operación para la obtención de los permisos de aprovechamiento forestal.

tecnologías, bajo un esquema de financiación gubernamental y de ONG's, son clave para tener un mayor control de las emisiones y la mitigación de estas (Figura 7).



**Figura 7.** Suministro de un productor de carbón vegetal con la misma cantidad de materia prima utilizando hornos tradicionales o mejorados (Recuperado GIZ 2015).

Por ejemplo, un productor que se dedica a la elaboración de carbón vegetal con un horno tradicional como la parva, podría obtener un rendimiento de entre el 24% y 33% empleando mejoras tecnológicas, lo cual le permitiría ampliar su mercado. Mientras que el impacto a la superficie forestal y la liberación de residuos gaseosos a la atmósfera se verían disminuidos (GIZ, 2015).

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Obtener energía de fuentes alternativas a los combustibles fósiles, requiere de un trabajo arduo, debido a que el poder de mercado del petróleo, el gas y el carbón mineral socavan la competencia de otras fuentes de energía, que conjugado con una nula intervención estatal, son responsables de la acusante desigualdad social y de la elevada contaminación. Por lo anterior la elaboración de carbón vegetal en el municipio de Taxco de Alarcón Guerrero, en la actualidad se encuentra ligada a un grupo de población vulnerable atrapado en la pobreza. Dadas las características del sitio de estudio se brindan una serie de recomendaciones que pueden ayudar a dicha población vulnerable a salir de un bucle de pobreza y de degradación ambiental.

### Recomendaciones:

- Recibir orientación detallada de la política pública a nivel Nacional, Estatal y Municipal en materia ambiental, permitiendo brindar propuestas para atacar las asimetrías de los marcos legales, adecuándolos a las condiciones sociales del ejido ejerciendo una mejor regulación.
- Considerar la ecologización de la cadena de valor de la producción de carbón vegetal en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila (FAO, 2017).
- Flexibilizar la normatividad local y acoplarla a las particularidades de los productores de carbón vegetal en el ejido de San Pedro y San Felipe Chichila, lo cual permitirá el acceso a los recursos forestales y al aprovechamiento de otros tipos de biomasa como los RSO<sup>25</sup> (Lohri *et al.* 2016).
- La toma de decisiones requiere de la intervención y participación comunitaria, del sector productivo del carbón vegetal.
- Se debe realizar un estudio detallado del nivel de degradación de los suelos y la deforestación dentro del territorio que conforma al ejido de San Pedro y San Felipe Chichila.

---

<sup>25</sup> Entiéndase por RSO a los Residuos Sólidos Orgánicos, así como, a los residuos generados por el aprovechamiento de la madera destinada a otros sectores de la producción.

- Precisar, con herramientas e instrumentos científicos, las emisiones de los residuos gaseosos liberados a la atmosfera (GEI) en cada etapa de la cadena de valor de la producción de carbón vegetal en el Ejido de San Pedro y San Felipe Chichila.
- Realizar una medición a nivel local de las afectaciones a la salud pública por la liberación de Monóxido de Carbono (CO) y de las partículas suspendidas en el aire (TSP).
- Subsidiar y financiar la producción de carbón vegetal, mediante la participación de gobierno y sus niveles, así como, obtener ayuda de organismos no gubernamentales (ONG's) y organismos internacionales, de tal modo que se pueda alcanzar la transición tecnológica en la elaboración de carbón vegetal dentro del ejido de San Pedro y San Felipe Chichila perteneciente al municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero.

