

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño
del Estado de Jalisco A. C.

LA POBREZA ENERGÉTICA Y EL APROVECHAMIENTO POTENCIAL DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN LA REGIÓN SOCONUSCO, CHIAPAS, MÉXICO



Editor
José de Jesús Díaz Torres



LA POBREZA ENERGÉTICA Y EL
APROVECHAMIENTO POTENCIAL
DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES
EN LA REGIÓN SOCONUSCO,
CHIAPAS, MÉXICO

José de Jesús Díaz Torres
Editor

**La pobreza energética y el aprovechamiento potencial de
residuos agroindustriales en la Región Soconusco, Chiapas, México**

José de Jesús Díaz Torres, ed.; México: Centro de Investigación y
Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C.

1^a edición

pp. 99; 15 x 23 cm

ISBN: 978-607-8734-51-1

Primera edición, enero 2023

D. R. © 2022, Centro de Investigación y Asistencia

Tecnológica y Diseño del Estado de Jalisco A. C.

Av. Normalistas 800, Colinas de La Normal, 44270 Guadalajara, Jal.

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

Fondo Institucional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación FOR-DECYT-PRONACES, Convocatoria 2020. Proyectos de Investigación e Incidencia para Transitar a un Sistema Energético Social y Ambientalmente Sustentable. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT.

PROYECTO: Sistema energético sostenible basado en el aprovechamiento de residuos orgánicos de pequeños agricultores en localidades rurales. Caso de estudio: Aprovechamiento de residuos de mango en un municipio de la región Soconusco, Chiapas.

Colectivo De Investigación e Incidencia

1. Asociación Agrícola Local de Fruticultores del Soconusco, AALFS
2. Universidad Politécnica de Tapachula, UPTap
3. El Colegio de la Frontera Sur, ECSOUR
4. Universidad de Guadalajara. Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, U de G
5. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, CIATEJ

Editor

José de Jesús Díaz Torres

Coordinadores

Elizabeth León Becerril
Ever Sánchez Osorio

Lista de autores

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco

José de Jesús Díaz Torres
Elizabeth León Becerril
Ever Sánchez Osorio
María de Lourdes Flores López
Ariel Vázquez Elorza
Jorge del Real Olvera

Universidad Politécnica de Tapachula

Dagoberto Arce Córdova
Diego Alberto Ulloa Gutiérrez
José Manuel Espinoza Almengor

El Colegio de la Frontera Sur

Francisco Guízar Vázquez Jr.

Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara

Pedro Méndez Guardado
Katia Magdalena Lozano Uvario

Contenido

Prólogo.....	7
1. Introducción.....	9
1.1 Presentación.....	9
1.2 Antecedentes.....	10
1.3 Colectivo de incidencia.....	11
1.4 Vías de aproximación al problema.....	12
2. Aspectos generales de la pobreza en México.....	13
2.1 Medición de la pobreza.....	13
2.2 Pobreza energética.....	15
2.3 La pobreza en chiapas.....	16
3. Demografía y hábitos de consumo energético en Chiapas.....	21
3.1 Características demográficas.....	21
3.2 Consumo energético.....	24
3.3 Fuentes de calor y sus repercusiones en la salud y el ambiente.....	25
4. Importancia en la producción agrícola de frutales.....	29
4.1 Problemática regional.....	30
4.2 Producción de mango.....	35
5. Características socioeconómicas.....	39
5.1 Análisis territorial sobre la producción del mango.....	40
5.2 Importancia en el tamaño de la localidad.....	42
5.3 Análisis de ingreso de los hogares.....	44
5.4 Características de los productores agropecuarios.....	45

6. Participación comunitaria.....	51
6.1 Consideración sobre las dificultades para el acceso a fuentes de energía.....	51
6.2 Tipos de barrera.....	53
7. Manejo de residuos y producción de biogás.....	61
7.1 Contexto global sobre la actual transición energética.....	61
7.2 Aspectos generales sobre la prospección.....	65
7.3 Tipos y volúmenes de residuos.....	66
7.4 Mecanismos de acopio.....	67
7.5 Usos potenciales del biogás.....	68
7.6 Sistema de producción de biogás.....	70
8. Perspectivas.....	75
8.1 Análisis de obstáculos.....	76
8.2 Factores de incertidumbre.....	82
8.3 Propuesta metodológica para la incidencia.....	85
8.4 Modelo organizacional.....	89
Referencias.....	91

PRÓLOGO

El Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del estado de Jalisco A.C. (CIATEJ) es un Centro Público de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que impulsa el desarrollo sostenible mediante la generación de conocimiento de vanguardia y la aplicación innovadora de la Ciencia y Tecnología, cuenta con tres sedes: Noreste, Sureste y Zapopan. El CIATEJ integra a cinco líneas de investigación: Biotecnología Industrial, Biotecnología vegetal y Tecnología alimentaria, Biotecnología Médica y Farmacéutica, así como Tecnología ambiental, todas ellas comprometidas a generar conocimiento y ofrecer soluciones tecnológicas a productores, cooperativas y pequeñas y medianas empresas. El CIATEJ está integrado por investigadores, ingenieros y tecnólogos, y proporciona alternativas en el área de medio ambiente, mejorando la competitividad de los diversos sectores sociales y económicos de los ecosistemas productivos del país, manteniendo un equilibrio con el medio ambiente. En 2020, el M. en C. Jesús Díaz, investigador de este Centro, obtuvo un proyecto PRONACES financiado por CONACYT intitulado “Sistema energético sostenible basado en el aprovechamiento de residuos orgánicos de pequeños agricultores en localidades rurales. Caso de estudio: Aprovechamiento de residuos de mango en un municipio de la región Soconusco, Chiapas”.

Este proyecto de investigación se enfocó a dar alternativas para resolver tanto el problema de manejo de los excedentes de productos agrícolas, así como proveer una fuente alternativa de energía calorífica. La propuesta de un sistema sostenible para el aprovechamiento de residuos agroindustriales y la generación de biogás, promete avances sustanciales frente a los problemas de manejo de residuos y pobreza energética. Presupone la valorización de los residuos en beneficio de las economías domésticas, asociaciones civiles y pequeñas empresas; así como efectos favorables para la salud pública, la sanidad vegetal y el medio ambiente de la región, fomentando con esto, la transición energética de áreas rurales sustentada en el modelo de una economía circular.

Este libro proporciona una visión interdisciplinaria sobre el problema de manejo de excedentes de productos agrícolas en México, planteando alternativas de su uso como una fuente alternativa de energía. Esta obra incluye temas como aspectos generales de la pobreza en México, específicamente en Chiapas, pobreza energética, hábitos en consumo energético, la importancia de los frutales —específicamente mango— y la alternativa de manejo de residuos de esta fruta para producción de gas. En este aspecto se incluye el sistema de producción de gas y su uso, así como la implementación de un sistema sostenible de producción. Al final se presentan las perspectivas a futuro, en donde se plantean alternativas a los principales obstáculos y la importancia de la recuperación de residuos, así como el fomento hacia una transición energética de áreas rurales.

Esta obra, además de ser un entregable del proyecto PRONACES, nos da una visión de alternativas de uso de residuos agroindustriales y nos permite adentrarnos en temas fundamentales de energía, incluyendo aspectos sociales y económicos. Finalmente, este libro es una contribución importante del CIATEJ para la sociedad del estado de Chiapas y el país.

Dra. Eugenia del Carmen Lugo Cervantes
Guadalajara, Jalisco, 1 de diciembre 2022

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Presentación

El propósito de este libro es describir desde, un punto de vista amplio, el problema de pobreza energética en el ámbito productivo del sector agrícola de la región del Soconusco, estado de Chiapas, a partir de información oficial de dependencias gubernamentales. De manera complementaria, se considera información de primera mano obtenida del testimonio de productores y actores clave relacionados con el sistema-producto-mango y otros cultivos frutales. La integración de los dos niveles de aproximación marca un antecedente de participación de diferentes sectores de la sociedad, conformado por representantes de la iniciativa privada, agricultores, académicos, estudiantes y el sector de gobiernos locales en la región del Soconusco. La interacción de estos representantes se gestó a partir de los esfuerzos por conformar una red de incidencia para el desarrollo de capacidades tecnológicas para comunidades rurales.

Este trabajo describe la situación actual de pobreza en el estado de Chiapas, características demográficas, sociales, económicas y culturales, así como tipologías de la vivienda que están relacionadas con los hábitos de consumo energético en el contexto de los sistemas productivos de fruticultores, considerando al mango como caso de estudio. Resaltan de manera importante

las barreras que impiden el desarrollo de regiones que se encuentran en graves condiciones de pobreza, las cuales eventualmente pudieran impedir la incidencia en la adopción de tecnologías para el desarrollo y aprovechamiento de fuentes de energía alternas y sostenible. Por otro lado, también se identificaron las ventajas competitivas relacionadas con el manejo integral de los residuos orgánicos del sector agroindustrial y las posibles alternativas para la solución de problemas relacionados con la pobreza energética de zonas rurales, así como oportunidades de soluciones para todo un sistema productivo que se puede ver beneficiado con la implementación de sistemas energéticos basados en la valorización de los residuos del propio sector agroindustrial. Por último, este documento presenta un análisis sobre los obstáculos, la incertidumbre y una propuesta metodológica para la implementación de un modelo organizacional orientado a la transferencia y adopción de tecnologías convencionales para el aprovechamiento de residuos para la generación de energía a través de métodos más amigables con el medio ambiente.

1.2 Antecedentes

A este trabajo le anteceden dos proyectos desarrollados de manera exitosa por el CIATEJ: 1) Fortalecimiento de la infraestructura para el desarrollo tecnológico y la innovación de la actividad agroalimentaria del estado de Chiapas (FOMIX Chiapas) (CONACYT, 2016), y 2) Estrategias interdisciplinarias para incrementar el valor agregado de las cadenas productivas del café, frijol, mango, agave mezcalero y productos acuícolas (tilapia) en la Región Pacífico Sur a través de la ciencia, tecnología e innovación (FORDECyT) (CONACYT, 2021).

