

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Estudio del arte: Bioenergía en época del COVID-19

Presenta:

Karla Odil Macías Cervantes,

Para obtener el título de Ingeniería Ambiental.

Directora:

Alma Hortensia Serafín Muñoz

Co.Directora :

Lorena Eugenia Sánchez Cadena

Licenciatura en Ingeniería ambiental,

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato.

Diciembre 2020

Índice

Capítulo I. Introducción	3
Capítulo II. Objetivos	7
2.1 Objetivo general	7
2.2 Objetivos particulares.....	7
Capítulo III. Metodología.....	8
Capítulo IV. Resultados	10
4. Análisis del estudio del arte de la bioenergía.....	10
4.1. Integración de resultados de la búsqueda bibliográfica.	10
4.2. Desarrollo del Estudio del Arte.	13
4.2.1. Los Biocombustibles hoy en día.....	13
4.2.1.1 Biocombustibles sólidos	14
4.2.1.2 Biocombustibles Líquidos.....	15
4.2.1.3 Biocombustibles Gaseosos.....	15
4.3 Panorama internacional	16
4.3.1 Alemania	17
4.3.2 Brasil.....	17
4.3.3 Canadá	18
4.3.4 China.....	18
4.3.5 Estados Unidos Americanos	19
4.3.6 Japón	19
4.3.7 Suiza	20
4.4 Biocombustibles en México	20
4.5 Impacto de los biocombustibles en tiempos de COVID	24
4.6 Impacto del COVID-19 en la contaminación global.	26
4.7 Perspectivas de innovación sustentable.....	27
Capítulo V. Conclusiones	29
Anexos.....	30
A. Tablas	30
B. Figuras.....	31
Referencias bibliográficas.....	33

Capítulo I. Introducción

Los combustibles fósiles, como son, el petróleo, el gas natural y el carbón, cada vez van en decrecimiento de cantidad para satisfacer la demanda energética mundial. La implementación de energías alternas y limpias como son la solar, eólica, hidráulica, geotérmica y la bioenergía, son la clave para satisfacer el consumo necesario para continuar con las actividades sociales, económicas y ambientales a las que el mundo se ha acostumbrado (Escamilla-Alvarado, Poggi-Varaldo, & Ponce-Noyola, 2017; Hernandez, Jaeger, & Samperio, 2017).

Dado este acontecimiento nos podemos plantear la posibilidad de contribuir a la reducción de emisiones generadas por los combustibles fósiles que utilizamos diariamente, a través del aprovechamiento sustentable e implementación de bioenergía. Las ventajas de la bioenergía residen en que son más económicas que los combustibles tradicionales y sobre todo el impacto ambiental es considerablemente menor ya que reducen las emisiones GEI, sin mencionar que estas pueden llegar a satisfacer el 15% de la demanda energética mundial y son completamente renovables. Una rama de la bioenergía se dedica a los biocombustibles, los cuales se obtienen a partir de materia orgánica, ya sea de material lignocelulósico, microalgas o biomasa; y pueden ser transformados a biogás, bioetanol o biodiesel (España-Gamboa, Dominguez-Maldonado, Tapia-Tussell, Chale-Canul, & Alzate-Gaviria, 2018; Park, Ansley, Mirik, & Maindrault, 2012).

México es un país que tiene mucho potencial para poder producir este tipo de combustibles y si tenemos en cuenta la crisis que está generando la pandemia por la que el mundo está atravesando, la opción más viable para satisfacer las necesidades energéticas actuales es comenzar con la implementación de la bioenergía (Aleman-Nava et al., 2015). Para darnos una idea del potencial de las energías limpias, México tenía 22 millones de kilovatios (kW) de capacidad instalada total de energía renovable a 2018, predominantemente en capacidad hidroeléctrica, eólica y solar. En 2012, México promulgó una ley de cambio climático que estableció que para el 2024 se prevé que el 35% de la generación eléctrica se suministre a través de energías limpias, meta que aumentará al 43% para el 2030 (Aguero-Rodriguez, Tepetla-Montes, & Torres-Beristain, 2015; Ruiz, Martinez, & Vermerris, 2016).

En 2018, la Secretaría de Energía (SENER) estimó que la inversión total para generación eléctrica durante los próximos 15 años sería de 1,692 mil millones de pesos, de los cuales el 67% se invertirá en generación a partir de fuentes de energía limpia y el 33% en proyectos de tecnología convencional (Aguero-Rodriguez et al., 2015; Bonin & Lal, 2012; Ruiz et al., 2016; Salas-Martinez, Valdes-Rodriguez, & Mendez-Perez, 2020). La mayor parte de la inversión en energía limpia se destinará a proyectos eólicos y solares, que representan el 24% y el 13%, respectivamente. La mayor fuente de generación de energía renovable es la energía hidroeléctrica. México tenía 13 millones de kW de capacidad hidroeléctrica en 2018, lo que representó el 17% de la capacidad eléctrica instalada total del país. La hidroelectricidad suministró aproximadamente el 10% de la generación eléctrica total de México en 2018. En 2019, la hidroelectricidad representó el 39% de toda la generación renovable (Figura 1).

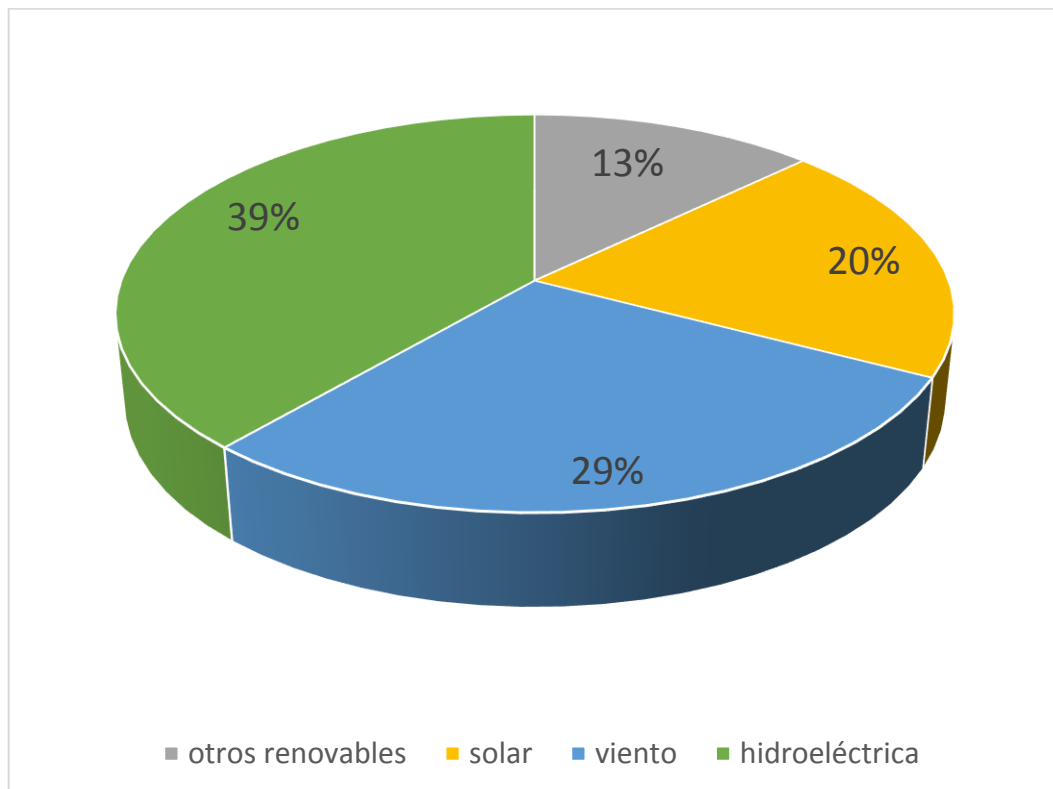


Figura. 1 Generación de Energía renovable por recurso, 2019 Fuente: Statistical Review of World Energy, 2020

Las energías renovables no hidroeléctricas, como la eólica, geotérmica y solar fotovoltaica, representaron el 6% de la generación de electricidad de México en 2018. México tenía 950 megavatios de capacidad geotérmica en 2018, lo que lo convierte en el quinto país en términos de capacidad geotérmica global (España-Gamboa et al.,

2018). Siguiendo este mismo contexto, México tiene actualmente 5,7 gigavatios (GW) de capacidad instalada de energía solar, y se espera que otros 2 GW entren en funcionamiento para fines de 2021. Actualmente, México tiene más de 60 proyectos solares a gran escala en operación comercial en más de 15 estados (Aleman-Nava et al., 2015; Ruiz et al., 2016).

La aparición del virus SARS-CoV-2 (Coronavirus) redujo notoriamente la utilización de energía aplicada a la industria y empresas prestadoras de servicios no elementales, pero a su vez, provocó un cambio significativo en cada uno de los hogares del planeta, siendo que se aumentó la demanda energética doméstica (Dutta, Das, Kondziella, & Stachowiak, 2020). La fuerte caída de la economía ante la pandemia del COVID-19, ha provocado un fuerte impacto en la economía, disminuyendo los precios de productos de alto valor agregado como lo son productos de la canasta básica (carnes, productos lácteos, materias primas como maíz y semillas oleaginosas y con ello los biocombustibles), aunado a ello está el incremento del costo del petróleo, esto debido a la alta producción y baja demanda que ha tenido en los últimos meses a consecuencia del COVID (Shurson, 2020). La falta repentina de movilidad en las fronteras y la escasez de mano de obra en los países que dependen de trabajadores migrantes en el sector agroalimenticio ha afectado la disponibilidad y a su vez los precios de los alimentos a nivel mundial, como es el caso de la India y países africanos, en donde ha aumentado más del 15%. Como se mencionó anteriormente el impedimento de paso de fronteras y el poco movimiento interno en los países han reducido la demanda de combustible para el transporte, así como la caída del precio del petróleo, provoca que los biocombustibles también se vean afectados en el mercado, y a su vez sus materias primas como el maíz disminuyan su demanda (Jones & Comfort, 2020). Sin embargo, ha habido un efecto positivo y es que con la disminución de la actividad agrícola ha disminuido la emisión de gases de efecto invernadero. Por otra parte, como se ha explicado anteriormente, los mercados energéticos y agrícolas están interrelacionados, principalmente por la producción de biocombustibles y costos de insumos disminuyen bruscamente, especialmente las carnes rojas, productos lácteos y aceites vegetales. Sin embargo, haciendo un modelo de proyección, se observa que en 2022 las materias primas ya estarán cerca de sus valores de referencia. Mundialmente, sin un producto cambia el valor de algún producto, puede afectar a otros países, ya que ambos mercados están relacionados, así que los biocombustibles y sus materias primas, así como otros

productos de alto valor agregado se ven vinculados con la demanda de combustible para transporte y la venta del biocombustible se ve afectado en cuanto a competitividad, esto es un poco preocupante debido a que muchos países ya le estaban apostando a fuentes alterna de energía, pero con el incremento del petróleo, también los biocombustibles aumentan su valor y puede dejar de ser atractivo para muchos países, sin embargo considero que es una ventaja, puesto que como se ve la proyección, para 2022 se espera que muchos productos vuelvan a su valor y con ello los biocombustibles vuelvan a tener un despunte y se posicionen como una opción más viable en cuanto a rendimiento, aprovechando al máximo los recursos naturales que tenemos en el mundo y generando menores cantidades de gases de efecto invernadero(Barton et al., 2020; Renn, 2020).