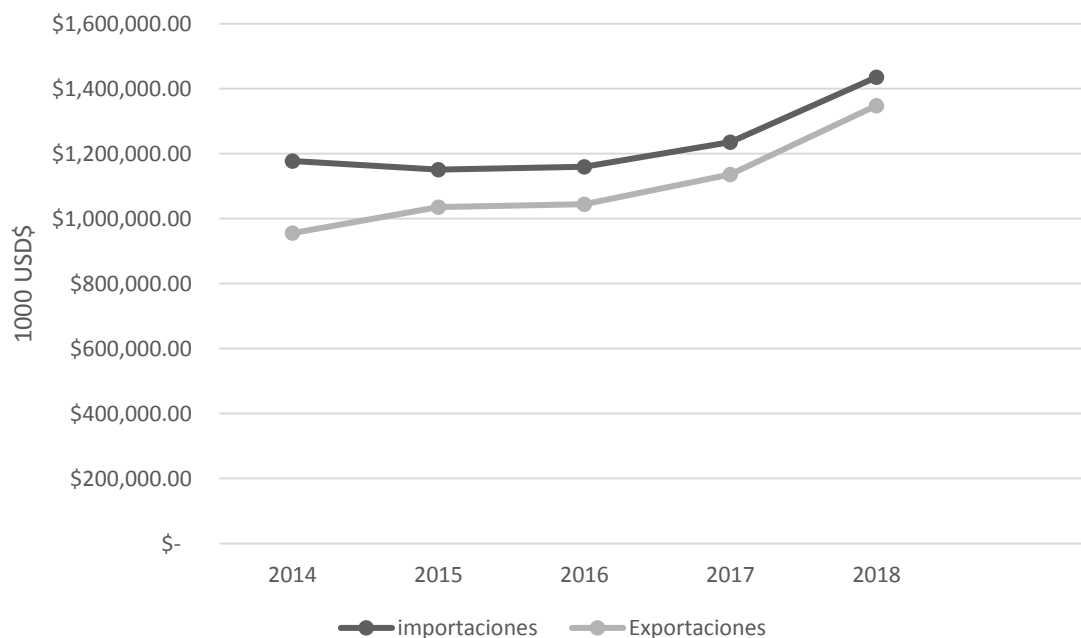
## ANEXOS

### Anexo 1. Valor de la producción de Carbón Vegetal en el mundo 2014 – 2018

Año	Toneladas de Carbón Vegetal		Valor de la Producción de Carbón Vegetal	
	Importaciones (M)	Exportaciones (X)	Importaciones (M) 1000 USD\$	Exportaciones (X) 1000 USD\$
<b>2014</b>	2596624	2252425	1,177,878	955,531
<b>2015</b>	2549330	2376634	1,150,995	1,035,510
<b>2016</b>	2477999	2342779	1,159,990	1,044,463
<b>2017</b>	2534394	2482509	1,235,482	1,136,246
<b>2018</b>	3049921	2957886	1,435,311	1,348,038

Fuente: Elaboración Propia (FAO, 2020).

### Anexo 2. Valor de las Importaciones y Exportaciones de carbón vegetal en el Mundo 2014 – 2018



Fuente: Elaboración Propia (FAO, 2020).