El primero tuvo como objetivo el desarrollo de una planta agroindustrial para valorizar frutas y hortalizas a partir de procesar alimentos Gama IV y V (CIATEJ, 2018). El segundo proyecto se relaciona al eje de inteligencia tecnológica, competitiva y territorial y sus plataformas tecnológicas (Sistema de inteligencia estratégica)

para la articulación e impulso del desarrollo regional de las cadenas a través del uso de conocimientos tradicionales y tecnología de vanguardia. Este tiene como objetivo analizar el contexto de los actores, redes y estrategias productivas y de mercado que conforman actualmente las cadenas de valor en la Región Pacífico Sur, bajo una perspectiva de cuádruple hélice (Sánchez & Prado, 2019).

1.3 Colectivo de incidencia

Para este trabajo se articuló la red de colaboración existente bajo una perspectiva de colaboración interinstitucional y transdisciplinaria basada en un diálogo horizontal entre las partes desde una aproximación etnográfica y la acción participativa. Actores de diferentes grupos sociales fueron invitados a participar en el proceso de consulta para realizar un diagnóstico sobre las condiciones actuales de pobreza energética y el estado que guarda el sector productivo del campo en materia de aprovechamiento de los residuos agroindustriales en la región del Soconusco, Chiapas. Actores clave del sistema productivo del mango y otros cultivos de importancia económica participaron en las actividades de consulta y retroalimentación.

La participación de este colectivo se presentó bajo el contexto de una colaboración abierta, lo que permitió enriquecer sustancialmente el contenido de este trabajo. Mesas de trabajo, actividades de prospección, visitas guiadas en poblaciones y comunidades, aplicación de entrevistas y comunicación con actores clave, así como una evaluación geográfica basada en el análisis espacial y geoestadístico, fueron actividades fundamentales para conocer e identificar la región en diferentes escenarios: social, político, cultural, económico y tecnológico.

1.4 Vías de aproximación al problema

El colectivo realizó y programó diferentes foros de diálogo con el objeto de plantear el problema a los grupos sociales relacionados con el sistema productivo del mango y otros productos de la Región Soconusco. A partir de este ejercicio se llevó a cabo un proceso de retroalimentación para comprender e integrar la perspectiva local sobre la pobreza energética y su relación con el tratamiento y aprovechamiento de residuos agroindustriales. En las reuniones participaron representantes del sector productivo y académico; entre ellos representantes y miembros de la Asociación Agrícola Local de Fruticultores del Soconusco (AALFS) (productores de cacao, plátano, mango, rambután, entre otros), así como investigadores, profesores y estudiantes de la Universidad Politécnica de Tapachula (UPTap), el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y el Instituto Tecnológico de Tuxtla (ITT).

Varias visitas a huertos de pequeños agricultores y empresas deshidratadoras y empacadoras se realizaron para conocer los procesos y las capacidades de producción, volúmenes de merma derivados del manejo del producto, la regulación sobre sanidad y calidad de los frutos, así como para comprender las necesidades en cuanto al tratamiento de sus residuos y al consumo de energía calorífica de pequeños, medianos y grandes productores. De forma complementaria, se restableció comunicación con actores clave y se consideró la información que previamente se había colectado en visitas anteriores, lo que permitió fortalecer el análisis del problema.

Derivado de este acercamiento, se obtuvieron testimonios y argumentos de primera mano sobre las condiciones actuales de los sistemas productivos agrícolas de la región. Se identificaron los obstáculos y factores que representan una oportunidad para el desarrollo e implementación de sistemas de tratamiento de residuos orgánicos y su aprovechamiento, esto a través de la generación de energías alternativas con el fin de contribuir a la construcción de sistemas energéticos rurales y sustentables basados en la participación comunitaria.

2. ASPECTOS GENERALES DE LA POBREZA EN MÉXICO

2.1 Medición de la pobreza

El grado de desarrollo humano y acceso a servicios básicos se ha establecido por diferentes instancias internacionales mediante la medición de indicadores tales como el Índice de Desarrollo Humano definido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; o indicadores nacionales como el Índice de Marginación medido por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), y el Índice de Pobreza por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Estos indicadores tienen como propósito llevar un registro histórico sobre las condiciones de desarrollo de la población para sentar las bases de la política pública orientadas a la atención y mejoramiento de las condiciones de vida de la población. En el contexto global, el análisis de este tipo de indicadores señala que México se clasifica como un país de ingreso medio, es decir, una población que goza de condiciones de desarrollo medio o medio-alto; sin embargo, a escala regional (entidades federales) o local (municipios), los indicadores resaltan grandes diferencias entre zonas rurales y urbanas, así como las que ocurren entre la región centro-norte respecto a la región sureste del país.

En México, la Ley General de Desarrollo Social (LGDS) tiene por objetivo promover el desarrollo para disminuir la desigualdad socioeconómica y cultural que padece un elevado porcentaje de la población, y así asegurar el ejercicio de los derechos individuales y colectivos, que en gran medida convergen con la adopción de los derechos humanos establecidos en la Declaración Universal de los Derechos Humanos (DUDH) en 1948. El CONEVAL, como organismo público y autónomo, es la institución que lleva a cabo la medición sistemática de la pobreza desde 2008 (CONEVAL, 2020), la cual instrumenta una metodología multidimensional basada en indicadores.

El sureste del Pacífico mexicano, conformado por los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, concentra porcentajes altos de la población que está bajo una condición de marginación y pobreza severa. La persistencia de marginación alta en esta región ha propiciado el establecimiento de diversas medidas de atención para disminuir la incidencia de los factores que inducen a la pobreza. Debido a la vocación productiva de esta región, la población del sector agropecuario representa uno de los principales sujetos de apoyo de los diversos programas gubernamentales. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de diferentes programas, ha promovido el mejoramiento de las condiciones de producción del campo y la seguridad alimentaria, destacando el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO), o las estrategias y acciones realizadas por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). No obstante, parece que sus resultados no se han manifestado en el desarrollo económico de la población. Desde sus primeras mediciones en 1990, el índice de marginación ha incrementado gradualmente en esta región, siendo Guerrero la entidad con la mayor tasa de marginación; mientras que el Índice de Pobreza enfatiza los elevados porcentajes de la población del estado de Chiapas que se encuentran en pobreza extrema (CONEVAL, 2021).

2.2 Pobreza energética

El concepto de pobreza alude a escasez, esta es una condición de insuficiencia que tiene enormes implicaciones sobre el desarrollo de una sociedad. Particularmente, la pobreza energética de un hogar se define en función de la incapacidad económica de sus integrantes para acceder a una cantidad y calidad de energía suficiente y así satisfacer las necesidades domésticas, o cuando un porcentaje alto de los ingresos se destina al gasto de estos servicios (García-Ochoa, 2014). La pobreza energética está estrechamente relacionada a factores de carácter económico (ingresos bajos, baja eficiencia energética de las viviendas y precios elevados sobre los servicios y productos energéticos), social (necesidades del hogar, prácticas sobre el consumo y el reconocimiento de hogares con pobreza energética) y ambiental (tipo de clima y grandes oscilaciones térmicas) (Tirado-Herrero, 2017; Vega-Mulen, 2017). Además de estos, existen factores estructurales como las políticas socioambientales que complican el panorama de esta dimensión de la pobreza (Dell’Olmo *et al.*, 2017).

Entre sus componentes metodológicos, el CONEVAL considera diversas dimensiones de la pobreza, y en una de estas tiene una aproximación a las condiciones de pobreza energética, la cual se evalúa a través del indicador de servicios básicos de la vivienda y está sustentada en la información pública oficial disponible (CONEVAL, 2022). Por otra parte, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) es el encargado, en conjunto con otras instituciones gubernamentales, de la implementación de instrumentos de consulta para medir los diversos aspectos de la vida pública del país. A través de sus mecanismos de consulta se llevó a cabo la primera Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares en 2018 (INEGI, 2018a), o más recientemente la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares, ENIGH, 2020 (INEGI 2020); mediante las cuales se tiene información que sirve para el análisis, diseño y elaboración de políticas públicas, indicadores y programas de ahorro de energía orientado hacia un consumo más responsable. Estas encuestas

ofrecen evidencia sobre los hábitos de consumo de energéticos, las grandes diferencias que existen respecto al ingreso y gastos de la población, entendidos estos como la respuesta a algunos factores causantes de la pobreza energética, esto bajo el contexto de diferentes condiciones climáticas. En conjunto, estos indicadores ofrecen un panorama general sobre aspectos fundamentales que están relacionados con el concepto de pobreza energética establecido convencionalmente en el contexto internacional.

2.3 La pobreza en Chiapas

El índice de pobreza estimado hace poco más de una década daba cuenta de los altos porcentajes de población que a escala municipal se tenían en el sureste mexicano del Pacífico. Particularmente, el caso de Chiapas sobresale por tener los mayores niveles de pobreza que, a excepción de los municipios de Reforma, Tapachula y Tuxtla Gutiérrez, el 60% de la población o más se encontraban con algún grado de pobreza (Figura 1).