Capítulo II. Objetivos

2.1 Objetivo general

El objetivo general de este trabajo es buscar, integrar y analizar en la literatura bibliográfica dentro del alcance internacional y nacional, el impacto de la bioenergía y su auge en nuestro tiempo actual, en particular ante la Era del COVID-19.

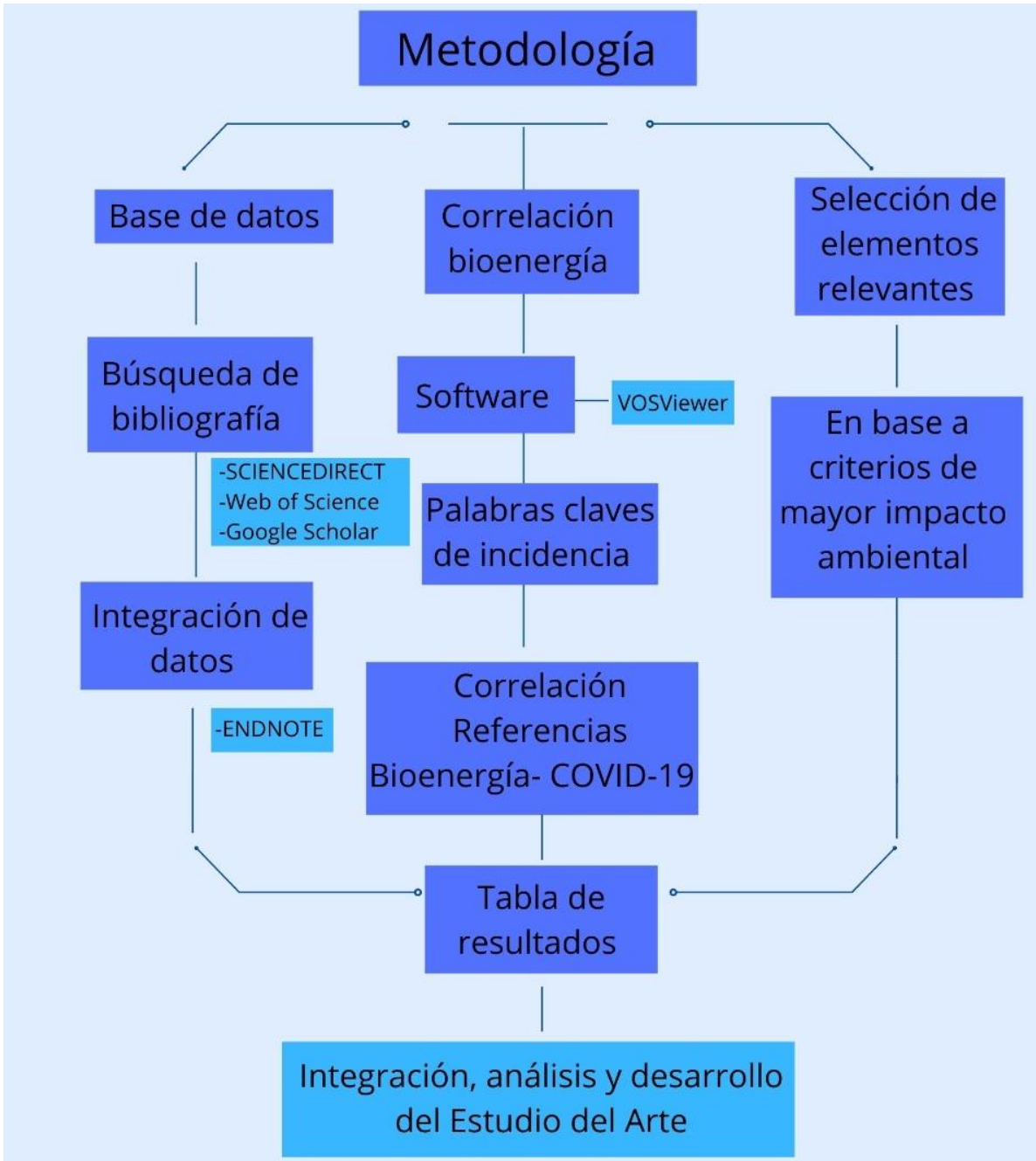
2.2 Objetivos particulares

1. Obtener una base de datos de al menos 200 referencias bibliográficas en la base de literatura científica, utilizando la herramienta de ENDNOTE.
2. Elaborar Tabla con la integración de las contribuciones por citas e impacto ambiental con alcance internacional.
3. Analizar y correlacionar contribuciones en torno a la temática del COVID-19.

Capítulo III. Metodología

Metodología en relación con planteamiento de objetivos particulares:

1. Base de Datos. Se llevo a cabo la búsqueda bibliográfica, en diferentes plataformas: SCIEDIRECT, Web Of Science y Google Scholar dentro del período comprendido del 2015 al 2020. Se integraron las referencias en base de datos mediante por la herramienta de ENDNOTE (Clarivate Analytics, versión online 2020). Se realizaron búsquedas en cada base de datos en publicaciones del periodo 2015 a 2021.
2. Búsqueda de correlación de bioenergía con principales palabras claves de incidencia a través de la herramienta VOSviewer, versión online 2020.
3. Tabla de integración de datos. En base al punto 1, se seleccionaron e integraron las principales referencias bibliográficas, en base a los criterios de mayor citas e impacto ambiental.
4. Correlación referencias de bioenergía y COVID-19.
5. Integración, análisis y desarrollo del estudio del Arte.



Capítulo IV. Resultados

4. Análisis del estudio del arte de la bioenergía

4.1. Integración de resultados de la búsqueda bibliográfica.

Se obtuvo una base de datos de 1200 ítems por la herramienta ENDNOTE. En base a la herramienta Vosviewer, en la Figuras 2 y 3, se observa la coincidencia en la correlación de las palabras claves principales con el concepto de bioenergía. Como se puede observar el concepto de bioenergía incide principalmente con sustentabilidad, cambio climático, potencial de biomasa principalmente. En segundo plano se obtuvieron los biocombustibles como bioetanol y biodiesel.