### Anexo 3. Tipos de hornos mas comunes para la elaboración de carbón vegetal a nivel mundial

Horno	Descripción	Capacidad	Emisiones (g/kg de carbón vegetal)				
			CO2	CO	CH4	TSP	
1	Fosa de Tierra	Se coloca la madera de forma apilada sobre una fosa de tierra, la cual se recubre con tierra para evitar el contacto con el aire.	50 – 32,000 Kg	1058	143	32	13
2	Montículo de Tierra (parvas)	La madera se coloca sobre el suelo y se cubre con tierra y vegetación (Se utiliza donde el suelo es rocoso y no se puede cavar una fosa).	50 – 32,000 Kg	3027	333	62	41
3	Casamance	Básicamente es un montículo de tierra al que se le adiciona una chimenea la cual permite regular la circulación de aire durante la pirolisis.	50 – 1000 Kg	-	-	-	-
4	Ladrillo (brasileño)	Suelen ser fijos y se emplean en la producción semi industrial.	20 t	1533	373	52	-
5	Metálico (Missouri)	Son hornos móviles, pues se pueden desplazar a las zonas forestales y requieren de un tiempo menor al fabricar el carbón vegetal, además de tener un costo elevado en comparación con los otros tipos de hornos.	80 t	551.5	151	45.5	160
6	Retorta	Son los más eficientes, los gases volátiles se queman, las emisiones se reducen en un 70%.	750 kg	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia (FAO 2017; C.R. Lohri et al. 2016)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnold, J.E.M., Foholin, G. & Persson, R. (2006). Woodfuels, livelihoods, and policy interventions: changing perspectives. Recuperado: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305750X05002263>
- Arguedas Ortiz, Diego (2016). A partir de hoy, el mundo está endeudado ecológicamente. Recuperado: <https://ojoalclima.com/a-partir-de-hoy-el-2016-esta-ecologicamente-endeudado/>
- Bailis, Rob (2009). Modeling climate change mitigation from alternative methods of charcoal production in Kenya. Recuperado: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953409001329>
- Banco Mundial (2018). Acceso universal a la energía: mucho más que electricidad. Recuperado: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2018/05/18/sustainable-development-goal-7-energy-access-all>
- Banco Mundial (2019). Los Bosques. Entendiendo la pobreza. Recuperado: <https://www.bancomundial.org/es/topic/forests>
- Becerra, Keitel, Gómez, Elizabeth, Pérez, Grisela, Reyes, Reynier (2011). ¿Cómo calcular los costos medioambientales? Caso: Empresa Gráfica de Cienfuegos. Revista Científica "Visión Futuro". ISSN: 1669-7634. Recuperado: <https://www.redalyc.org/pdf/3579/357935478001.pdf>
- Biodiversidad mexicana (2020). México megadiverso. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees>
- Boletín Oficial del Estado, BOE (2016). Boletín Oficial del Estado, BOE (2011). Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. BOE-A-2011-13046. Recuperado: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-13046-consolidado.pdf>
- Botello, Francisco, Sánchez Cordero, Víctor, Ortega Huerta, Miguel A. (2015) Disponibilidad de hábitats adecuados para especies de mamíferos a escala regional (estado de Guerrero) y nacional (México). Revista Mexicana de Biodiversidad. Instituto de Biología UNAM. Recuperado: <http://www.revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/viewFile/1116/1005>
- Castells, Manuel (1974). La Cuestión Urbana. Siglo XXI. ISBN: 978-968-23-2173-3. Recuperado: <https://leerlaciudadblog.files.wordpress.com/2016/05/castells-la-cuestion-urbana.pdf>
- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (2018). El acceso universal a la energía eléctrica. Datos y referencias para un análisis legislativo. Recuperado: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj0qt6spvnIAhUEeawKHb2mCW4QFjADegQIChAC&url=http%3A%2F%2Fwww>



[w5.diputados.gob.mx/index.php/es/content/download/112856/564167/file/FCESOP-IL-72-14-Electricidad-300418.pdf&usg=AOvVaw0b58RjIPBpaW-3xwSIXG8](http://w5.diputados.gob.mx/index.php/es/content/download/112856/564167/file/FCESOP-IL-72-14-Electricidad-300418.pdf&usg=AOvVaw0b58RjIPBpaW-3xwSIXG8)