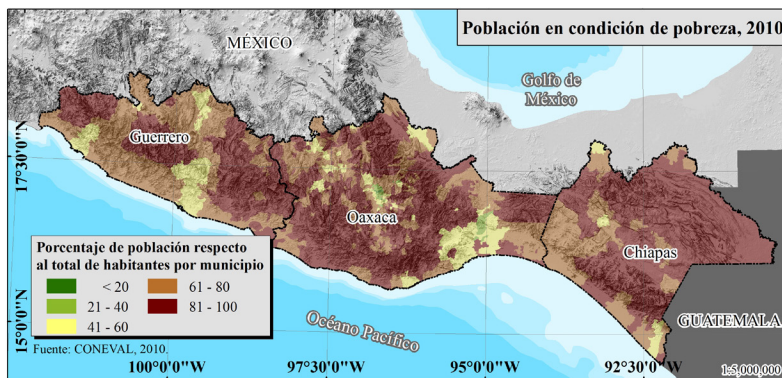


Figura 1. Mapa con los porcentajes de la población en condición de pobreza

Las cifras más recientes de este indicador muestran que la pobreza en México se incrementó en los últimos años (CONEVAL, 2022). El porcentaje de habitantes en condiciones de pobreza pasó de 41.9 a 43.9% del total nacional entre 2018 y 2020. A escala estatal, Baja California tiene el menor porcentaje de población en pobreza

(22.5%), mientras que Chiapas tiene el mayor porcentaje de su población con pobreza (75.5%). Considerando que, en 2020 la población total en Chiapas era mayor a los 5.54 millones de habitantes, el índice de pobreza para ese año muestra que 46.5% de los habitantes se encontraban en condición de pobreza moderada y 29.0% en pobreza extrema. La evaluación de la pobreza, en cuanto al bienestar económico, indica que el 78.8% de los habitantes percibe un ingreso insuficiente para la adquisición de bienes y servicios básicos para satisfacer una calidad de vida digna; mientras que el 44.1% no tiene los ingresos necesarios para cubrir sus necesidades de alimentación y mucho menos conseguir otros servicios básicos para el desarrollo social. Por otra parte, la pobreza evaluada, según la vulneración de los derechos sociales, señala que cerca del 90% carece de al menos un servicio básico, y 50.4% carece de tres o más servicios. Entre estos, se tiene el indicador de servicios básicos de la vivienda, el cual muestra que 55.8% de la población carece de agua potable, servicio de drenaje, servicio de electricidad y/o combustible para cocinar en la vivienda. Estas cifras demuestran que existe un fuerte rezago económico que atentan contras las garantías individuales y el acceso a servicios básicos, afectando el ejercicio de los derechos humanos y la calidad de vida de los habitantes de esta entidad.

Por otra parte, la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH, 2020) señala que el poder de adquisición en Chiapas es el más bajo en México; puesto que el ingreso corriente promedio trimestral de una familia es apenas de \$29,168 pesos MXN. Esto es equivalente al 58% de la media nacional, o al 40% del ingreso medio que se reporta para Nuevo León (más alto). Mientras que el gasto corriente promedio trimestral por hogar es de \$19,452 pesos MXN, equivalente al 65% de la media nacional, o al 51% del gasto de la Ciudad de México (más alto). La ENIGH también muestra que la población rural en Chiapas percibe un ingreso menor y equivalente al 59% del ingreso promedio de las zonas urbanas; mientras que su gasto promedio equivale a poco más del 62% del que se tiene en zonas urbanas. En este sentido,

la población rural de Chiapas representa el grupo con mayor rezago del país, una condición común que no solo se observa en Chiapas, sino en todo el país. A nivel nacional esta población a menudo desarrolla sus actividades productivas —principalmente en el sector primario— que contribuye de forma global tan solo con el 3.6% al PIB nacional (<https://www.inegi.org.mx/temas/pib/>). Estos datos duros resaltan los efectos y sus repercusiones sobre la capacidad productiva de este sector de la población. La información más reciente muestra que en los últimos años Chiapas es una de las entidades con la menor contribución al Producto Interno Bruto (PIB). Peor aún es la situación si se estima el PIB per cápita por entidad, la información del Censo de Población y Vivienda 2020 (CPV-2020) (<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>) y los datos económicos de las cuentas nacionales de INEGI demuestran que Chiapas tienen la menor contribución al PIB nacional (<1%) (Figura 2).

Bajo esta perspectiva, la administración del ingreso familiar, derivado principalmente del producto de la renta de su trabajo, se vuelve un factor esencial para solventar los gastos inherentes a necesidades personales básicas tales como alimentación, salud, educación y esparcimiento, que implican una calidad de vida digna y apegada a los derechos humanos fundamentales.

Adicionalmente, existen otros gastos de manutención relacionados a las características de la vivienda y sus servicios; la carencia o mala calidad de estas, que eventualmente inciden en la calidad de vida de las personas. En lo particular, el consumo de las diferentes fuentes energéticas para las actividades domésticas depende en gran medida de factores tales como la ubicación geográfica, el medio ambiente, la época del año, la idiosincrasia y costumbres, así como la propia economía de las personas y comunidades. Este último es uno de los factores de mayor peso que incide en la denominada pobreza energética de las comunidades, en tanto que es un factor determinante para solventar necesidades relacionadas a las características y servicios de la vivienda que proporcionan comodidad a las personas.

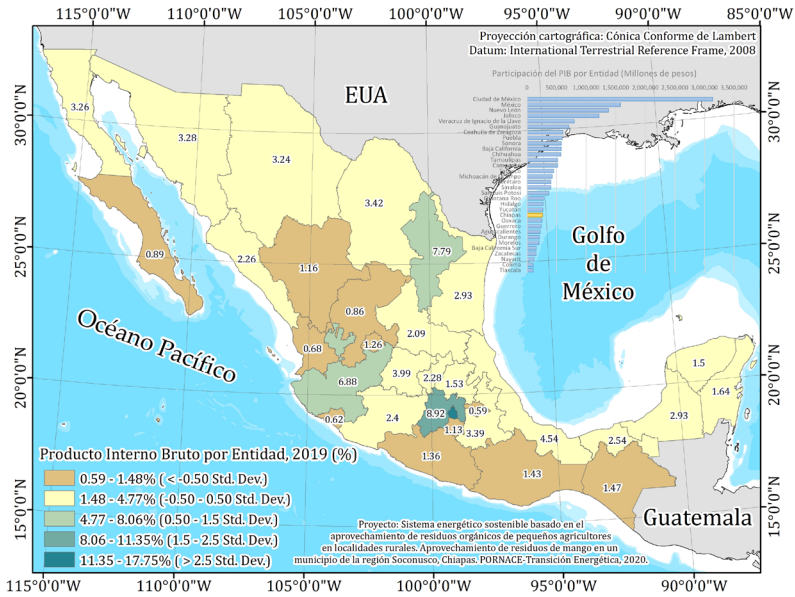


Figura 2. Mapa con la contribución de las entidades al PIB nacional

Las dificultades socioeconómicas que enfrenta este sector de la población inducen a un nivel de vulnerabilidad ante una gran diversidad factores que ponen en riesgo la estabilidad integral de las personas en el contexto del seno familiar. A menudo, estas dificultades se replican en el núcleo de las comunidades, puesto que existe una fuerte segregación social que tiene su origen en la propia estructura sociocultural, política, organizacional y económica, tal como sucede en muchas comunidades de la región del Soconusco. No obstante, la capacidad productiva de este sector representa uno de los principales elementos del patrimonio natural y cultural con los que cuenta México y en particular Chiapas, esto debido a la diversidad de sus productos, el conocimiento para su aprovechamiento y su importancia para garantizar la autosuficiencia alimentaria del país.

3. DEMOGRAFÍA Y HÁBITOS DE CONSUMO ENERGÉTICO EN CHIAPAS

3.1 Características demográficas

Los resultados más recientes del CPV-2020 indican que Chiapas cuenta con más de 5.54 millones de habitantes (esto es el 4.4% de la población nacional), de los cuales 51.2% son mujeres (Figura 3). A nivel nacional, 21% de la población vive en zonas rurales; sin embargo, en el estado de Chiapas 51% de la población se desarrolla en el ámbito rural distribuida en 20,951 localidades, el otro 49% está asentada en 206 zonas urbanas. La proporción de la población rural en Chiapas está estrechamente relacionada con un elevado porcentaje de su población indígena, la cual representa el 28% de la población estatal. La densidad poblacional en este estado es una de las más bajas del país con 76 habitantes por km², solo por encima de Yucatán y Guerrero con 59 y 56 habitantes por km², respectivamente.

Entre 2015 y 2020, el flujo migratorio en Chiapas tuvo un balance negativo (un volumen mayor de emigración que el volumen de la inmigración), más de 165 000 habitantes del estado emigró a otra entidad del país, principalmente a Quintana Roo,

Baja California, Nuevo León, Jalisco y Tabasco; y al menos 17 000 habitantes emigraron al extranjero (83% a Estados Unidos). Por otra parte, poco más de 56 000 habitantes inmigraron a Chiapas, provenientes de Tabasco, Quintana Roo, Estado de México, Ciudad de México y Veracruz. Entre las principales causas de la migración en Chiapas sobresalen cuestiones de tipo familiar, búsqueda de empleo, matrimonio, entre otros (Figura 4).