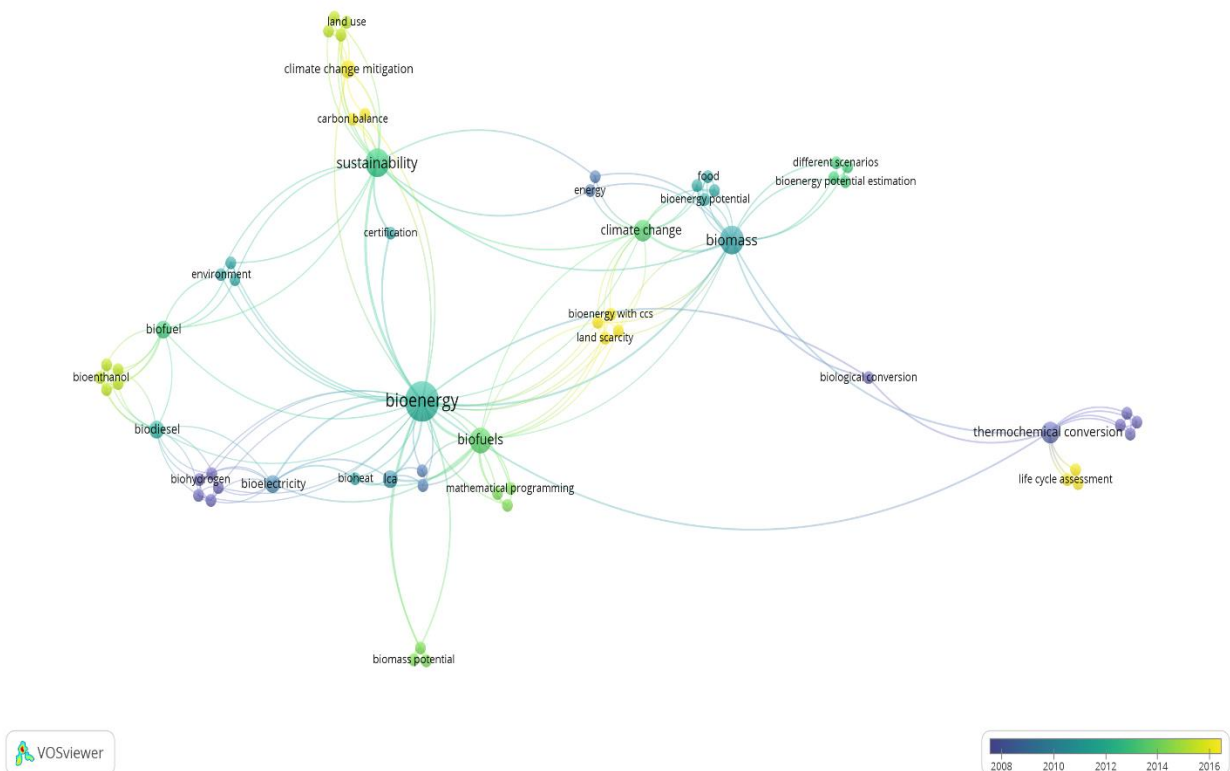
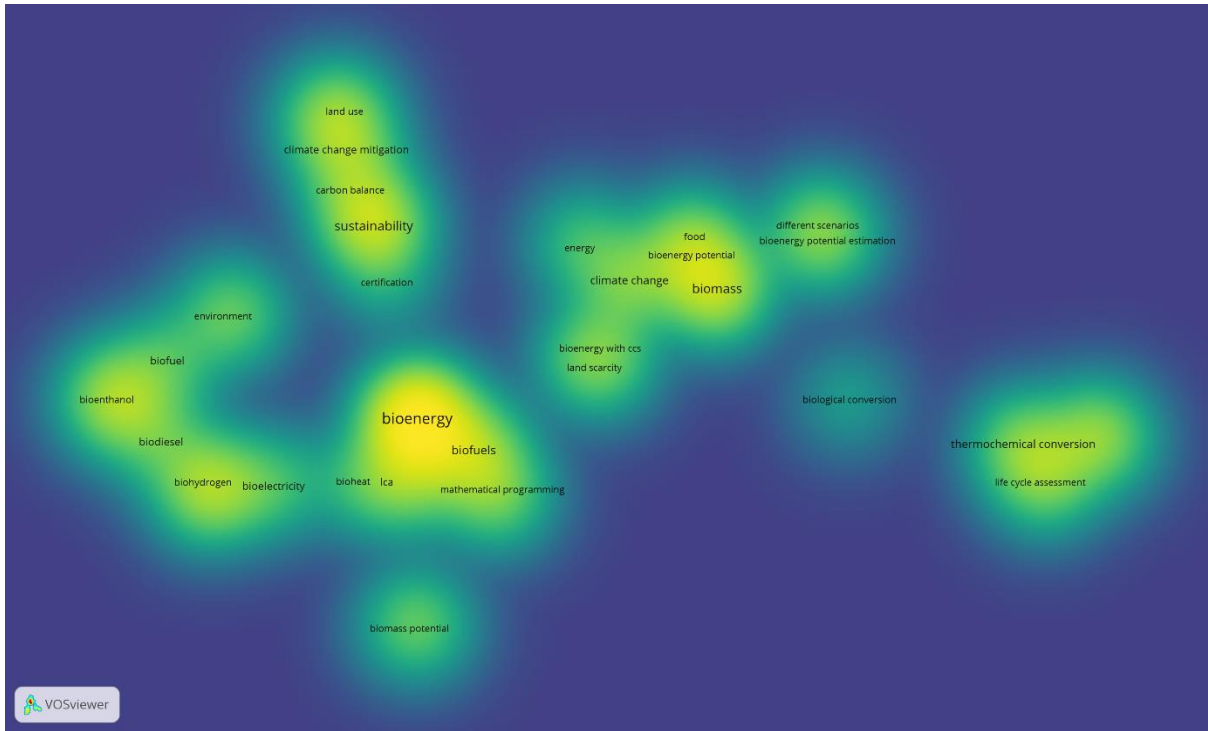


Figura 2. Mapa de redes de correlación del concepto de bioenergía con palabras claves.
Fuente: Creación propia



*Figura 3. Mapa de densidad en correlación del concepto de bioenergía con palabras claves
Fuente: creación propia.*

En la Tabla 1, se observan las principales contribuciones con respecto a la bioenergía a lo largo del período 2015 al 2020 donde cabe resaltar, se eligieron referencias tanto nacionales como internacionales para dar un panorama más general de dónde está posicionada esta alternativa energética y a dónde se puede proyectar, pues unos países son pioneros en el desarrollo de tecnologías sustentables, mientras que otros, están siguiendo sus pasos adaptando los propios recursos que cada nación posee. La información seleccionada resume las aportaciones individuales por ejemplar, las cuales integran finalmente, el análisis completo del caso de estudio.

Tabla 1. Integración de trabajos en base a la contribución de bioenergía.

Título	Contribución	Autor, fecha
ESTADO DEL ARTE DE LA BIOENERGÍA EN MÉXICO	<p>Es urgente mejorar el conocimiento sobre los recursos de biomasa; precisar sus potenciales de producción y uso energético; evaluar objetivamente sus costos económicos, ambientales y sociales, y compararlos con los de otras opciones energéticas.</p> <p>Para desarrollar bioenergía se requiere aplicar en el corto plazo un conjunto favorable de medidas regulatorias, económicas y políticas con efectos inmediatos y con una visión de mediano y largo plazos.</p> <p>En el caso de las tecnologías de primera generación, la mayor parte de las barreras son económicas, pero para poder utilizar las de segunda y tercera generación falta todavía completar un proceso de demostración, adecuación y validación tecnológica y económica.</p>	Carlos Alberto García Bustamante, Omar Masera Cerutti, 2016
Bioenergía: Fuentes, conversión y Sustentabilidad	Descripción de Biocombustibles en sus tres formas: sólidos, líquidos y gaseosos; metodologías para el desarrollo de este tipo de bioenergía. Estudio del arte de diferentes países y perspectivas por zona y tipo de economías.	José María Rincón Martínez, Electo Eduardo Silva Lora, 2014
Analysis of The Covid-19 Impact on Electricity Consumption and Production	Covid-19 ha tenido un gran impacto en el uso de la electricidad y la producción de electricidad en el período, en Turquía, como en otros países, hubo una fuerte disminución en el uso de electricidad comercial e industrial. El efecto coronavirus también se ha reflejado en la demanda eléctrica y la cantidad de consumo ha sufrido un gran cambio negativo.	Mehmet Bulut, 2020
Post-COVID-19 urgency to Green Energy Transition	A pesar de los numerosos avances en la producción y distribución de energía sostenible, la crisis sin precedentes del COVID-19 ha obstaculizado la progresión del acceso universal a energías limpias y sostenibles. Aún así, alrededor de 800 millones de personas carecen de electricidad (ONU SDG7, 2018). La pandemia de COVID-19 insta a la exigencia de acelerar la	Giri, Susmita ;Poudel, Ram Chandra, 2020

	adopción de energías limpias, más seguras y sostenibles.	
Effect of COVID-19 virus on reducing GHG emission and increasing energy generated by renewable energy sources: A brief study in Malaysian context	Muestra los posibles efectos positivos de COVID-19 en el medio ambiente y el aumento de la generación de energía renovable en Malasia, la reducción de la emisión de GEI y gases contaminantes permitió que llegara más luz solar a los paneles fotovoltaicos, aumentando así la generación de energía renovable.	Naderipour, Amirreza ;Abdul-Malek, Zulkurnain ;Ahmad, Noor Azlinda ;Kamyab, Hesam ;Ashokkumar, Veeramuthu ;Ngamcharussrivichai, Chawalit ;Chelliapan, Shreeshivadasan, 2020
Bioenergy in Mexico: Status and perspective	El gobierno de México ha introducido una Ley de Cambio Climático que es única en el mundo; establece metas de reducción de gases de efecto invernadero al mismo nivel de países desarrollados a pesar de ser un país emergente. México es el noveno productor de petróleo más grande del mundo, por lo que los sectores industriales y académicos locales están llamados a liderar la introducción de fuentes de energía renovables y a mejorar la participación de la energía procedente de la biomasa en la canasta energética local.	Aleman-Nava, G. S. ;Meneses-Jacome, A. ;Cardenas-Chavez, D. L. ;Diaz-Chavez, R. ;Scarlat, N. ;Dallemand, J. F. ;Ornelas-Soto, N. ;Garcia-Arrazola, R. ;Parra, R.,2015

4.2. Desarrollo del Estudio del Arte.

4.2.1. Los Biocombustibles hoy en día.

En los últimos años, se ha incrementado increíblemente la necesidad de disminuir la contaminación provocada por el uso de combustibles fósiles, lo que nos da como alternativa el uso de la bioenergía. La aplicación de bioenergía es diferente en cada región y depende mucho del desarrollo económico que tenga la zona, por ejemplo, en el año 2018 se usó en china 9 EJ de biomasa, seguido de India (6 EJ/año), USA(2.3 EJ/año) y Brasil (2 EJ/año) que son los países con una importante demanda de energías alternas.

En general, la bioenergía tiene un gran potencial en el mercado en países industrializados, sobre todo en el norte de Europa donde hay gran cantidad de recursos forestales para la generación de calor y biocombustibles, Así como en la zona intertropical, dadas las condiciones climáticas como la humedad, radiación solar y temperatura que ayudan a que se genere la materia prima durante la mayor parte del año. El uso de la bioenergía trae consigo una serie de ventajas que van desde la parte económica, ya que es notorio el costo de producción en comparación con la extracción de combustibles fósiles, hasta la parte socioeconómica, ya que producir bioenergía genera más empleos locales, desarrollo de las regiones donde se transforme, reducción de la contaminación por disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y sobre todo, el aprovechamiento de recursos renovables y biomásicos.

Un ejemplo importante de la introducción de bioenergía al mercado nacional es en Europa, Argentina y Estados Unidos, donde se han creado leyes en las cuales a los vendedores de combustibles, se les establece la adición de un porcentaje de biocombustibles, a sus productos, los cuales ayudan a un mejor rendimiento del combustible y emitir menos gases, estas mezclas van desde el 5 al 10 % dependiendo de las necesidades de cada vehículo. El uso de la bioenergía se divide en dos categorías principales: "tradicional" y "moderno". El uso tradicional se refiere a la combustión de biomasa en formas tales como madera, desechos animales y carbón vegetal tradicional que son las empleadas desde tiempos remotos, y las tecnologías modernas de bioenergía que incluyen biocombustibles líquidos producidos a partir de bagazo y otras plantas, biorrefinerías, biogás producido por digestión anaeróbica de residuos, sistemas de calefacción de pellets de madera, y otras tecnologías que siguen en desarrollo. De los biocombustibles existentes en el mercado, los que más se utilizan son el bioetanol y el biodiesel, pero hay más variedad en diferentes estados de la materia: tanto sólidos y líquidos como gaseosos.

4.2.1.1 Biocombustibles sólidos

Los combustibles sólidos se dividen en dos grupos que son Pellets y productos de torrefacción.