- [CONABIO \(2019\). Recuperado: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/)
- [Consejo de Evaluación de las políticas y el desarrollo Social \(CONEVAL\) \(2018\). Pobreza en el Estado de Guerrero. Recuperado: https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Guerrero/Paginas/Pobreza\\_2018.aspx](https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Guerrero/Paginas/Pobreza_2018.aspx)
- [Consejo de Evaluación de las políticas y el desarrollo Social \(CONEVAL\) \(2015\). Pobreza por municipio en el Estado de Guerrero. Recuperado: https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Guerrero/Paginas/pobreza\\_municipal2015.aspx](https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Guerrero/Paginas/pobreza_municipal2015.aspx)
- Comisión Nacional Forestal (2013). Inventario Estatal Forestal y de Suelos. ISBN 978-607-8383-00-9. Recuperado: [http://187.218.230.30/filesconafor/userfiles/IEFyS/IEFYS\\_Guerrero\\_2013/IEFYS\\_Guerrero\\_2013.pdf?](http://187.218.230.30/filesconafor/userfiles/IEFyS/IEFYS_Guerrero_2013/IEFYS_Guerrero_2013.pdf?)
- Díaz Batalla, Melina, Gonzales Ascencios, Alonso, Sifuentes Yepes, David, Gonzales Mora, Enrique (2019). El Carbón Vegetal: alternativa de energía y productos químicos. Recuperado: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/xiu/article/view/813/837>
- Díaz Cordero, Gerarda (2012). El cambio climático. Ciencia y sociedad. Vol. XXXVII. Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana. ISSN: 0378- 7680. Recuperado: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024179004.pdf>
- Driessen, Paul (2013). Carbon Dioxide: The “Gas of Life”: Tiny amounts of this miracle molecule make life on Earth possible. Recuperado: <https://fcpp.org/2013/08/21/carbon-dioxide-the-gas-of-life-tiny-amounts-of-this-miracle-molecule-make-life-on-earth-possible/>
- Dussel, Enrique (2014). 16 Tesis de Economía Política. Interpretación Filosófica. ISBN-13: 978-607-03-0565-8. Recuperado: [https://enriquedussel.com/txt/Textos\\_Libros/66.16\\_Tesis\\_economia.pdf](https://enriquedussel.com/txt/Textos_Libros/66.16_Tesis_economia.pdf)
- ECURED (2015). Taxco de Alarcón. Recuperado: [https://www.ecured.cu/Taxco\\_de\\_Alar%C3%B3n\\_\(M%C3%A9xico\)](https://www.ecured.cu/Taxco_de_Alar%C3%B3n_(M%C3%A9xico))
- Eschborn, Germany, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ, 2015). Towards sustainable modern wood energy development: stocktaking paper on successful initiatives in developing countries in the field of wood energy development. Recuperado: [http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user\\_upload/gbep/docs/giz2015-en-report-wood-energy.pdf](http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/giz2015-en-report-wood-energy.pdf)
- Expo biomasa (2020). El alto potencial en México del aprovechamiento con biomasa de los RSU. Recuperado: <https://expobiomasa.com/content/el-alto-potencial-en-mexico-del-aprovechamiento-con-biomasa-de-los->

[rsu#:~:text=Uno%20de%20los%20usos%20de,en%20materia%20de%20cambio%20clim%C3%A1tico.](#)

- Ferrari, L (2013). Energías fósiles: diagnóstico, perspectivas e implicaciones económicas. Recuperado: <https://www.redalyc.org/pdf/570/57030971005.pdf>
- Fernández Montes de Oca, Ana Isabel (2012). Impactos de la Producción Clandestina de Carbón Vegetal Sobre los Patrones Especiales de Degradación Forestal en la Cuenca de Cuitzeo, Michoacán. Recuperado: <http://redd.ciga.unam.mx/files/FernandezAna.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (1983). Métodos simples para fabricar carbón vegetal. ISBN: 92-5-301328-1. Recuperado: <http://www.fao.org/3/X5328s/X5328S00.htm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). GLOBAL FOREST RESOURCES ASSESSMENT 2015. How are the world's forests changing? Recuperado: <http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). Forestry for a low-carbon future. Integrating forests and wood products in climate change strategies. Recuperado: <http://www.fao.org/3/a-i5857e.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). Una dendroenergía más ecológica es clave para mitigar el cambio climático y mejorar los medios de vida rurales. Recuperado: <http://www.fao.org/news/story/es/item/853537/icode/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). LA TRANSICIÓN AL CARBÓN VEGETAL. Recuperado: <http://www.fao.org/3/a-i6934s.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). El Estado de los bosques del mundo. Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible. Recuperado: <http://www.fao.org/3/I9535ES/I9535es.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2019). América Latina y el Caribe es la segunda mayor productora de carbón a nivel mundial. Recuperado: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/853946/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020). Forestry Production and Trade. FAOSTAT. Recuperado: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, (2019). IPCC. Resumen para responsables de Políticas. Resumen técnico. Preguntas Frecuentes. Recuperado: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15\\_Summary\\_Volume\\_spanish.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_spanish.pdf)
- Gutierrez Rodriguez, Ediesummer, Moreno Orjuela, Rubén Darío, Villota Echeverry, Nelson (2013). Guía de Cubicación de Madera. Unión Europea. Corporación Autónoma Regional de Risaralda. Gobernanza Forestal. ISBN: 978-958-8370-42-2. Recuperado: [http://www.rivasdaniel.com/pdf/GUIA\\_DE\\_CUBICACION\\_MADERA.pdf](http://www.rivasdaniel.com/pdf/GUIA_DE_CUBICACION_MADERA.pdf)