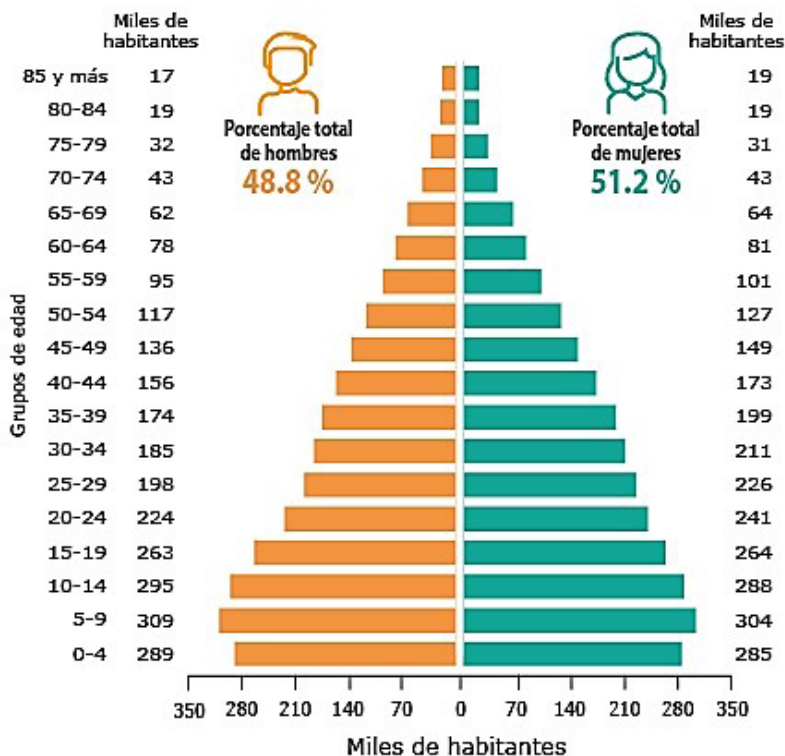


Figura 3. Distribución de la población por género y grupo de edad en el estado de Chiapas. Fuente: INEGI, 2020

En cuanto a la educación, en Chiapas el grado medio de escolaridad de la población con una edad mayor a los 15 años es de 7.8 años de estudio, equivalente al segundo grado de secundaria, este es un nivel inferior si consideramos que el grado medio es de 9.7 años de estudio a escala nacional, una escolaridad equiva-

lente a la etapa inicial de la educación media superior. El 31% de la población concluyó la educación media superior o educación superior. Por el contrario, la tasa de analfabetismo en Chiapas es la más alta en México, 13.7% de su población no cuenta con grados de instrucción escolar, la población de 60 años y más representa cerca del 87% de esta población con analfabetismo. En cuanto a cuestiones de género, en Chiapas solo el 27.0% de los hogares está bajo la responsabilidad de una jefa de familia, sensiblemente, por debajo de la media nacional que es del 33.0%; lo cual coloca a esta entidad, junto con Nuevo León, como los estados con el menor porcentaje de tutela femenina en los hogares mexicanos (INEGI, 2021).

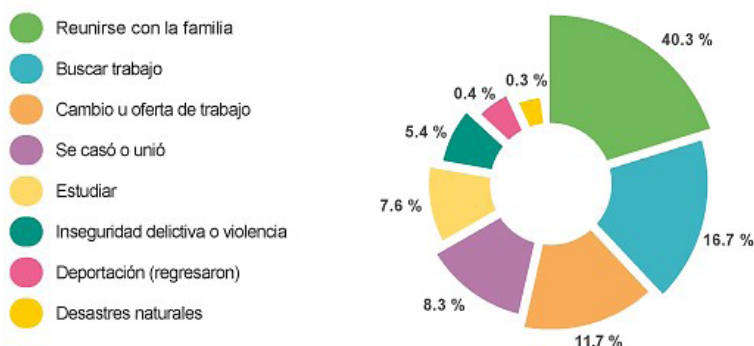


Figura 4. Principales causas por las que migran las personas en Chiapas. Fuente: INEGI, 2015-2020

Respecto a las características de la vivienda, en Chiapas se contabilizan 1.35 millones de casa particulares habitadas, de las cuales cerca del 80% cuenta con uno o dos dormitorios (INEGI, 2018b). A partir de este número de viviendas, 73.8% cuentan al menos con cemento o firme; 78.3% tienen muros de materiales resistentes (ladrillo, tabique, block, piedra, cantera o concreto); y un 58.5% con techos de concreto o vigas con bóveda. En cuanto a los servicios básicos, 52.4% tiene agua entubada en la vivienda; 57.3% cuentan con drenaje conectado a la red sanitaria pública y 97.7% está conectada a la red de energía eléctrica pública; sin embargo,

solo 65.9% de estas viviendas con energía eléctrica cuentan con uno a cinco focos. Todas estas características sociodemográficas de la población en el estado de Chiapas exponen las grandes brechas de segregación que vive una gran proporción de habitantes, y ofrecen evidencia de la condición de pobreza que actualmente predomina en amplios sectores de la sociedad chiapaneca.

3.2 Consumo energético

Los resultados de la primera Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (INEGI, 2018b) revelan información importante sobre los hábitos de consumo y las condiciones de acceso a fuentes energéticas por parte de la población en el estado de Chiapas. El tamaño de muestra de la encuesta fue de poco más de 1.3 millones de viviendas en Chiapas, una cifra muy cercana al número de viviendas registradas en el CPV-2020; considerando este número de viviendas y la población total para ese año, se estima que hay entre 4 y 5 habitantes por vivienda (4.24 personas en promedio). El grado de clasificación de la información permite conocer información de la vivienda, lo hogares y las personas, entre las que sobresale el tamaño de localidades, el estatus socioeconómico de la población y acceso a servicios de agua potable. Además, la encuesta tiene 228 variables más que fueron consultadas para obtener información referente al consumo energético en general. Entre estas se analizaron 33 variables relacionadas con las fuentes de calor, de las cuales 14 de estas demuestran que hay dificultades y altos porcentajes de la población que carecen de las mejores fuentes de energía calorífica, del mobiliario en el hogar para su aprovechamiento, y además ponen en riesgo la salud debido a la exposición crónica a compuestos tóxicos de combustibles como el carbón o la leña.

A partir de esta información y considerando el criterio de tamaño de localidad (con menos de 2,500 habitantes), se definió un conjunto de 605,412 viviendas (46.4% del total estatal), de las cuales 564,691 viviendas pertenecen al estrato socio-económico

más bajo y otras 40,721 al estrato medio-bajo. Se encontró que cerca del 9.7% de las viviendas no dispone de acceso al servicio de agua potable en su vivienda; el 1.3% de la población no cuenta con acceso a energía eléctrica en su domicilio; mientras que solo el 0.7% dispone de un dispositivo alternativo para generación de energía eléctrica (a base de gasolina, panel solar). Estas cifras, muestran que el porcentaje de las viviendas es bajo con relación al total estatal; sin embargo, en término absolutos, estas cifras corresponden a un alto número de personas que no tienen los servicios básicos suficientes para satisfacer sus necesidades esenciales de consumo de agua y energía eléctrica. Esta es una condición que, por un lado, transgrede el derecho humano al agua según el artículo 4º, párrafo 6 de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos; por otra parte, el derecho humano de acceso a la energía eléctrica es un aspecto que también se reconoce como tal en las discusiones parlamentarias del poder legislativo. En cuanto al análisis de fuentes de calor respecto al número total de viviendas en Chiapas (1.3 millones); la ENCEVI-2018 muestra que 35.8% de las viviendas utilizan la leña como el principal combustible para cocinar los alimentos y un 6.4% la emplea como un combustible secundario, lo cual explica que el 28% de la población emplee un fogón de leña para tales fines. Por otra parte, se estima que el 20.4% de las viviendas en el estado emplean leña o carbón para calentar el agua; mientras que un 23.1% no calienta el agua.

3.3 Fuentes de calor y sus repercusiones en la salud y el ambiente

El uso de combustibles fósiles tiene graves repercusiones sobre la salud de la población. El humo de la leña contiene partículas finas (material particulado, $PM_{2.5}$) compuestas por contaminantes nocivos y tóxicos que se emiten al aire: benceno, formaldehído, acroleína e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), compuestos que pueden provocar ardor en los ojos, goteo nasal, y enfermedades como bronquitis, o bien pueden desencadenar infartos

de miocardio, ritmo cardíaco irregular e insuficiencia cardíaca, en especial en personas que ya están en riesgo por estas enfermedades respiratorias tales como el asma, enfermedad obstructiva crónica (EPOC), así como enfermedades cardiovasculares, obesidad y diabetes (EPA, s. f.). Se estima que mientras mejor se queme la leña (por ejemplo: al utilizar estufas de leña certificadas por la EPA y leños secos y curados), se crea menor cantidad de humo, reduciendo con esto los efectos a la salud de este grupo de la población.

En el caso de Chiapas, se estima que el uso de estufas ahorradoras de leña se reduce a tan solo 2,344 viviendas, una cantidad pequeña en comparación con los 198,755 hogares que emplean algún tipo de estufa en casa. Por el contrario, casi 400 000 viviendas no usan estufa (30.6% del total estatal), lo que hace suponer que en estos hogares se emplea carbón, leña u otro tipo de combustible (p. e. basura) para fogatas, hornos y/o fogones. Consideramos una ocupación promedio de 4.24 miembros por vivienda, se estima que existe una población de casi 1.7 millones de habitantes expuestos a este tipo de contaminantes. Dentro de este grupo, la población femenina es la más expuesta a este tipo de gases y partículas, se considera a la mujer como el subgrupo de mayor riesgo ante afectaciones a la salud debido a una exposición crónica derivada de su rol en las actividades del hogar.

En cuanto a los efectos ambientales, el uso de leña y carbón contribuye a diversos procesos físicos contaminantes. A escala global, la emisión directa de gases y partículas por la quema de estos materiales contribuye al calentamiento de la atmósfera mediante el efecto invernadero e induce el cambio climático. A escala local, la emisión de dióxido de carbono (CO_2) y monóxido de carbono (CO) y otros contaminantes como compuestos orgánicos volátiles (COVs), HAPs y $\text{PM}_{2.5}$, junto con el ozono, contribuyen a la contaminación del aire y reducen la capacidad productiva y rendimiento de cultivos, principalmente en zonas rurales cercanas a zonas urbanas. En este sentido, la ciudad de Tapachula, como principal centro urbano regional, representa una potencial fuente

de contaminante que podría estar afectando la productividad de áreas o municipios adyacentes.

La encuesta también documenta la opinión de la gente sobre las afectaciones del uso de combustibles fósiles. En este sentido, 17.8% de la población tiene la percepción que el uso de leña o carbón para la cocción de alimentos o calentar el agua afecta la salud de la gente, mientras que 16.7% cree que estos combustibles afectan el medio ambiente. De la misma forma, la consulta indica que la 29.2% de la población en Chiapas cree que los hábitos sobre el consumo de energéticos no cambiarán en los próximos 15 años. En términos concretos, los datos duros de la encuesta sobre la percepción de la población sugieren que 17% de la población ubicada en localidades menores de 2,500 habitantes está consciente de las repercusiones del uso de combustibles como la leña o el carbón sobre la salud y medio ambiente; sin embargo, aún falta concientizar al otro 83% de la población que no percibe los potenciales daños que implica la emisión de los contaminantes provenientes de la quema de estos combustibles. En la medida que la población comprenda estos efectos adversos y que conozca las tecnologías alternativas para el tratamiento de residuos y el subsecuente aprovechamiento de sus propiedades como fuentes de energía calorífica, se podrían tener importantes avances en la reducción del uso de estos combustibles y mejoras en la salud de la propia población y su medio ambiente, además de los beneficios económicos implícitos que trae consigo la implementación de sistemas energéticos sustentables.

4. IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE FRUTALES

La Región Soconusco se localiza en el sur del estado chiapaneco, entre la Sierra Madre de Chiapas y las llanuras costeras del Océano Pacífico al sur, al este limita con la República de Guatemala; al norte, con la Región Sierra Mariscal municipios de Siltepec y Motozintla, mientras que al noroeste con la Región Istmo-Costa, municipio de Mapastepec (Figura 5).

La región Soconusco tiene una extensión territorial aproximada de 4,644 km² y está integrada por 15 municipios: Acacoyagua, Acapetahua, Cacahoatán, Escuintla, Frontera Hidalgo, Huehuetán, Huixtla, Mazatán, Metapa, Suchiate, Tapachula, Tuxtla Chico, Tuzantán, Unión Juárez y Villa Comaltitlán. La ciudad de Tapachula se reconoce como el centro articulador de la actividad económica más importante de la Región Soconusco. La posición geográfica del estado como frontera con la República de Guatemala, la vegetación, flora y fauna le otorgan oportunidades únicas en el país para su crecimiento y desarrollo sostenible (Hernández, 2009). Aquí se encuentran las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de La Encrucijada, Volcán Tacaná y el Triunfo, y otras más en conservación ecológicas. La geografía del territorio es privilegiada por situarse entre la Llanura Costera del Pacífico y la Sierra Madre de

Chiapas, lo que da cuenta de su flora, fauna y vegetación a partir del cual se genera una dinámica económica, una de las principales dentro del estado y el país.



Figura 5. Ubicación geográfica de la Región Soconusco, Chiapas

4.1 Problemática regional

La Región Soconusco forma parte de las 15 regiones económicas del estado de Chiapas. Tapachula es considerada como el centro social y económico más importante, por tal razón una capital regional. El municipio de Tapachula es el segundo más importante en cuanto a número de habitantes, solo por debajo de Tuxtla Gutiérrez (Tabla 1). En este municipio se concreta un importante flujo económico y financiero de industrias, entre otros servicios. La situación geográfica de Tapachula, por su cercanía con la frontera de Guatemala, la coloca con mayor ventaja entre los estados del sureste y algunos países de Centroamérica. Incluso, para algunos actores locales puede ser el municipio más importante de Chiapas

debido a las actividades económicas y de producción agroindustrial que genera en la región.

Tabla 1. Población de los principales municipios en Chiapas

Clave municipal	Municipio	Número de habitantes
101	Tuxtla Gutiérrez	604,147
89	Tapachula	353,706
59	Ocosingo	234,661
78	San Cristóbal de las Casas	215,874
19	Comitán de Domínguez	166,178

Fuente: Población total por municipios (CPV, 2020)

El Soconusco ha jugado un papel importante en la economía de la entidad, no fueron pocos los que llegaron a considerar a Tapachula como la capital económica que se erigió como símbolo de éxito del modelo primario exportador, teniendo al café, algodón, soya y plátano como los productos por excelencia (Montoya, 2009). Esta región se constituye hoy como un campo importante e impulsor del sector agrícola a partir de la producción de frutas y hortalizas, desarrollando un importante polo de crecimiento agroindustrial a nivel nacional con productos que se distribuyen en los principales centros comerciales del país (Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, principalmente) y hacia el extranjero (Estados Unidos, Canadá, Japón o Francia) (SIAP, 2020). Según su producción, entre las hortalizas se consideran: sandía, papa, col, tomate rojo, chile verde y chile seco. Como frutas: plátano, mango, papaya, naranja, ciruela mexicana, durazno, manzana, coco, marañón, macadamia, limón, aguacate, mamey, chicozapote y perón (INEGI, 2005 citado en Fletes y Ocampo, 2006). El Soconusco: “es una región heterogénea, rica en recursos naturales y energéticos, con gran diversidad cultural, pero, paradójicamente, concentra enormes rezagos sociales que colocan a segmentos amplios de la población en condiciones de marginación y pobreza (Cruz, 2009).

La riqueza en recursos naturales y energéticos que conserva la región es contradictoria a la marginación y pobreza que se vive en los municipios. Como sucede en varios casos del sureste mexi-

cano, existen viviendas en condiciones de hacinamiento, con piso de tierra y en donde es necesario acarrear el agua para el consumo diario. Es importante recalcar que ya desde hace más de una década 7 de cada 10 habitantes vivían en pobreza patrimonial, donde el ingreso resultaba insuficiente para cubrir necesidades básicas. Un poco menos de la mitad de la población no contaba con recursos para satisfacer sus necesidades de salud y alimentación; y cerca de un tercio se encontraba en pobreza alimentaria ya que no tenían recursos económicos para tales fines (Cruz, 2009). La base poblacional que soportaba a las familias de escasos recursos estaba constituida por una población económicamente activa, compuesta por una clase social campesina y trabajadores informales que realizaban actividades como cargadores, cortadores de frutas y hortalizas, meseros, trabajadoras domésticas, entre otros.

El mango es una de las principales frutas que se cultivan en la región, de la cual se tienen diversas variedades (Manila, Ataúlfo, Kent, Tommy Atkins, Champagne y Haden); además de las variedades criollas que son consideradas de menor importancia económica, pero de gran valor en términos de su importancia para la biodiversidad de esta región. En un contexto histórico, la producción de mango cobró relevancia durante los años 1980; en esa época se promovieron programas de reconversión productiva de cultivos frutales, entre ellos el mango. Estas plantaciones desplazaron en el terreno de las parcelas y huertas a algunas producciones agrícolas tradicionales, como el maíz, frijol, arroz y soya. El impulso a la producción de mango ha obedecido a un incremento de la demanda del mercado externo, particularmente en Estados Unidos (Flores, 2019). La denominación de origen del Mango Ataúlfo del Soconusco se logró en el año 2003 con apoyo del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), esto posicionó a esta variedad como una de las más importantes por su valor de comercialización. Inicialmente, dicha denominación se procuró para todo el estado; sin embargo, esta se limitó al Soconusco, excluyendo a otros municipios del centro del estado y del Corredor Costero (Mapastepec, Pijijiapan, Tonalá y Arriaga)

(Fletes, 2009). Actualmente, esta variedad se produce en los municipios de Tapachula, Mazatán, Huehuetán, Tuzantán, Huixtla, Villa Comaltitlán, Escuintla, Acacoyagua y Acapetahua (Sánchez, 2020).

La producción de mango Ataúlfo se ha convertido en un parteaguas de la economía de la región con resonancia a nivel estatal y nacional; sin embargo, su principal referente debe ser analizado a partir del crecimiento y sostenibilidad del bienestar social de los campesinos, pequeños productores y unidades domésticas familiares, quienes se las ingenian para lograr la producción, pese a infinidad de circunstancias físicas tales como plagas y enfermedades, el cambio climático, temporales de lluvia, etc., así como factores culturales, sociales, políticos y económicos a los que se enfrentan cotidianamente (Sánchez & Prado, 2019). En el Soconusco la producción de mango está caracterizada por un minifundismo, el promedio de superficie por productor es de 5.4 a 13 ha, aunque se pueden encontrar huertas de 2.69 (Fletes & Ocampo, 2006). Se considera que la producción de mango de exportación está en manos de los grandes productores, pero al margen se encuentran pequeños productores que contribuyen con la renta de sus huertas o venta del producto y continúan enfrentando problemas de falta de infraestructura, desventajas por la edad de las plantaciones, venta a acopiadores a bajo precio y una menor injerencia en mercados nacionales.

La producción de mango está sujeta a complicaciones por los plazos cortos relacionados con el crecimiento del fruto, la cual se agrava debido a la severidad del estado del tiempo (lluvias y vientos), la presencia de plagas y enfermedades sobre las plantaciones. Por lo tanto, existe un manejo convencional de las parcelas para asegurar la sanidad y floración de las plantaciones y también para asegurar el crecimiento del fruto y su cosecha. La distribución del producto también está sujeta a plazos. Los primeros lotes de producción tienen los mejores precios; cuando el proceso de la cosecha se estabiliza, el precio del fruto cae debido a la sobreabundancia en la producción. Según testimonios de propios productores, al inicio de la cosecha el precio de la raja alcanza los \$500 pesos (MXN), y al

final de la misma el precio puede disminuir hasta \$50 o \$20 pesos (MXN), cantidades insuficientes para cubrir los costos básicos relacionados con el pago de servicios e insumos de producción. Esto provoca que se pierdan grandes cantidades del producto, lo que para el agricultor no resulta rentable y comúnmente opta por regalar la fruta o abandonarla. También hay quienes prevén este tipo de circunstancias y deciden rentar la parcela y asegurar un ingreso sin la necesidad de invertir en la producción.

En este sentido, la generación de residuos representa problemas importantes de contaminación ambiental debido a que no se realiza una correcta disposición final. De ahí la importancia de proponer estrategias tecnológicas de innovación que permitan el aprovechamiento y generación de productos de valor agregado a partir de estos residuos, como la extracción de pectinas, fibra dietética, elaboración de jugos, fruta deshidratada, entre otros. Algunos de los problemas ambientales identificados están relacionados con la eutrofización de cuerpos de agua, el desgaste del suelo por la falta de limpieza y acumulación de residuos y fertilizantes, la proliferación de plagas que provocan el uso de insecticidas para su control, y consecuentemente afectaciones que inciden en la diversidad y presencia de insectos encargados del proceso de polinización, un proceso natural y fundamental para la propia producción de frutas y hortalizas.