En países del continente Europeo, se han sustituido los combustibles como el carbón por pellets, ya que sirven para calderas y hornos de poca capacidad energética, siendo estas menores a 10 kW.

La demanda de pellets de madera se ha incrementado debido a su accesibilidad, su facilidad de envío y su eficiencia. Estos son ideales para utilizarlos como fuente de energía para Sistemas de combustión automatizados. 65% de su producción se concentra en plantas generadoras de calor pequeñas y el 35 % en industrias grandes.

Los productos de torrefacción, por su parte, poseen también múltiples beneficios, como la densidad energética que es muy parecida al carbón, se pueden generar a partir de la mayoría de biomasa, su transporte y manejo es muy económico, no se biodegrada mientras está almacenado, su combustión y gasificación son muy limpias.

Estos componentes son el resultado de un proceso de transformación de la biomasa en temperaturas de 200 y 300 °C a un producto hidrofóbico con un alto poder calorífico que se muele y mezcla con carbón mineral para procesos de generación térmica y eléctrica.

La desventaja de estos productos de torrefacción es que aún no se comercializan ya que siguen en prueba a escala laboratorio.

4.2.1.2 Biocombustibles Líquidos

Los biocombustibles líquidos por su parte, son los más conocidos y aplicados en la industria del transporte. La región donde mayor consumo de etanol hay es en Norte América, mientras que Europa consume mayor cantidad de biodiesel (EIA,2018).

Los biocombustibles obtenidos de cultivos energéticos como el etanol y el biodiesel no sólo son importantes para la mitigación de los GEI, si no para la salud pública, pues también se han incrementado de una manera relevante las enfermedades respiratorias en las grandes ciudades que tienen una elevada afluencia de vehículos automotores, donde las industrias predominan y donde no existen las áreas verdes que deberían por la sobrepoblación que enfrentan estas zonas.

4.2.1.3 Biocombustibles Gaseosos

Los biocombustibles gaseosos son la minoría pero no los menos relevantes.

Durante el almacenamiento de la biomasa en medio anaeróbico, se genera biogás con un 50 % de metano aprox., que es inclusive más contaminante que el dióxido de carbono. Es de suma importancia darle un tratamiento para contrarrestar

la generación de este gas de efecto invernadero. Aproximadamente las tres cuartas partes del uso de energía renovable en el mundo implica bioenergía, y más de la mitad del mismo consiste en el uso tradicional de biomasa. La bioenergía representó aproximadamente el 10% del consumo total de energía final y el 1,4% de la generación de energía mundial en 2015.

Brasil es líder en biocombustibles líquidos y tiene la flota más grande de vehículos de combustible flexible, que pueden funcionar con bioetanol, un alcohol que se obtiene principalmente mediante la fermentación de carbohidratos en cultivos de azúcar o almidón, como el maíz, la caña de azúcar o el sorgo dulce. La biomasa tiene un potencial significativo para impulsar el suministro de energía en naciones populosas con una demanda en aumento, como Brasil, India y China. Puede quemarse directamente para calefacción o generación de energía, o puede convertirse en sustitutos de petróleo o gas. Los biocombustibles líquidos, un conveniente sustituto renovable de la gasolina, se utilizan principalmente en el sector del transporte.

4.3 Panorama internacional

El 2019 es el primer año en el que se prevé que la expansión de las energías renovables se ralentice. Sin embargo, la expansión total de la capacidad energética en 2019 también estuvo muy por debajo del promedio y la expansión de la capacidad no renovable fue notablemente baja. En consecuencia, la participación de las energías renovables en la expansión de la capacidad continuó su tendencia ascendente hasta alcanzar el 72% en 2019. De manera similar, la participación renovable de la capacidad de generación total aumentó de 33,3% en 2018 a 34,7% en 2019. A nivel regional, la expansión de la capacidad no renovable en 2019 continuó siguiendo las tendencias a largo plazo, con crecimiento neto en Asia, Oriente Medio y África, pero desmantelamiento neto en Europa y América del Norte y pocos cambios en otras regiones. Sin embargo, las energías renovables aún representaron al menos el 70% de la expansión total de la capacidad en casi todas las regiones en 2019. Las dos excepciones fueron África y Oriente Medio, donde las energías renovables representaron solo el 52% y 26%, respectivamente, de la adición neta. Ahora bien, 2020 es un año en el que el mundo gira en torno a combatir un tema de salud mundial: El surgimiento del Coronavirus visto por primera vez en China, donde todos los

gobiernos desvían fondos de instancias que no son consideradas prioridad, para invertirlos en ciencia y desarrollo de una vacuna para el virus que está propagándose de una manera sorprendentemente rápida.

Dado este panorama, a continuación se describen las estrategias energéticas que se han implementado en cada país, y cómo se posicionan respecto a otros que integran la International Energy Agency.

4.3.1 Alemania

A finales de 2010, Alemania inició la Energiewende, un importante plan para transformar su sistema energético en uno más eficiente, abastecido principalmente por fuentes de energía renovables. El país ha adoptado una estrategia para un camino energético hasta 2050, que incluye una eliminación acelerada de la energía nuclear para 2022.

Para lograr la ambiciosa transformación energética establecida en Energiewende, para 2030 la mitad de todo el suministro eléctrico provendrá de fuentes de energía renovables. Alemania debe continuar desarrollando enfoques rentables basados en el mercado para respaldar el crecimiento previsto de la generación renovable variable. Además, los costes y beneficios de la transición energética deben distribuirse de forma justa y transparente entre todos los sectores y usuarios finales. En particular, las reducciones de emisiones derivadas del calor y el transporte requieren un impulso político adicional.

4.3.2 Brasil

Las políticas energéticas de Brasil están a la altura de los desafíos energéticos más urgentes del mundo. El acceso a la electricidad en todo el país es casi universal y las energías renovables satisfacen casi el 45% de la demanda de energía primaria, lo que convierte al sector energético de Brasil en uno de los menos intensivos en carbono del mundo.

Las grandes centrales hidroeléctricas representan alrededor del 80% de la generación de electricidad doméstica, lo que otorga al sistema eléctrico una gran flexibilidad operativa. La expansión continua de la energía hidroeléctrica se ve cada vez más limitada por la lejanía y la sensibilidad ambiental de una gran parte del recurso restante, aunque se están construyendo 20 GW de capacidad hidroeléctrica en la región amazónica. Está aumentando la dependencia de otras fuentes para la

generación de energía, en particular el gas natural, el viento y la bioenergía. Un sistema de subastas por contrato proporciona un mecanismo para adelantar la inversión en nueva capacidad de generación y transmisión, así como para diversificar la combinación de energía. Según las previsiones de la IEA, las exportaciones netas de petróleo superarán la marca de 1 millón de barriles / día para 2022.

4.3.3 Canadá

Canadá tiene uno de los perfiles de electricidad más limpios entre los países de la IEA, con una gran proporción de energía renovable (especialmente hidroeléctrica) y nuclear. El gobierno planea eliminar gradualmente la energía del carbón para 2030.

El sector petrolero de Canadá ha enfrentado desafíos de crecimiento, en parte debido a la insuficiente capacidad de los oleoductos para llegar a los mercados. Ha aumentado la oposición a los oleoductos por motivos medioambientales. El sector debe concentrarse en mitigar su huella ambiental aguas arriba, incluso a través de las medidas que están tomando los gobiernos federal y provincial. La estrategia climática de Canadá está incorporada en el Marco Pan-Canadiense sobre Crecimiento Limpio y Cambio Climático, que introduce un precio federal del carbono a partir de 20 CAD / tonelada en 2019 y que aumentará a 50 CAD / tonelada en 2022. Otros elementos del Marco incluyen estándares de eficiencia para vehículos y edificios, así como apoyo a las energías renovables.

4.3.4 China

El sector energético de China se está moviendo en una nueva dirección siguiendo el llamado del presidente a una "revolución energética", la "lucha contra la contaminación" y la transición hacia un modelo económico basado en servicios. La política energética hace hincapié en la electricidad, el gas natural y las tecnologías digitales más limpias y de alta eficiencia. Las crecientes necesidades energéticas de China se satisfacen cada vez más con energías renovables, gas natural y electricidad.

Entre 2019 y 2024, China representará el 40% de la expansión global de la capacidad renovable, impulsada por una mejor integración del sistema, menores tasas de restricción y una mayor competitividad tanto de la energía solar fotovoltaica como de la eólica terrestre. Durante el mismo período, se prevé que China represente casi la mitad del crecimiento fotovoltaico distribuido mundial, superando a la UE para

convertirse en el líder mundial en capacidad instalada para 2021. China también está preparada para liderar el crecimiento mundial en la producción de biocombustibles, dado el lanzamiento del etanol mezclarse en un número creciente de provincias y aumentar las inversiones en capacidad de producción. Sin embargo, la demanda y la capacidad de producción de carbón de China siguen siendo altas. Actualmente, una de cada cuatro toneladas de carbón que se utilizan a nivel mundial se quema para producir electricidad en China.

4.3.5 Estados Unidos Americanos

El panorama de la política energética de los Estados Unidos ha cambiado fundamentalmente durante la última década. En muchos aspectos ha habido mejoras significativas y el país se encuentra en una posición sólida para ofrecer un sistema de energía confiable, asequible y ambientalmente sostenible. La política del gobierno de Estados Unidos se centra en el concepto de "dominio energético", que refleja una estrategia para maximizar la producción de energía, expandir las exportaciones y ser líder en tecnologías energéticas. La desregulación ambiental es un enfoque central, aunque puede tener implicaciones para la trayectoria de las emisiones.

La combinación de combustibles de la generación de energía en los Estados Unidos está experimentando una transición considerable. La energía del carbón ha disminuido en la última década a medida que el auge del gas de esquisto ha hecho que los generadores de gas natural sean más competitivos en cuanto a costos. Mientras tanto, la electricidad renovable también ha experimentado un rápido crecimiento, impulsada por la reducción de costos y el apoyo de políticas, mientras que la energía nuclear se enfrenta a amenazas más competitivas.