- Harvey, David (2007). Breve Historia del Neoliberalismo. ISBN: 978-84-460-2517-7. Recuperado: <http://www.economia.unam.mx/academia/inae/pdf/inae4/u114.pdf>
- Harvey, David (2020). Razones para ser anticapitalistas. ISBN: 978-987-722-600-3. Recuperado: [https://mega.nz/file/uw0mRCoT#E1xJ8Ua\\_tIhD6fQWGSnDSV12dYjbMy1KNqdL\\_WwLQ](https://mega.nz/file/uw0mRCoT#E1xJ8Ua_tIhD6fQWGSnDSV12dYjbMy1KNqdL_WwLQ)
- International Resource Panel, (2019). Panorama de los recursos globales. Recursos naturales para el futuro que queremos. Recuperado: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27518/GRO\\_2019\\_SPM\\_RU.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27518/GRO_2019_SPM_RU.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2007). Los gases regulados por la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. Recuperado: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/437/dick.html>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2018). Inventario Nacional de Emisiones de Gases y compuestos de efecto invernadero. Recuperado: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009). México en cifras. Recuperado: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=12>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades. Recuperado: <https://www.inegi.org.mx/app/ageeml/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). México en cifras. Recuperado: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=12#tabMCcollapse-Indicadores>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018). Ingresos y gastos de los hogares. Recuperado: <https://www.inegi.org.mx/temas/ingresoshog/>
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2010). Sistema Nacional de Información Municipal. Recuperado: <http://www.snim.rami.gob.mx/>
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2020). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Guerrero. Recuperado: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM12guerrero/regionalizacion.html>
- The International Renewable Energy Agency (IRENA, 2018). Flexibilidad del Sistema eléctrico para la transición energética. Parte 1: Panorama general para los encargados de formular políticas. Recuperado: [https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Nov/IRENA\\_Power\\_system\\_flexibility\\_Part\\_I\\_ES.pdf](https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Nov/IRENA_Power_system_flexibility_Part_I_ES.pdf)

- Kaplan, Marcos (1998). La crisis ambiental: análisis y alternativas. Instituto de investigaciones jurídicas. UNAM. Recuperado: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/1/141/4.pdf>
- La Revista de la Industria Energética, Petroquimex (2020). Datos del Sector Energético. Recuperado: <https://petroquimex.com/datos-del-sector-energetico/>
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. LGPGIR (2018). Recuperado: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263\\_190118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf)
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2018). LGDFS. Recuperado: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS\\_050618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS_050618.pdf)
- Lohri, Christian Riuji, Rajabu, Hassan Mtoro, Sweeney, Daniel J., Zurbrügg, Christian (2016). Char fuel production in developing countries – A review of urban biowaste carbonization. Recuperado: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1364032116001180?token=95724BC4ABBA5BB7D8CF1A19DF4CEEED16C91D339D3CAF6CD4130EDE0006BED86CBDB982037B83D5AA3960DF098B1B7>
- Mariscotti Ramírez, Jacinto, Monroy Ortiz, Rafael, Ortiz Hernández, Laura, Sánchez Salinas, Enrique (2014). La inserción económica global como determinante de los patrones de consumo energético y cambio climático. Agua, energía y pobreza. Caracterizando lo urbano en el siglo XXI. ISBN UAEM: 978- 607- 8332- 75- 5. PP. 111- 144.
- Masera, Omar, Arias Chalico, Teresita, Ghilardi, Adrián, Guerrero Gabriel, Patiño, Pavka (2010). Estudio Sobre la Evolución Nacional Del Consumo de Leña y Carbón Vegetal en México 1990-2024. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. Universidad Autónoma de México. Recuperado: [https://www.academia.edu/22326399/Estudio\\_sobre\\_la\\_evolucion\\_nacional\\_del\\_consumo\\_de\\_leña\\_y\\_carbón\\_vegetal\\_en\\_México\\_1990\\_2024](https://www.academia.edu/22326399/Estudio_sobre_la_evolucion_nacional_del_consumo_de_leña_y_carbón_vegetal_en_México_1990_2024)
- Mercado Maldonado, Asael & Ruíz González, Arminda (2006). El concepto de las crisis ambientales en los teóricos de la sociedad de riesgo. Espacios públicos, Vol. 6. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. ISSN: 1665- 8140. Recuperado: <https://www.redalyc.org/pdf/676/67601813.pdf>
- Mwampamba, Tuyeni H., Gkilardi, Adrián, Santander, Klas, Chaix, Kim Jean (2013). Dispelling common misconceptions to improve attitudes, and policy outlook on charcoal in developing countries. Recuperado: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082613000021>
- Naciones Unidas (2017). Hasta 13 millones de hectareas de bosques desaparecen cada año por la acción del hombre. Recuperado: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/05/hasta-13-millones-de-hectareas-de-bosques-desaparecen-cada-ano-por-la-accion-del-hombre/>