Además del mango, existen otros productos perecederos (entre estos: plátano, papaya, melón, sandía, marañón, por mencionar algunos), de los cuales se pierden grandes volúmenes de su producción debido a que no encuentran un mercado o carecen de procedimientos tecnológicos para su transformación. En este sentido, las tecnologías y tratamientos biológicos para la generación de biogás como fuente de energía representan métodos viables para valorizar los grandes volúmenes de residuos del mango y otros cultivos. El uso de este tipo de metodologías, en acompañamiento con las comunidades y asociaciones civiles de productores, requiere un enfoque interinstitucional y transdisciplinario que conduzca al

desarrollo de estrategias de transferencia tecnológica viable en el ámbito económico social y cultural en la Región Soconusco.

4.2 Producción de mango

A partir de la información proporcionada por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIACON, 2020) se realizó un análisis sobre la producción agrícola de Chiapas. A nivel nacional, Chiapas ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie sembrada, la cual es superior a 1.2 millones de hectáreas; sin embargo, el valor de su producción agrícola global para 2020 ascendió tan solo a poco más de \$17,000 millones de pesos, una cantidad muy inferior al valor de producción de estados como Michoacán o Jalisco, donde el valor de su producción equivale aproximadamente a cuatro veces la de Chiapas (Figura 6).

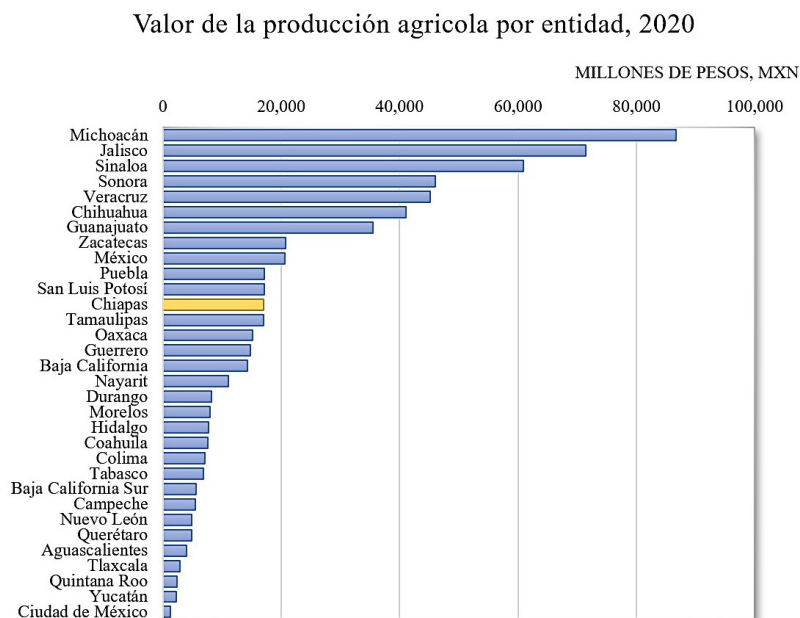


Figura 6. Valor de la producción agrícola global del estado de Chiapas (Fuente: SIACON, 2020)

En cuanto a la superficie destinada para la producción del mango, Chiapas cuentan con casi 39 000 hectáreas para este fruto, su

producción para 2020 ascendió a 270 000 toneladas y el valor fue cercano a los \$1,446 millones de pesos. Esta es una cifra equivalente al 8.5% de la producción global del estado, destacando así entre los principales sistemas de producción agrícola de la entidad (maíz, 31.5%; caña, 14.3%; café, 10.7% y plátano, 10.1%). Estas cifras demuestran la verdadera importancia del mango en el sector agroindustrial de Chiapas, pero particularmente para la Región Soconusco. Durante estas dos últimas décadas, la producción del mango ha tenido variaciones importantes. Entre 2000 y 2013 el valor de la producción osciló alrededor de los \$500 millones de pesos anuales; pero entre 2013 y 2014 su valor incrementó considerablemente en un 67% y en los siguientes años se mantuvo con una tasa de crecimiento anual promedio de 14.4%.

El mango Ataúlfo destaca entre otras variedades de mango como Manililla, Criollo, Tommy, Kent o Haden, su valor de producción representa poco más del 90% de toda la producción de mango en Chiapas (Figura 7). En cuanto a la superficie, esta variedad ocupa el 84% de la superficie sembrada destinada al mango, de las cuales la gran mayoría está en la región del Soconusco, y un 87% del volumen de producción total de variedades de mango. La única desventaja del mango Ataúlfo es el rendimiento de la producción en contraste con las otras variedades, en tanto que las variedades Tommy Atkins supera por mucho al mango Ataúlfo, el primero alcanza un rendimiento promedio de hasta 11.5 ton/ha, mientras que el segundo llega a 7.9 ton/ha. El amplio predominio del mango Ataúlfo en el campo de Chiapas se debe a sus características organolépticas, y que se caracteriza por una cáscara delgada, una semilla pequeña y un menor contenido fibroso en comparación de otras variedades; estas características repercuten en el precio y el gusto del consumidor (Infante *et al.*, 2011).

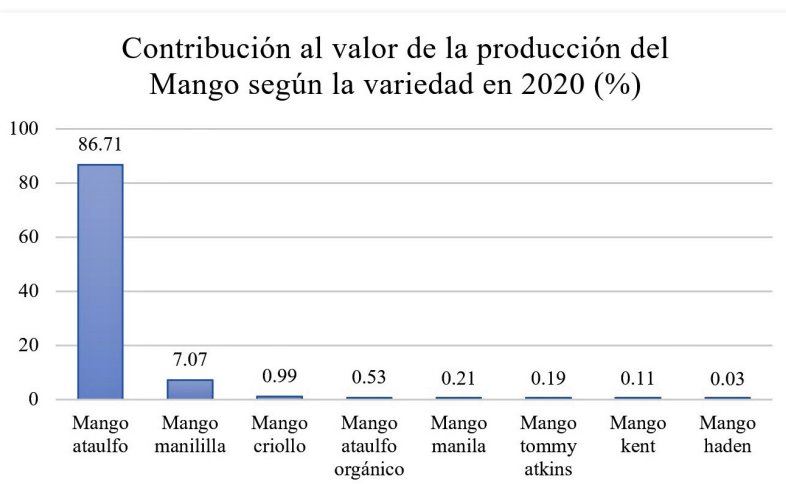


Figura 7. Valor de la producción agrícola global del estado de Chiapas. Fuente: SIACON, 2020

Al interior del estado, la Región Soconusco, junto con la región Istmo-Costa, destacan ampliamente como productores de mango (Figura 8), puesto que a escala municipal se cuenta con los volúmenes y precios de producción más altos. El mango Ataúlfo es un producto que provee identidad de forma particular para el Soconusco, su distinción como producto con denominación de origen, en conjunto con sus propiedades organolépticas y morfológicas, le permitieron alcanzar un mercado nacional e internacional, y también le ha permitido posicionarse como uno de los principales productos agrícolas de Chiapas. Desafortunadamente, esta especialización sobre el mango Ataúlfo ya ha impactado de forma imprevista al medio ambiente; el establecimiento de monocultivo con la variedad Ataúlfo ha afectado los procesos de polinización cruzada que, de forma natural, se daban ante la presencia de otras variedades criollas de mango.

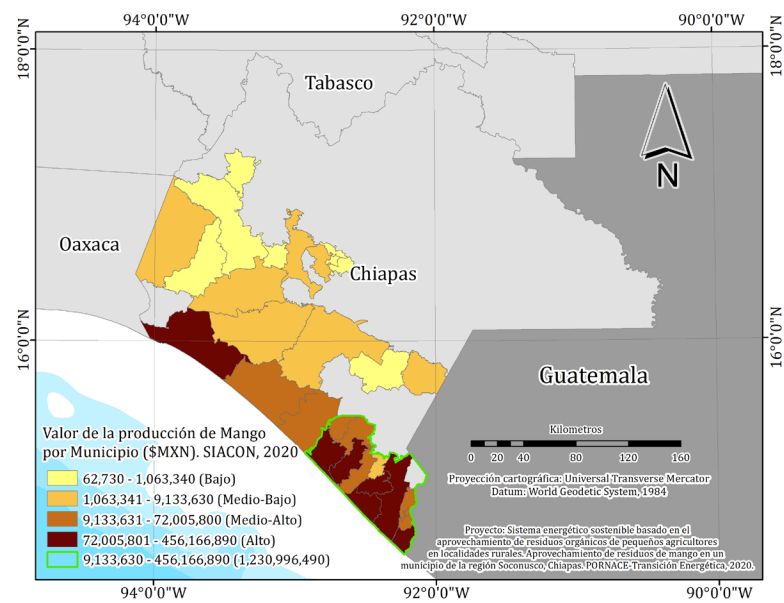


Figura 8. Mapa con el valor de la producción de mango en el estado de Chiapas

5. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

La Secretaría y Desarrollo Rural (SADER) destaca que Tapachula y Tonalá son los principales Distritos de Desarrollo Rural (DDR) productores de mango en Chiapas con 233,277 y 26,163 toneladas producidas respectivamente en el año 2019 (Tabla 2). La producción en estos distritos presenta una Tasa de Crecimiento Medio Anual (TCMA) por encima del promedio estatal, lo cual resalta la importancia de su contribución a la producción estatal, pero también destaca el impulso que este sector ha tenido como efecto de su posicionamiento a nivel internacional como uno de los principales exportadores de mango Ataulfo (Infante *et al.*, 2011).