4.3.6 Japón

Japón ha sido durante mucho tiempo un importante consumidor e importador de energía y un líder reconocido en el desarrollo de tecnología energética. Los esfuerzos para superar las consecuencias del terremoto de 2011 y el posterior accidente nuclear de Fukushima han dominado la política energética en los últimos años. Una consecuencia del accidente fue el cierre de todas las plantas de energía nuclear, lo que provocó un aumento significativo en el uso de combustibles fósiles, un aumento de las importaciones de combustible y un aumento de las emisiones de

dióxido de carbono. También ha llevado los precios de la electricidad a niveles insostenibles.

Frente a estos desafíos, el gobierno de Japón ha revisado su política energética en los últimos años para enfocarse en diversificar aún más su combinación energética (menos uso de combustibles fósiles, más dependencia de la energía renovable, reiniciar las plantas nucleares cuando se declaran seguras) y frenar las emisiones de carbono. Sobre la base de estos planes, Japón ha definido objetivos ambiciosos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 26% entre 2013 y 2030.

4.3.7 Suiza

Suiza tiene la intensidad de carbono más baja entre los países de la IEA, debido a un sector de electricidad libre de carbono dominado por la generación nuclear e hidroeléctrica. La Estrategia Energética 2050 del país traza el camino hacia una economía baja en carbono en la que una mayor eficiencia energética y fuentes de energía renovables reemplacen a la energía nuclear.

En este contexto, la última revisión de la IEA de las políticas energéticas de Suiza se centra en dos áreas que son fundamentales para orientarla hacia un futuro energético más seguro y sostenible: el diseño del mercado de la electricidad y la política climática para el período posterior a 2020. La nueva estrategia energética requerirá la apertura del mercado eléctrico suizo y la plena integración en el mercado eléctrico europeo para satisfacer las necesidades energéticas futuras. La AIE anima al gobierno suizo a llevar las negociaciones en curso con la Unión Europea sobre un acuerdo de electricidad a un resultado exitoso. El gravamen de dióxido de carbono de Suiza sobre los combustibles estacionarios y su ajuste automático al alza han demostrado ser muy eficaces para cambiar la demanda de energía del petróleo hacia el gas y las fuentes de energía renovables. Sin embargo, es necesario hacer más para limitar las emisiones del transporte.

4.4 Biocombustibles en México

Se estima que la población de México ascienda a más de 150 millones. Esto, junto con las mejoras en la productividad, se espera impulse el crecimiento económico. Y como resultado, la demanda de energía aumente significativamente.

Actualmente, la combinación de energía en el país está dominada por el petróleo y el gas, y el petróleo representa aproximadamente el 50%.

México tiene un sector eléctrico de rápido crecimiento, con una demanda que aumenta en promedio un 2.9% por año desde 2000 (Bonin & Lal, 2012; Dale, Kline, Parish, & Eichler, 2019; Li et al., 2014; Nunez-Retana, Wehenkel, Vega-Nieva, Garcia-Quezada, & Carrillo-Parra, 2019; Stewart, 2015). El gas natural es la principal fuente de electricidad, beneficiándose de los bajos precios del gas en América del Norte. Se prevé que la generación de energía a partir de fuentes renovables aumente significativamente, gracias a los objetivos y el apoyo a la energía limpia y los recursos eólicos y solares excepcionalmente buenos. Por el contrario, el uso de petróleo para la electricidad ha disminuido drásticamente en los últimos 15 años, pero sigue siendo más alto que en muchos otros países de la IEA. El 98,7% de la población tiene acceso a la electricidad y el desafío consiste en conectar las áreas remotas restantes. Las ganancias de eficiencia en México desde 2000 han reducido las importaciones de carbón y gas en un 2% y han evitado 12 MT de CO₂-eq en emisiones (Aguilar-Rivera, Algara-Siller, Olvera-Vargas, & Michel-Cuello, 2018; Dale et al., 2019; González & Castellano, 2013; Kohler, Walz, & Marscheider-Weidemann, 2014; Perez-Denicia, Fernandez-Luqueno, Vilarino-Ayala, Montano-Zetina, & Maldonado-Lopez, 2017). Más de la mitad de estos ahorros se han logrado en el sector residencial, seguido del transporte público. En el año 2017 según el último Balance Nacional de Energía registrado, el consumo de energía per cápita en 2017 fue 0.2% mayor que el de 2016. Cada habitante en el territorio nacional consumió, en promedio, 74.89 Giga Joules durante todo el año. Durante el año 2017 la producción de energía primaria disminuyó 8.9% respecto al año 2016 y totalizó 7,027.22 PJ. La reducción de la producción de petróleo es el principal elemento que define el comportamiento de la producción de energía a nivel nacional. Los hidrocarburos aportaron el 84.54% a la producción de energía primaria, 11.3% menor respecto a lo observado en 2016. La producción de fuentes no fósiles de energía primaria aumentó su participación, pasando de 9.9% a 11.1% de 2016 a 2017.

En el país, el Marco legal de la bioenergía está establecido con la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPDB) y la Ley para Aprovechamiento de las Energías Renovables y Financiamiento para la Transición Energética (LAERFTE). Las políticas públicas actuales están sobre todo enfocadas a la implementación de biocombustibles líquidos y biogás. La LPDB se concentra en la

promoción del etanol y biodiésel como sustitutos de la gasolina y el diésel de petróleo, y de ella se derivaron originalmente dos programas: el Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico, que pretende fomentar la producción sustentable de insumos para bioenergéticos y su comercialización, y el Programa de Introducción de Bioenergéticos, que pretendía brindar certidumbre para el desarrollo de la cadena de producción y consumo de biocombustibles en la mezcla de combustibles para el transporte con la meta de producir 200 millones de litros para la mezcla de etanol anhidro en gasolina en Guadalajara, Monterrey y D.F. para el 2012 (Ganjegunte, Ulery, Niu, & Wu, 2018; Garcia et al., 2015; Islas-Samperio, Manzini, & Grande-Acosta, 2020; Scott, Zarazúa, & Levine, 2000). Debido a que el programa no se pudo concretar, se estableció el Programa de Introducción de Etanol Anhidro, mismo que tampoco tuvo éxito debido a los bajos precios de compra ofertados por Pemex.

Por su parte, la LAERFTE tiene el objetivo de “regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética”. Define entre las fuentes de energías renovables a “los bioenergéticos que determine la LPDB así como las que determine la SENER”. La meta de participación de todo este grupo de fuentes de energía limpias al 2024 es del 35%. Así mismo, se desarrolló una Norma MX para la certificación de biocombustibles líquidos provenientes de biomasa vegetal ya que son los que están en su mayor auge de aplicación. Es de tipo voluntario y considera dos niveles de cumplimiento (con un conjunto de indicadores básicos de cumplimiento y otro conjunto más exigente, que representan mejoras). La norma está inspirada en la iniciativa de la RSB, y contiene 9 criterios y 120 indicadores. Para la dimensión ambiental se incluyen: la mitigación de GEI, calidad del aire, consumo y calidad del agua, entre otros. Para la dimensión social incluye criterios relativos a la propiedad de la tierra, desarrollo rural y seguridad alimentaria. La norma además presenta un elemento positivo y novedoso, en comparación a las iniciativas internacionales existentes, al incluir un criterio sobre la eficacia de los biocombustibles para sustituir energía fósil, el cual es calculado por medio del índice de retorno energético. Este índice debe permitir que sólo se puedan certificar combustibles que entregan más energía renovable que la energía fósil consumida en producirlos ($E_{\text{renovable}}/ E_{\text{fósil}} \geq 1.5$). La norma presenta las metodologías

específicas para este índice y para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero, y propone un valor provisional de referencia fósil en tanto son acordados los valores de emisiones de GEI en el ciclo de Vida de la gasolina y el diésel que se vende en México, para determinar si se cumplen los requerimientos de mitigación de la norma. También, en 2013 se aprobó la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), a través de la cual se modificó, entre otros, el mercado bilateral entre generadores y usuarios finales. La Ley dio origen al Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), un mecanismo bajo el cual los usuarios finales con una demanda mayor a 1 MW cuentan con distintas alternativas para abastecerse de energía. (De acuerdo con el Artículo 60 de la LIE, aquellos usuarios que cumplen con los requerimientos establecidos y que comenzaron operaciones después de la entrada en vigor de la ley únicamente estarán en posibilidad de abastecer su energía eléctrica a través de las opciones 2, 3, o 4)

1) Mantener el contrato con CFE Suministrador de Servicios Básicos (CFE SSB).

2) Registrarse como Usuario Calificado Participante del Mercado para firmar un Contrato de Cobertura Eléctrica (PPA por sus iniciales en inglés) directamente con un generador o abastecerse de energía a través del mercado spot.

3) Registrarse como Usuario Calificado y firmar PPA's a través de un tercero (Suministrador Calificado).

4) Abastecerse de energía a través de Generación Distribuida, Abasto Aislado y/o Generación Local.

En la figura 4, se muestra la distribución de la aplicación del MEM, y el tipo de energías que se emplean por estado, así como la cantidad de usuarios registrados hasta el año 2019.