- Naciones Unidas (2019). Las Ciudades y la contaminación contribuye al cambio climático. Cumbre 2019. Acción climática. Recuperado: <https://www.un.org/es/climatechange/cities-pollution.shtml>
- Naciones Unidas (2019). El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible. Crónica ONU. Recuperado: <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>
- National Oceanic and Atmospheric Administration, (2020). NOAA. Global Monitoring Laboratory. Recuperado: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/news/7074.html>
- Olivares Ramirez, Alid (2011). Producción de Carbón Vegetal, en Taxco de Alarcón, Guerrero. Tesis Profesional. Universidad Autónoma del Estado de Guerrero. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales.
- Organización Mundial de la Salud (2014). Quema de combustibles en los hogares. Resumen de orientación. Recuperado: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/144310/WHO\\_FWC\\_IHE\\_14.01\\_spa.pdf?ua=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/144310/WHO_FWC_IHE_14.01_spa.pdf?ua=1)
- Parlamento Europeo (2015). Emisiones de gases de efecto invernadero por país y sector. Recuperado: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20180301STO98928/emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-por-pais-y-sector-infografia>
- Piketty, Thomas (2015). El Capital en el Siglo XXI. Fondo de Cultura Económica. ISBN: 978-607-16-2755-1
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (2017). Comunidades rurales: focos de desarrollo sostenible. Recuperado: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/blog/2017/2/15/Rural-communities-a-hotspot-for-sustainable-development-.html>
- Programa Nacional de Dendroenergía (2018). PRONADEN (2016-2018). Recuperado: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281088/Programa\\_Nacional\\_de\\_Dendroenergia\\_2016-2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281088/Programa_Nacional_de_Dendroenergia_2016-2018.pdf)
- Registro Agrario Nacional (2020). Sistema de Información Geo Espacial del Catastro Rural. Recuperado: <https://sig.ran.gob.mx/acceso.php>
- Registro Agrario Nacional (2020). Padrón e Historial de Núcleos Agrarios. Recuperado: <https://phina.ran.gob.mx/index.php>
- Riojas, Cristobal M.; Ortega Ariadna (2019). 4 de cada 10 mexicanos son pobres, anuncia el Coneval. Recuperado: <https://expansion.mx/economia/2019/08/05/4-de-cada-de-10-mexicanos-es-pobre-anuncia-el-coneval>