Tabla 2. Volumen de producción global de mango por Distrito de Desarrollo Rural

DDR	2003	2019	TCMA / 2003-2019
Comitán	265	488	3.9%
Tapachula	110,310	233,277	4.8%
Tonalá	11,990	26,163	5.0%
Tuxtla Gutiérrez	6,696	3,597	-3.8%
Villa Flores	1,425	4,849	7.9%
Total general	130,686	268,374	4.6%

Fuente: Elaboración propia con datos de la SIACON (2020)

5.1 Análisis territorial sobre la producción del mango

A partir de la información de la SADER y del Gobierno de Chiapas se identificaron las principales zonas de cultivo del mango (Figura 9). La ubicación geográfica de estas unidades productivas manifiesta la amplia distribución espacial del cultivo del mango sobre gran parte del territorio de Chiapas. Un análisis geoestadístico basado en identificación de conglomerados a través del Índice Anselin-Moran (Moran, 1950) se llevó a cabo para medir la dependencia espacial entre los territorios productores de mango, considerando el tamaño de la superficie sembrada con mango como la variable sujeta a evaluación. El análisis del patrón de distribución se sustentó en la autocorrelación espacial basada en la ubicación de las zonas productoras en Chiapas. El resultado de este análisis muestra que hay cinco grandes regiones asentadas en el valle de La Angostura (Valles Soque, Mezcalapa, Metropolitana, Frailesca, de los Llanos) que poseen importantes superficies de cultivos, algunas de estas pertenecientes a los DDR de Tuxtla Gutiérrez y Villa Flores. La gran mayoría de las superficies dispuestas para mango corresponde a conglomerados de parcelas relativamente pequeñas, las cuales se localizan de manera dispersa a lo largo del valle del Río Grijalva.

En este valle sobresale de manera excepcional un conglomerado de parcelas de gran tamaño contiguas a otras de menor dimensión, estas se ubican en el municipio de Chiapilla en la región de los Llanos. Por otro lado, el análisis de conglomerados pone en evidencia la importancia de la capacidad productiva de mango asentada en la costa chiapaneca (Regiones Istmo Costa y Soconusco), resaltando el peso específico a los municipios de la región Soconusco como principal polo productivo de la entidad (Figura 10).

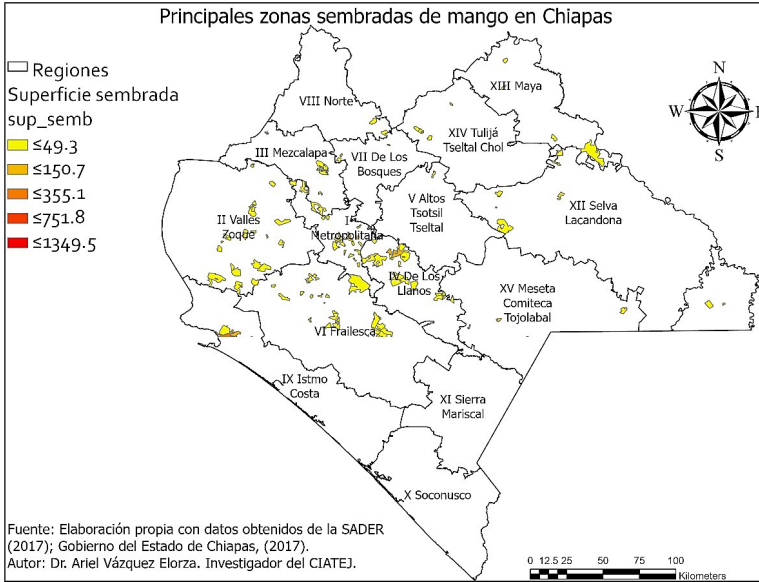


Figura 9. Principales localidades sembradas de Mango en Chiapas.

Fuentes: CPV-2020, ENIGH-2020, SIACON, 2020

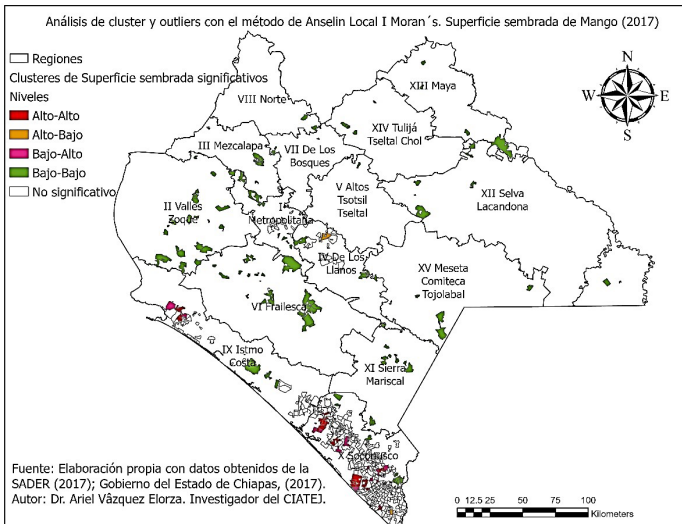


Figura 10. Análisis de conglomerados basado en la superficie sembrada de mango en Chiapas. Fuente: CPV-2020, ENIGH-2020, SIACON, 2020

En el caso del Distrito de Tapachula, se identificaron conglomerados de parcelas de grandes superficies destinadas para el cultivo de mango en 2019, en donde destaca el municipio de Tapachula que acumula más del 35% de la producción del distrito al que pertenece (Tabla 3).

Tabla 3. Producción de mango en el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) de Tapachula

Municipio	Toneladas	Porcentaje
Tapachula	82,061	35.2
Mazatán	26,691	11.4
Villa Comaltitlán	25,095	10.8
Huehuetán	24,695	10.6
Acapetahua	23,315	10.0
Suchiate	14,731	6.3
Otros municipios	36,689	15.7
Total	233,277	100.0

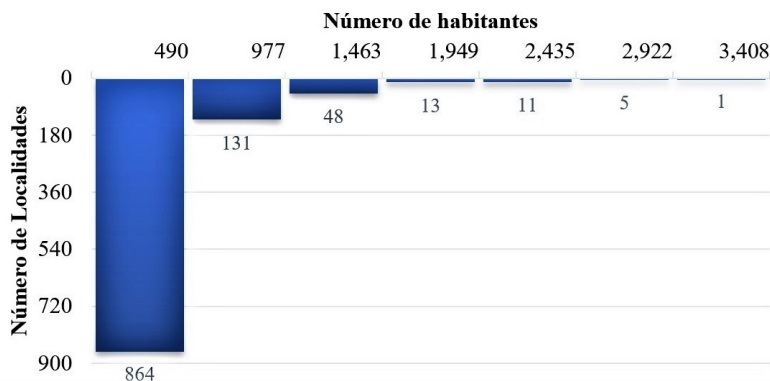
5.2 Importancia en el tamaño de la localidad

A partir de los terrenos de siembra de mango obtenidos del Gobierno de Chiapas en 2017 y la información del CPV-2020, se ubicaron diversas localidades contiguas a los territorios y se identificaron las condiciones socioeconómicas de la población para 1,073 localidades productoras de mango en Chiapas. Asimismo, fue posible focalizar el análisis de las características de las siguientes variables de la población y sus relaciones.

- Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena: Personas de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena (P3YM_HLI).
- Población de 15 años y más analfabeta: Personas de 15 años y más que no saben leer y escribir un recado (P15YM_AN).

- Población sin afiliación a servicios de salud: Total de personas que no están afiliadas a servicios médicos en ninguna institución pública o privada (PSINDER).
- Población afiliada a servicios de salud: Total de personas que están afiliadas a servicios médicos en alguna institución de salud pública o privada como: el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE e ISSSTE estatal), Petróleos Mexicanos (PEMEX), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Secretaría de Marina Armada de México (SEMAR), el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI) o en otra (PDER_SS). Población de 12 años y más económicamente activa: Personas de 12 años y más que trabajaron o tenían trabajo, pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia (PEA). Población de 12 años y más no económicamente activa: Personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas; estudiantes; dedicadas a labores del hogar; están incapacitadas permanentemente para trabajar; o no trabajan (PE_INAC).

El análisis de las relaciones de estas variables permitió la identificación de rasgos socioeconómicos relevantes. El número de habitantes en zonas productoras de mango oscila entre 4 y 3,408 personas; no obstante, 80.5% de las localidades están conformadas por un número de habitantes bajo, entre 4 y 490 personas (Figura 11). Esta situación pone en evidencia la necesidad de atender las pequeñas poblaciones que son altamente susceptibles o aptas para generar valor agregado al mango y sus derivados. Este análisis también muestra que existe una gran relación sobre las condiciones económicas y de ruralidad entre las regiones productoras de mango en Chiapas. Al respecto, la población concentra importantes carencias relacionadas con servicios públicos, empleos formales e ingresos dignos para alcanzar mejores niveles de bienestar. Esto contrasta con la gran cantidad de recursos naturales que potencialmente pueden ser aprovechados y generar valor agregado, tal como en el caso de los residuos de frutos como el mango.



Proporción de las localidades según su número de habitantes

Figura 11. Características de la población total y población económicamente activa que habita en localidades productoras de mango de Chiapas. a)

Correlación entre variables, b) Número de localidades conforme a su número de habitantes. Fuente: Elaboración propia con datos del CPV, 2020

5.3 Análisis de ingreso de los hogares

Las principales características productivas, sociales y económicas de la población que habita en las localidades productoras de mango en Chiapas también se abordaron en el presente trabajo. Para esto se consultó información del Consejo Nacional de Población (CONAPO), además del Censo de Población, la encuesta nacional de ingreso de los hogares y el índice de pobreza. A partir de una línea base de territorio constituida por superficie sembrada de mango en 2017 fue posible correlacionar información productiva y socioeconómica de las 1,073 localidades con producción de mango en Chiapas.

Conforme a la información de la ENIGH 2020 y el CPV 2020 se caracterizó la desigualdad de género en el seno de hogares del sistema productivo del mango. La información estadística muestra que existe un universo que asciende a 6,444 hogares, concentrando a 27,322 integrantes de familia. A partir de este total, aproximadamente el 91.3% está encabezado por hombres padres de familia y el 8.7% encabezado por mujeres madres de familia, una proporción sensiblemente menor a lo que ocurre a nivel es-

tatal. El ingreso per cápita de estos hogares ronda en promedio alrededor de \$5,517 pesos (MXN) trimestrales para el caso de los hogares encabezados por jefes de hogar, mientras que el ingreso per cápita en hogares encabezado por mujeres es en promedio de \$3,443 pesos. Esta realidad evidencia la falta de equidad de los recursos e ingresos económicos entre las mujeres jefas de hogar productoras de mango.