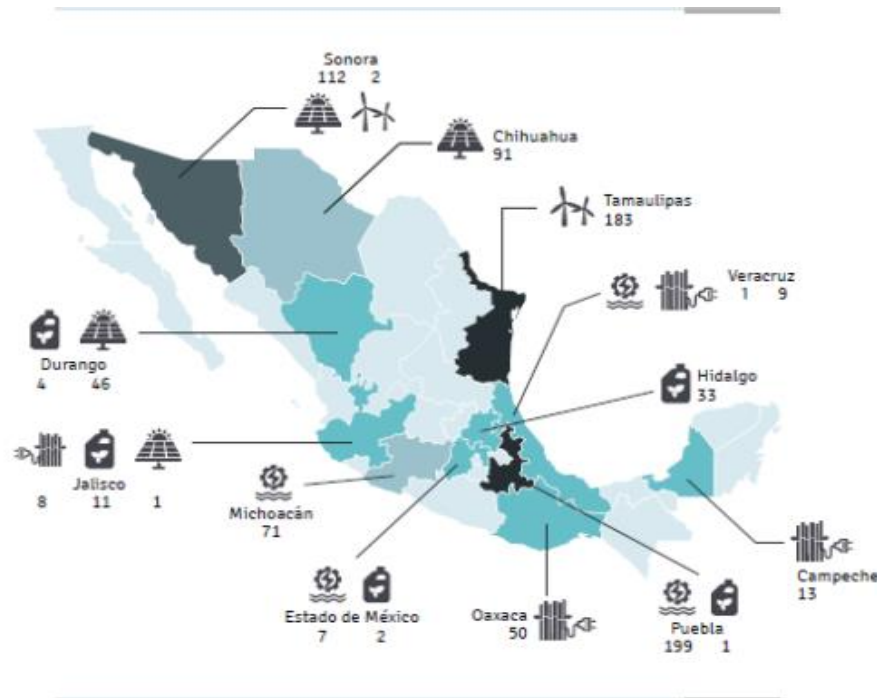


Figura 4. Distribución geográfica de la capacidad renovable instalada y operando en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) 2019. Fuente: Zumma con información de la CME (2019)

4.5 Impacto de los biocombustibles en tiempos de COVID

La pandemia de COVID-19 ha enseñado a varios países a ser más independientes con sus recursos energéticos, aunque el número considerable de nuevos proyectos de energía verde está a punto de disminuir este año. Sin embargo, los proyectos paralizados se reiniciarán el próximo año una vez que reciban el apoyo adecuado del gobierno y los inversores. La transición energética debe ser considerada y trabajada como la agenda global principal. Además de la transición a la energía verde, la pandemia está creando oportunidades para el crecimiento de la (bio) economía circular y la recuperación económica (Abu-Rayash & Dincer, 2020; Ashford, Hall, Arango-Quiroga, Metaxas, & Showalter, 2020; Barton et al., 2020; Hensel et al., 2020; Palmi, Corallo, Prete, & Harris; Renn, 2020; Wang & Wells, 2020).

El cambio de la reciente crisis económica de COVID-19 hacia la recuperación a largo plazo es posible a través de una planificación, inversión y acciones efectivas. Como ejemplo, la Comisión Europea (CE) se ha comprometido con el acuerdo verde y ha propuesto un presupuesto total de 1,85 billones de euros para 2021-2027, dando prioridad a la inversión verde (CE, 2020). Al mismo tiempo, algunos otros países solo se están enfocando en la recuperación económica a corto plazo en lugar de invertir

en la recuperación verde. Recientemente, países como Estados Unidos, México y Sudáfrica están apoyando leyes para controlar la contaminación y estándares para los combustibles para vehículos que favorecen el uso de combustibles fósiles (Hanna et al., 2020). Según el Banco Mundial (2020a), aprovechar las oportunidades invirtiendo más en energía renovable puede ser un recurso prometedor para equilibrar la caída económica debido a la pandemia en la recuperación económica posterior al COVID-19 (Ashford et al., 2020; Shurson, 2020).

La energía verde no es solo la alternativa a las energías no renovables como los combustibles fósiles, sino también la energía limpia, segura y sostenible del futuro (Barbier & Burgess, 2020; Palmi et al.). La explotación de combustibles fósiles afecta la salud humana directa o indirectamente, afectando principalmente a los ojos, la piel y los pulmones. Incluso la causa de la pandemia actual, COVID-19 también es un virus mortal altamente contagioso que afecta los pulmones y dificulta la respiración, provocando la muerte de la persona (Ashford et al., 2020; Neumeyer, Ashton, & Dentchev, 2020; Sharov, 2020). Si bien la causa directa de la existencia del coronavirus no es la contaminación del aire o el cambio climático, estos parámetros sí han ideado una situación favorable para la prolongación de este virus a nuestro alrededor (Hensel et al., 2020; Jones & Comfort, 2020; Sovacool, Del Rio, & Griffiths, 2020; Wang & Wells, 2020).

La enorme explotación de la energía convencional ha empeorado de manera alarmante el cambio climático, que deriva en el calentamiento global, la expansión del agujero de la capa de ozono y el derretimiento de las nieves y el hielo perennes de la Antártida, lo que ha provocado el aumento del nivel del mar, inundaciones, sequías y deslizamientos de tierra. Un nuevo estudio realizado por Diamond y Wood (2020) mostró que el dióxido de nitrógeno; un contaminante atmosférico significativo que causa un efecto perjudicial en los pulmones se redujo en aproximadamente un 50% en el norte de China, a principios de 2020, así como el material particulado, que es lo suficientemente pequeño como para penetrar en los pulmones humanos y causar daño, se redujo significativamente en un 35% y podemos atribuir estas cifras a la cuarentena ocasionada por la presente pandemia, debido al estricto cierre de las grandes industrias y fábricas, y una caída significativa en el uso de los medios de transporte que utilizan gasolina y Diesel como combustibles, fue posible crear una disminución sustancial en los niveles de contaminación. Este escenario demanda

fuertemente la implantación generalizada de energías renovables en el sector transporte e industrial(Barton et al., 2020; Palmi et al.; Rose; Wang & Wells, 2020).

Aunque las consecuencias del cambio climático parecen dilatorias en comparación con la omnipresencia del COVID-19, los efectos del cambio climático son relativamente insidiosos y mucho más enormes (Kuzemko et al., 2020; Pinheiro & Luis, 2020). Las fuentes de energía limpia y verde son asequibles, sostenibles y fiables. Contribuyen a descarbonizar el sistema energético existente. Aunque la transición global de la energía convencional a la energía verde y renovable es bastante exigente, no es imposible(Moreno-Serna et al., 2020; Rowan & Laffey, 2020).

4.6 Impacto del COVID-19 en la contaminación global.

Desde que comenzó la pandemia de COVID-19, las observaciones espaciales y terrestres han demostrado que la atmósfera de la Tierra ha experimentado reducciones significativas en algunos contaminantes del aire.

Utilizando modelos informáticos para generar un 2020 sin COVID para comparar, los investigadores de la NASA encontraron que desde febrero, las restricciones pandémicas han reducido las concentraciones globales de dióxido de nitrógeno en casi un 20%.(Conferencia Internacional de CRAAAR, 2020).

En este estudio, 50 de las 61 ciudades analizadas mostraron reducciones de dióxido de nitrógeno entre el 20 y el 50%. Atribuidas a la pandemia que estamos viviendo. Wuhan, China, fue el primer municipio que informó un brote de COVID-19 y también fue el primero en mostrar una reducción de las emisiones de dióxido de nitrógeno: un 60% menos que los valores simulados esperados. Poco después se produjo una disminución del 60% en Milán y del 45% en Nueva York, cuando entraron en vigor las restricciones locales.(NASA,2020).

La pandemia de COVID-19 no es una solución para el cambio climático. Sin embargo, nos brinda una oportunidad para adoptar medidas de índole climática más sostenidas y ambiciosas encaminadas a reducir las emisiones hasta un nivel cero neto a través de una metamorfosis integral de nuestros sistemas industriales, energéticos y de transporte. Los cambios que deben aplicarse son técnicamente posibles y viables desde el punto de vista económico, y su repercusión en nuestra vida cotidiana solo sería marginal(Taalas,2020).

4.7 Perspectivas de innovación sustentable

La innovación sustentable en sistemas productivos agrícolas, ganaderos y forestales es radicalmente distinta a lo que se instrumentó en la llamada Revolución Verde, ya que en esta última se considera a los productores y sus familias solo como los receptores de las tecnologías que desarrollan las empresas y los centros de investigación. La Revolución Verde, iniciada en los años de los setentas del siglo pasado, aumentó en el corto plazo los rendimientos de los cultivos más importantes para la población mundial a través de la aplicación masiva de un paquete tecnológico simple y único (Evenson y Gollin, 2003).

En el contexto actual de cambio global, en particular del calentamiento global, la población necesita ajustar el uso del suelo y la infraestructura a sus estrategias de manejo. Para ello, se requiere que la investigación básica y aplicada contribuya a un mayor conocimiento de cómo los agroecosistemas responden a la variación climática. Combinando este conocimiento científico con el conocimiento campesino, que sustenta a los sistemas tradicionales de producción, se pueden aportar innovaciones para el desarrollo de alternativas de sistemas alimentarios sustentables regionales. Innovación, adaptación, planeación, modelación son aspectos que requieren de la combinación de conocimiento local y científico sólido en ecología, sobre la relación entre variables climáticas y edáficas, las relaciones planta-suelo, interacciones bióticas, y ajustes fisiológicos de las plantas manejadas en el entorno del agroecosistema. El diseño de metas de producción sustentable requiere de métodos creativos y herramientas innovadoras, donde el conocimiento ecológico es central.

Algunas alternativas para la aplicación de estos sistemas tecnológicos son:
La Modelación espacial y temporal de los recursos energéticos, software de apoyo, diseño de sistemas de producción y reciclaje de energía en medios rurales, dispositivos de medición de eficiencia energética, alternativas para reducción de uso de energía, cursos de capacitación para la eficiencia de uso y reciclaje de energía renovable.

El diseño de sistemas de producción basados en insumos locales, uso eficiente y reciclaje de nutrientes, análisis de ciclo de vida, software y aplicaciones para optimizar la fertilización, medir las entradas y salidas y generar balances estequiométricos,

modelación espacial y temporal de disponibilidad y desbalances en nutrientes para poder aplicar la economía circular.

La producción de fertilizantes con bajas emisiones, técnicas de manejo de excretas, compostas, biofertilizantes y bioplaguicidas, biodigestores adaptados a la producción ganadera de pequeña escala, software de asesoría en manejo de almacenes de carbono, fuegos prescritos o quemas de limpieza para controlar los GEI y otros contaminantes atmosféricos.

Capítulo V. Conclusiones

La situación actual del mundo nos está dando un panorama diferente acerca de la vida cotidiana, este trabajo sirve para tener una visión muy amplia de cómo está cambiando el ritmo de vida en todo el planeta. Hay países que están aprovechando el momento para poder lanzarse a las energías limpias, sobre todo la parte bioenergética que es la que se puede implementar en los hogares y que es económica. Las bibliografías revisadas dan el soporte para afirmar que si con la crisis de salud mundial, y todo lo que derivó de ella, (como la cuarentena guardada en casa y la disminución del movimiento automotor) hubo una reducción en la emisión de contaminantes atmosféricos importante, con la implementación de la bioenergía, esta reducción sería más significativa.