- Sabogal Tamayo, Julián (2014). El modo de producción capitalista, su actual crisis sistémica y una alternativa posible. Revista Sociedad y economía, num. 28. Universidad del Valle, Colombia. Recuperado:<https://www.redalyc.org/pdf/996/99634857006.pdf>
- Sachs, Jeffrey (2008). Economía para un planeta abarrotado. ISBN: 978-607-311-695-4.
- Secretaría de Energía, (2018). Balance Nacional de Energía 2017. Recuperado: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance Nacional de Energ a 2 017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance_Nacional_de_Energ_a_2_017.pdf)
- Salgado, Crlos (2019). México, el tercer país más contaminado de América Latina. Recuperado: <https://www.eluniversal.com.mx/mundo/mexico-el-tercer-pais-mas-contaminado-de-america-latina-en-2018>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2019). Informe del Medio Ambiente. Atmósfera 5. Recuperado: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap5\\_atmosfera.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap5_atmosfera.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020). Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2017. Recuperado: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/542586/2017.pdf>
- Secretaría Nacional de Energía (2017). Balance Nacional de Energía. Recuperado: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance Nacional de Energ a 2 017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance_Nacional_de_Energ_a_2_017.pdf)
- Sistema Geológico Mexicano (2017). Combustibles fósiles casi el 70% del consumo mundial de energía hasta el 2040: SGM. Recuperado: <https://oilandgasmagazine.com.mx/2017/02/combustibles-fosiles-casi-70-del-consumo-mundial-energia-2040-sgm/>
- Stiglitz, Joseph (2002). El malestar en la globalización. Penguin Random House. ISBN: 978-607-313-892-5.
- Stiglitz, Joseph (2012). El Precio de la Desigualdad. Penguin Random House. ISBN: 978-607-313-105-6.
- Stiglitz, Joseph (2015). La gran brecha. Que hacer con las sociedades desiguales. Penguin Random House. ISBN: 978-84-306-1773-9. Recuperado: [http://www.proyectocarbono.org/files/documents/La-gran-brecha-Qué-hacer-con-las-sociedades-desiguales-Spanish-Edition\\_nodrm.pdf](http://www.proyectocarbono.org/files/documents/La-gran-brecha-Qué-hacer-con-las-sociedades-desiguales-Spanish-Edition_nodrm.pdf)
- Stiglitz, Joseph (2019). Capitalismo Progresista, la respuesta a la era del malestar. Penguin Random House. ISBN ebook: 978-84-306-2316-7
- The International Energy Agency, (2019). International Energy Outlook 2019 whit projections to 2050. Recuperado: <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/ieo2019.pdf>
- Universidad para la Cooperación Internacional, UCI (2020). Recuperado: [http://www.ucipfg.com/Repositorio/MAES/MAES-01/Unidad\\_2/Cap\\_2\\_GesRes.pdf](http://www.ucipfg.com/Repositorio/MAES/MAES-01/Unidad_2/Cap_2_GesRes.pdf)

- UN CC:Learn, 2020. Introducción a la Mitigación del Cambio Climático. Asociación para el aprendizaje sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas. Recuperado: [https://www.uncclearn.org/sites/default/files/modulo\\_4\\_introduccion\\_a\\_la\\_mitigacion\\_del\\_cambio\\_climatico\\_revised.pdf](https://www.uncclearn.org/sites/default/files/modulo_4_introduccion_a_la_mitigacion_del_cambio_climatico_revised.pdf)
- Vázquez Fernández, Salvador (2017). Historia del Capitalismo. Estudios Sociológicos, volumen 35. Recuperado: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_isoref&pid=S2448-64422017000300701&Ing=es&tIng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S2448-64422017000300701&Ing=es&tIng=es)
- Zamora Saenz, Itzkuauhtli; Cabestany Ruiz, Gabriela; Lucio Hernández, Margarita; García Cuevas, Luis Mario; Vargas Pérez, Eduardo (2016). Percepción social sobre el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en los bienes comunales de San Pedro y San Felipe Chichila, Taxco, Guerrero. Recuperado: [https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/798/1/0000122611\\_documento.pdf](https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/798/1/0000122611_documento.pdf)
- Zamora Martínez, Marisela Cristina (2016). Superficie Forestal Actual. Recuperado: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322016000300004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322016000300004)