Esta es la oportunidad para comenzar con el cambio energético tradicional por algún sistema innovador y sobre todo sustentable, pues para el COVID-19 se está desarrollando rápidamente una cura, sin embargo, para la crisis ambiental que se avecina no, y es de suma relevancia el comenzar a implementar recursos renovables y biomédicos de generación, tanto natural como doméstica e industrial, para un aprovechamiento sustentable.

El reto de la transición a energías limpias, reside en la viabilidad y factibilidad tanto técnica como económica, en el desarrollo de tecnologías accesibles y manejables para que la población se vaya adaptando a ellas, y no verlas como un obstáculo técnico y de mantenimiento, si no como el primer paso para comenzar con el aprovechamiento sustentable de los recursos y que se pueda reflejar en la economía y en la mitigación del calentamiento global, la contaminación ambiental y el rompimiento de la capa de ozono.

Anexos

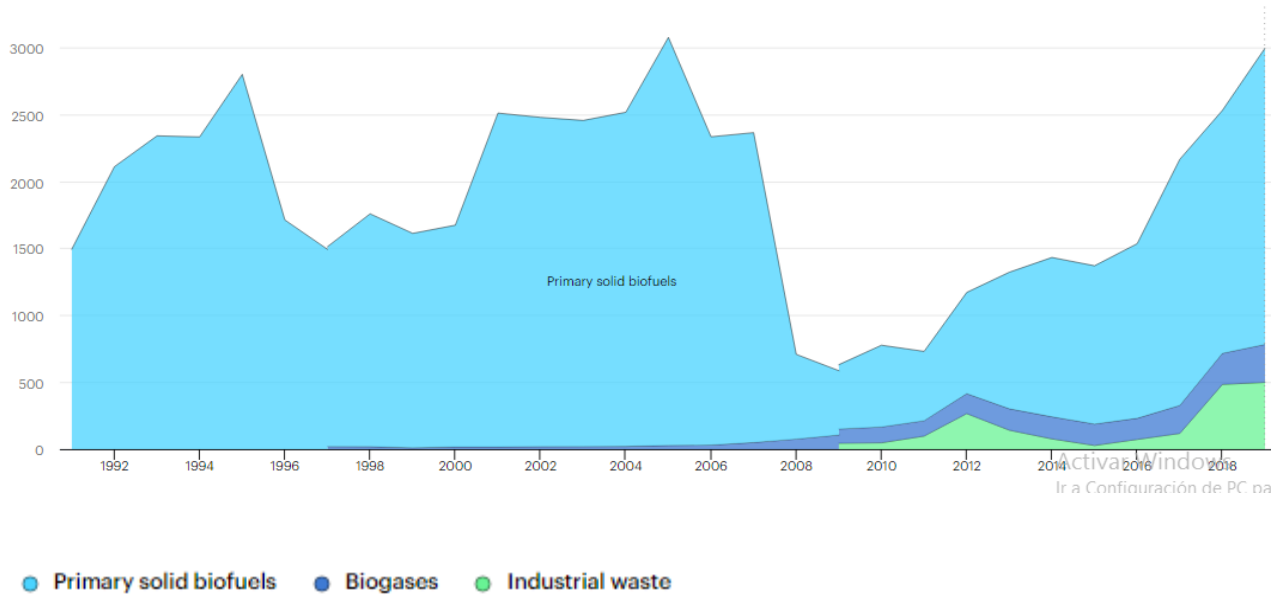
A. Tablas

Tabla 2. Consumo final total por tipo de combustible, comparación entre los años 2016 y 2017

Tabla 2. Consumo final total por tipo de combustible (Peta Joules)		
	2016	2017
Consumo final total	5479.55	5498.89
Consumo no energético total	173.69	136.07
Bagazo de caña	0.24	0.24
Gas licuado	1.74	1.98
Gas seco	24.78	19.78
Gasolinas y naftas	17.39	11.25
Productos no energéticos	129.53	102.82
Consumo energético total	5305.86	5362.82
Carbon	63.76	237.44
Solar	10.57	10.89
Combustoleo	33.56	29.94
Coque de carbón	63.52	63.75
Querosenos	166.93	172.55
Coque de petróleo	142.14	142.36
Biomasa	289.83	300.2
Gas licuado	424.76	423.27
Gas seco	700.94	734.69
Electricidad	936.19	935.57
Diésel	856.33	807.73
Gasolinas y naftas	1617.32	1504.41
Fuente: Sistema de información Energética. SENER		

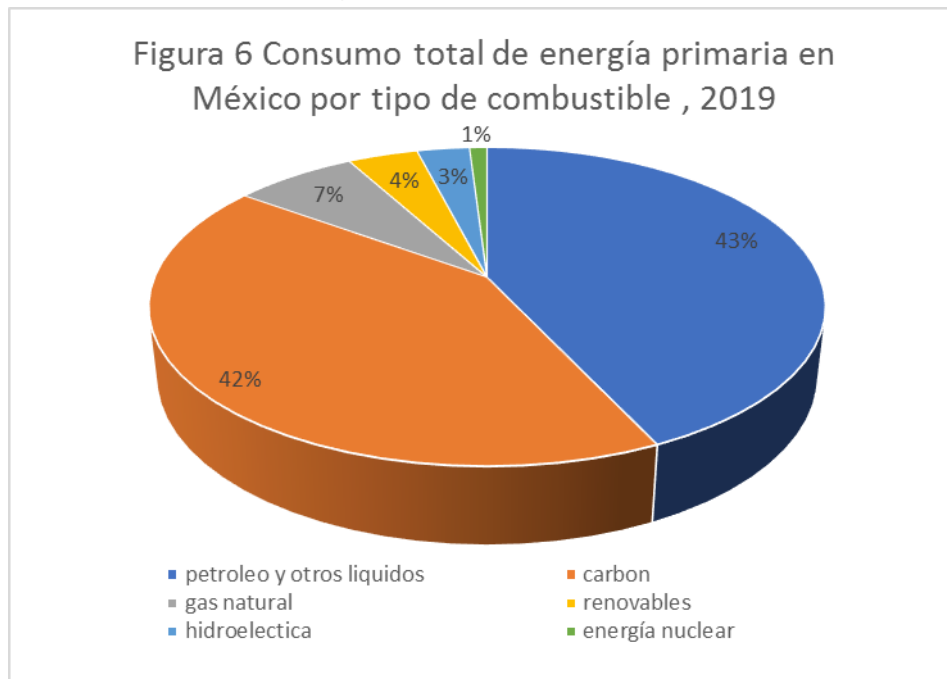
B. Figuras

Figura 5. Generación de electricidad de biocombustibles y residuos por recurso en México 1991-2019



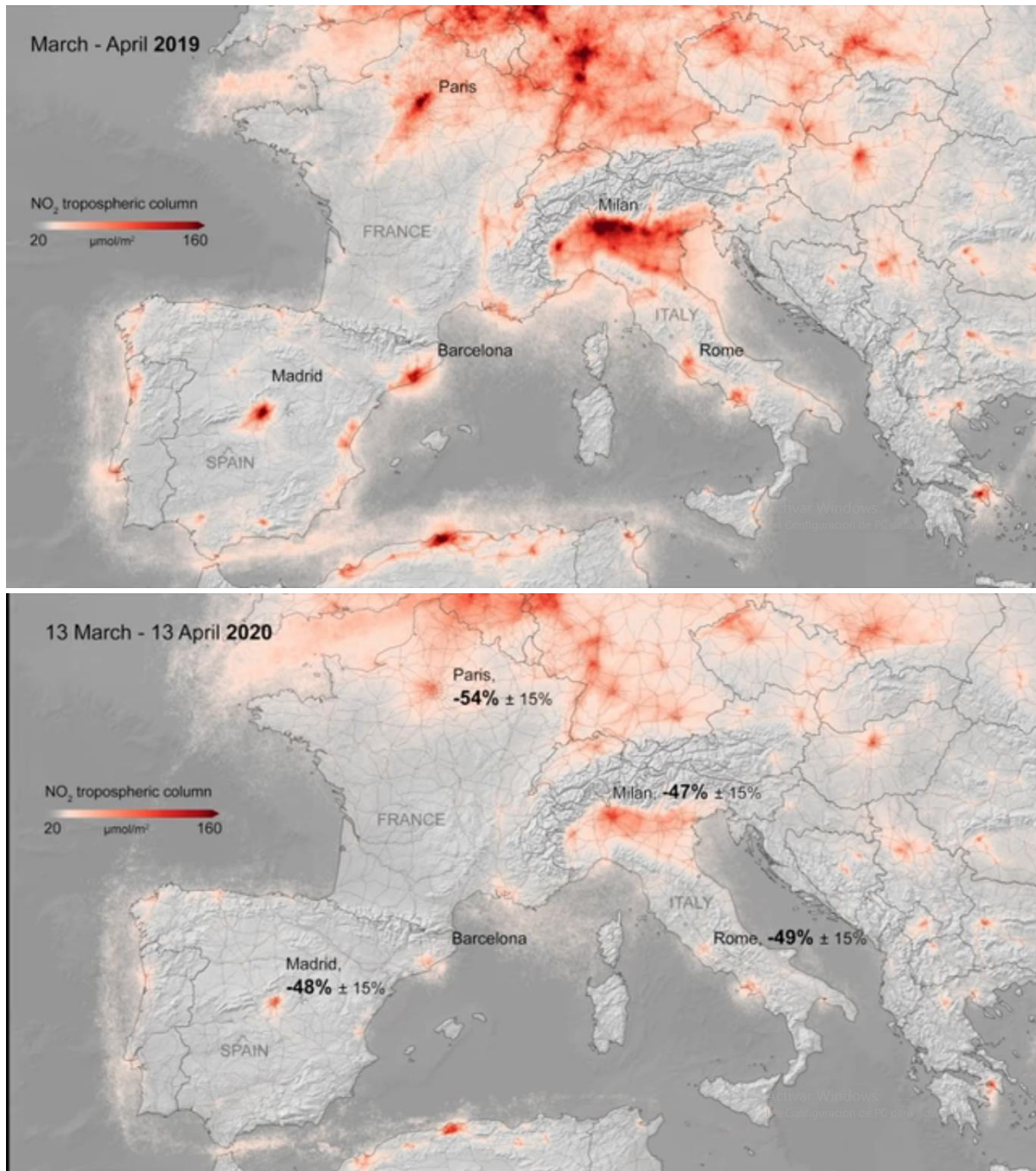
Fuente : Statistical Review of World Energy 2020

Figura 6. Consumo total de energía en México en el año 2019 por tipo de combustible,



Fuente : Statistical Review of World Energy 2020

Figura 7. Niveles de dióxido de nitrógeno en el continente europeo, parte superior, en el periodo de marzo-abril 2019. En la parte inferior, del periodo marzo- abril 2020 cuando todo el planeta se mantenía en cuarentena obligatoria.



Fuente: NASA's Goddard Space Flight Center, 2020

Referencias bibliográficas

- Abu-Rayash, A., & Dincer, I. (2020). Analysis of mobility trends during the COVID-19 coronavirus pandemic: Exploring the impacts on global aviation and travel in selected cities. *Energy Research & Social Science*, 68.
- Aguero-Rodriguez, J. C., Tepetla-Montes, J., & Torres-Beristain, B. (2015). Biofuels and sugarcane in Veracruz, Mexico: perspectives and socio-environmental risks. *Cienciauat*, 9(2), 74-84.
- Aguilar-Rivera, N., Algara-Siller, M., Olvera-Vargas, L. A., & Michel-Cuello, C. (2018). Land management in Mexican sugarcane crop fields. *Land Use Policy*, 78, 763-780.
- Aleman-Nava, G. S., Meneses-Jacome, A., Cardenas-Chavez, D. L., Diaz-Chavez, R., Scarlat, N., Dallemand, J. F., et al. (2015). Bioenergy in Mexico: Status and perspective. *Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr*, 9(1), 8-20.
- Ashford, N. A., Hall, R. P., Arango-Quiroga, J., Metaxas, K. A., & Showalter, A. L. (2020). Addressing Inequality: The First Step Beyond COVID-19 and Towards Sustainability. *Sustainability*, 12(13).
- Barbier, E. B., & Burgess, J. C. (2020). Sustainability and development after COVID-19. *World Dev*, 135, 105082.
- Barton, C. M., Alberti, M., Ames, D., Atkinson, J.-A., Bales, J., Burke, E., et al. (2020). Call for transparency of COVID-19 models. *Science*, 368(6490), 482-483.
- Bonin, C., & Lal, R. (2012). AGRONOMIC AND ECOLOGICAL IMPLICATIONS OF BIOFUELS. In D. L. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy, Vol 117* (Vol. 117, pp. 1-50).
- Dale, V. H., Kline, K. L., Parish, E. S., & Eichler, S. E. (2019). Engaging stakeholders to assess landscape sustainability. *Landscape Ecology*, 34(6), 1199-1218.
- Dutta, A., Das, A., Kondziella, D., & Stachowiak, M. K. (2020). Bioenergy Crisis in Coronavirus Diseases? : Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Escamilla-Alvarado, C., Poggi-Varaldo, H. M., & Ponce-Noyola, M. T. (2017). Bioenergy and bioproducts from municipal organic waste as alternative to landfilling: a comparative life cycle assessment with prospective application to Mexico. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(33), 25602-25617.
- Espana-Gamboa, E., Dominguez-Maldonado, J. A., Tapia-Tussell, R., Chale-Canul, J. S., & Alzate-Gaviria, L. (2018). Corn industrial wastewater (nejayote): a promising substrate in Mexico for methane production in a coupled system (APCR-UASB). *Environmental Science and Pollution Research*, 25(1), 712-722.
- Ganjegunte, G., Ulery, A., Niu, G. H., & Wu, Y. Q. (2018). Treated urban wastewater irrigation effects on bioenergy sorghum biomass, quality, and soil salinity in an arid environment. *Land Degradation & Development*, 29(3), 534-542.
- Garcia, C. A., Riegelhaupt, E., Ghilardi, A., Skutsch, M., Islas, J., Manzini, F., et al. (2015). Sustainable bioenergy options for Mexico: GHG mitigation and costs. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 43, 545-552.
- González, A. Á., & Castellano, J. F. M. (2013). LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (EIA), CONFORME AL REGLAMENTO Y LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) EN MÉXICO. *Desarrollo local sostenible*(16).
- Hensel, A., Bauer, R., Heinrich, M., Spiegler, V., Kayser, O., Hempel, G., et al. (2020). Challenges at the Time of COVID-19: Opportunities and Innovations in Antivirals from Nature. *Planta Med*, 86(10), 659-664.
- Hernandez, U. F., Jaeger, D., & Samperio, J. I. (2017). Bioenergy Potential and Utilization Costs for the Supply of Forest Woody Biomass for Energetic Use at a Regional Scale in Mexico. *Energies*, 10(8).
- Islas-Samperio, J. M., Manzini, F., & Grande-Acosta, G. K. (2020). Toward a Low-Carbon Transport Sector in Mexico. *Energies*, 13(1).
- Jones, P., & Comfort, D. (2020). A commentary on the COVID-19 crisis, sustainability and the service industries. *J Public Aff*, e2164.
- Kohler, J., Walz, R., & Marscheider-Weidemann, F. (2014). Eco-Innovation in NICs: Conditions for Export Success With an Application to Biofuels in Transport. *Journal of Environment & Development*, 23(1), 133-159.
- Kuzemko, C., Bradshaw, M., Bridge, G., Goldthau, A., Jewell, J., Overland, I., et al. (2020). Covid-19 and the politics of sustainable energy transitions. *Energy Res Soc Sci*, 68, 101685.

- Li, H. J., Pattathil, S., Foston, M. B., Ding, S. Y., Kumar, R., Gao, X. D., et al. (2014). Agave proves to be a low recalcitrant lignocellulosic feedstock for biofuels production on semi-arid lands. *Biotechnology for Biofuels*, 7.
- Moreno-Serna, J., Purcell, W. M., Sanchez-Chaparro, T., Soberon, M., Lumbreras, J., & Mataix, C. (2020). Catalyzing Transformational Partnerships for the SDGs: Effectiveness and Impact of the Multi-Stakeholder Initiative. *Sustainability*, 12(17).
- Neumeyer, X., Ashton, W. S., & Dentchev, N. (2020). Addressing resource and waste management challenges imposed by COVID-19: An entrepreneurship perspective. *Resources Conservation and Recycling*, 162.
- Nunez-Retana, V. D., Wehenkel, C., Vega-Nieva, D. J., Garcia-Quezada, J., & Carrillo-Parra, A. (2019). The Bioenergetic Potential of Four Oak Species from Northeastern Mexico. *Forests*, 10(10).
- Palmi, P., Corallo, A., Prete, M. I., & Harris, P. Balancing exploration and exploitation in public management: Proposal for an organizational model. *Journal of Public Affairs*.
- Park, S. C., Ansley, R. J., Mirik, M., & Maindrault, M. A. (2012). Delivered Biomass Costs of Honey Mesquite (*Prosopis glandulosa*) for Bioenergy Uses in the South Central USA. *Bioenergy Research*, 5(4), 989-1001.
- Perez-Denicia, E., Fernandez-Luqueno, F., Vilarino-Ayala, D., Montano-Zetina, L. M., & Maldonado-Lopez, L. A. (2017). Renewable energy sources for electricity generation in Mexico: A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 78, 597-613.
- Pinheiro, M. D., & Luis, N. C. (2020). COVID-19 Could Leverage a Sustainable Built Environment. *Sustainability*, 12(14).
- Renn, O. (2020). The Call for Sustainable and Resilient Policies in the COVID-19 Crisis: How Can They Be Interpreted and Implemented? *Sustainability*, 12(16), 6466.
- Rose, J. Biopolitics, Essential Labor, and the Political-Economic Crises of COVID-19. *Leisure Sciences*.
- Rowan, N. J., & Laffey, J. G. (2020). Challenges and solutions for addressing critical shortage of supply chain for personal and protective equipment (PPE) arising from Coronavirus disease (COVID19) pandemic - Case study from the Republic of Ireland. *Science of the Total Environment*, 725.
- Ruiz, H. A., Martinez, A., & Vermerris, W. (2016). Bioenergy Potential, Energy Crops, and Biofuel Production in Mexico. *Bioenergy Research*, 9(4), 981-984.
- Salas-Martinez, F., Valdes-Rodriguez, O. A., & Mendez-Perez, M. (2020). Changes in temperature and rainfall caused by three crops in the state of Veracruz, Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales Y Del Ambiente*, 26(2), 273-289.
- Scott, C. A., Zarazúa, J. A., & Levine, G. (2000). *Urban-wastewater reuse for crop production in the water-short Guanajuato river basin, Mexico* (Vol. 41): IWMI.
- Sharov, K. S. (2020). Adaptation to SARS-CoV-2 under stress: Role of distorted information. *European Journal of Clinical Investigation*, 50(9).
- Shurson, G. C. (2020). "What a Waste"-Can We Improve Sustainability of Food Animal Production Systems by Recycling Food Waste Streams into Animal Feed in an Era of Health, Climate, and Economic Crises? *Sustainability*, 12(17).
- Sovacool, B. K., Del Rio, D. F., & Griffiths, S. (2020). Contextualizing the Covid-19 pandemic for a carbon-constrained world: Insights for sustainability transitions, energy justice, and research methodology. *Energy Research & Social Science*, 68.
- Stewart, J. R. (2015). Agave as a model CAM crop system for a warming and drying world. *Frontiers in Plant Science*, 6.
- Tsutsumi, Y., K. Mori, T. Hirahara, M. Ikegami and T.J. Conway, 2009: Technical Report of Global Analysis Method for Major Greenhouse Gases by the World Data Center for Greenhouse Gases (WMO/TD-No. 1473). GAW Report No. 184
- Wang, L. Q., & Wells, P. (2020). Automobilities after SARS-CoV-2: A Socio-Technical Perspective. *Sustainability*, 12(15).
- World Meteorological Organization/United Nations Environment Programme//Intergovernmental Panel on Climate Change/United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/Intergovernmental Oceanographic Commission/Global Carbon Project, 2020: United in Science 2020: A multi-organization high-level compilation of the latest climate science information