5.4 Características de los productores agropecuarios

Existen cambios en las características socioeconómicas de los productores agropecuarios en las diferentes regiones del estado de Chiapas, las cuales se identificaron a partir del análisis comparativo del ingreso en los hogares que derivan de los resultados de la ENIGH 2018 y 2020. En primera instancia se evaluó la toma de decisión en los hogares a partir de una perspectiva de género. Este análisis de contraste muestra que hubo un cambio muy importante sobre la representatividad de jefes de hogares. En el año 2020, se observó que el porcentaje de hogares encabezados por mujeres incrementó en las regiones Metropolitana, Maya, Valles Zoque y Soconusco (Figura 12). Esto significa que la participación de la mujer en la toma de decisión sobre la vida cotidiana cobró importancia en el ámbito familiar.

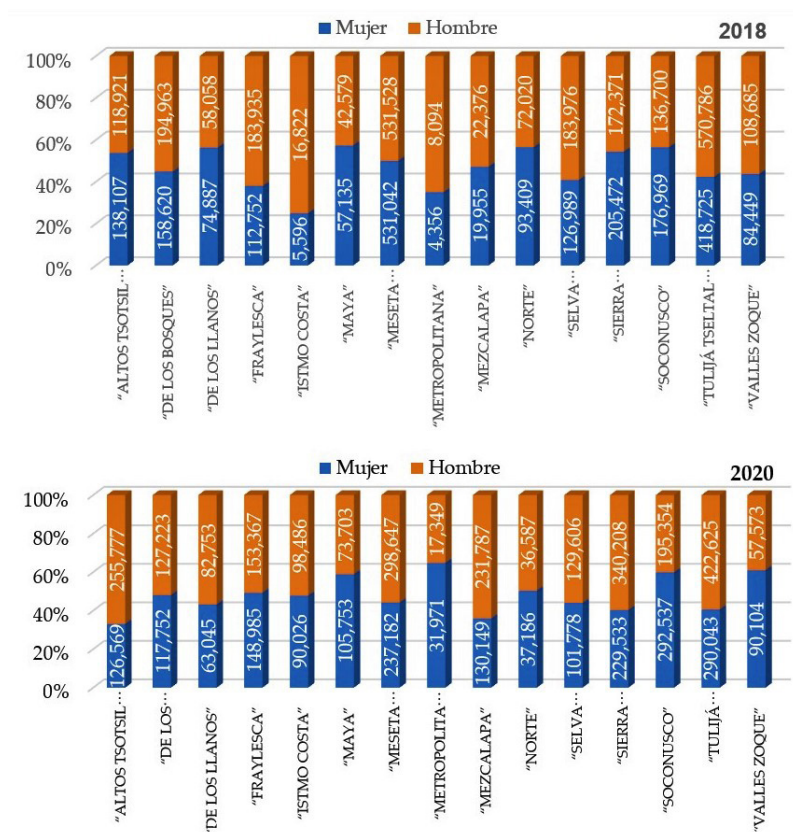


Figura 12. Comparativo sobre la proporción de personas que está supeditada a la toma de decisión de jefe de familia con perspectiva de género en hogares agropecuarios de Chiapas entre 2018 y 2020

En cuanto a la caracterización de las carencias de la población, el análisis se centralizó en la evaluación de los factores de disponibilidad de agua, electricidad, eliminación de basura y disponibilidad de estufa. Los criterios que se consideraron para determinar la población que se encuentra con dificultades de acceso al agua están basados en el supuesto de aquella población que no tiene agua entubada dentro de la vivienda, agua entubada fuera de la vivienda, pero dentro del terreno o agua entubada de llave pública (o hidrante), y consecuentemente tiene que captar agua de lluvia o acarrear agua de otra vivienda, de una pipa, de un pozo, río, lago, arroyo u otra fuente de abastecimiento. Los resultados sobre la

disponibilidad de agua muestran la comparación entre regiones e indican que la población agropecuaria del Soconusco se encuentra en las regiones con las mayores carencias por acceso al agua, las mujeres jefas de hogar aparecen como el grupo con mayores niveles de vulnerabilidad de acceso al agua. La incidencia de este factor se hizo más evidente durante 2020 en la Región Soconusco (Figura 13).

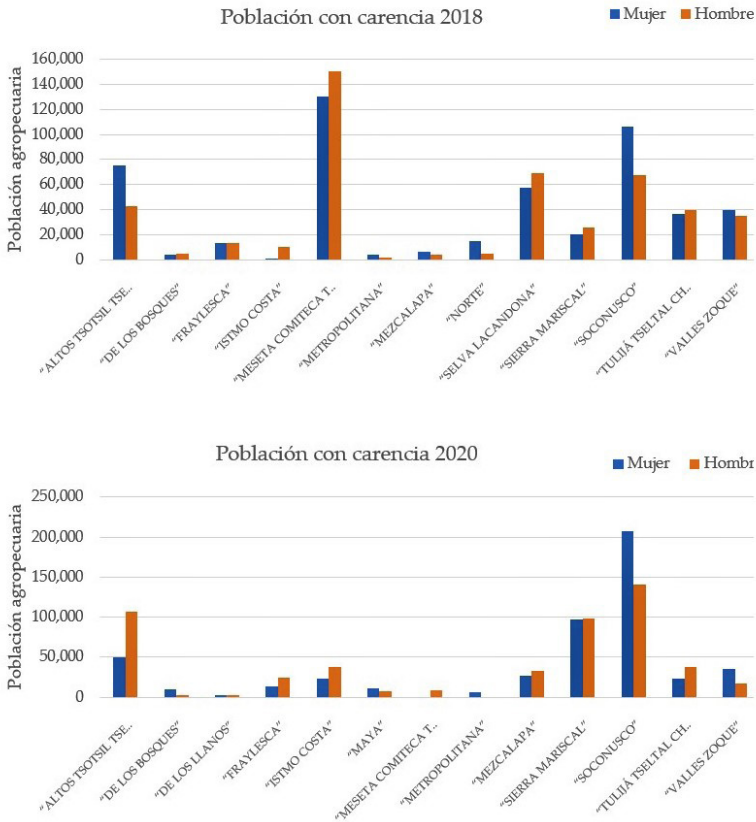


Figura 13. Proporción de personas que carecen de agua, comparación entre regiones del estado de Chiapas entre 2018 y 2020

En cuanto a la población con dificultades de acceso a la electricidad, esta se define como aquellos habitantes que no dispone de suministro de energía eléctrica a través del servicio público, pero

en cambio accede a una corriente mediante el uso de una planta particular, de panel solar, de otra fuente distinta o definitivamente no tiene acceso a la energía eléctrica.

El análisis de este grupo de la población indica el sector agropecuario del Soconusco no carencia tanto por acceso a una fuente de energía eléctrica como en otras regiones tales como la Meseta Comiteca en 2018, o la región de la Sierra Mariscal en 2020, en donde las mujeres jefas de hogar también aparecen como el grupo con mayores niveles de vulnerabilidad ante el acceso a energía eléctrica (Figura 14).

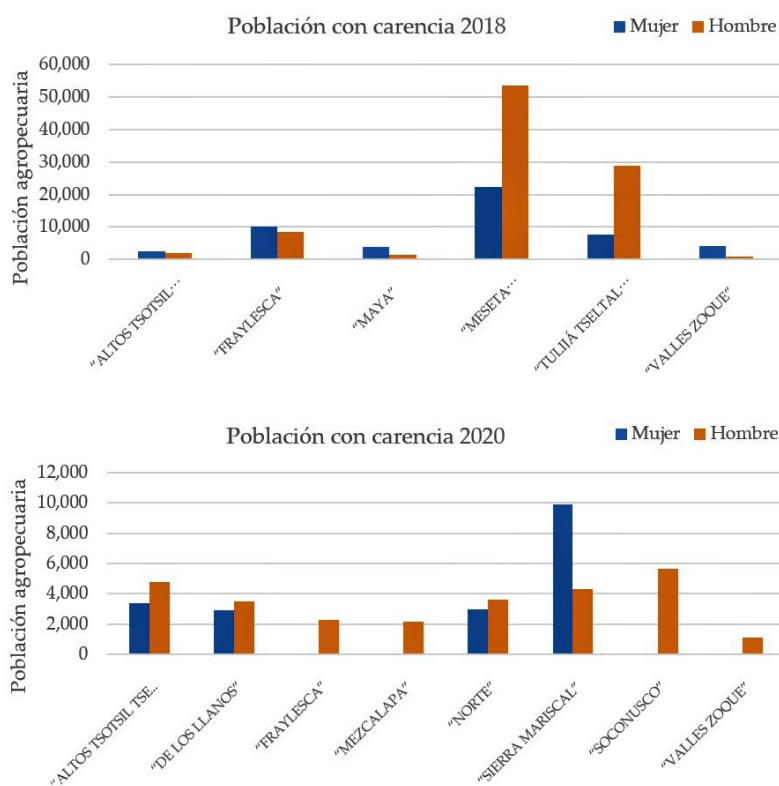


Figura 14. Proporción de personas que carecen energía eléctrica, comparación entre regiones del estado de Chiapas entre 2018 y 2020

Para el caso de la población agropecuaria que carecía del servicio para la eliminación de la basura, se tomaron como criterios los

supuestos sobre aquella población que tiene que tirar su basura en un basurero público, en un contenedor o depósito, la quema, la entierra, la tira en un terreno baldío, en la calle, en un barranco, en una grieta, al río, un lago o al mar. En 2018 la Región Soconusco tenía dificultades con este servicio que afectaba a una gran proporción de la población agropecuaria; sin embargo, la carencia de este servicio perjudicaba más a otras regiones como la Meseta Comiteca (Figura 15).

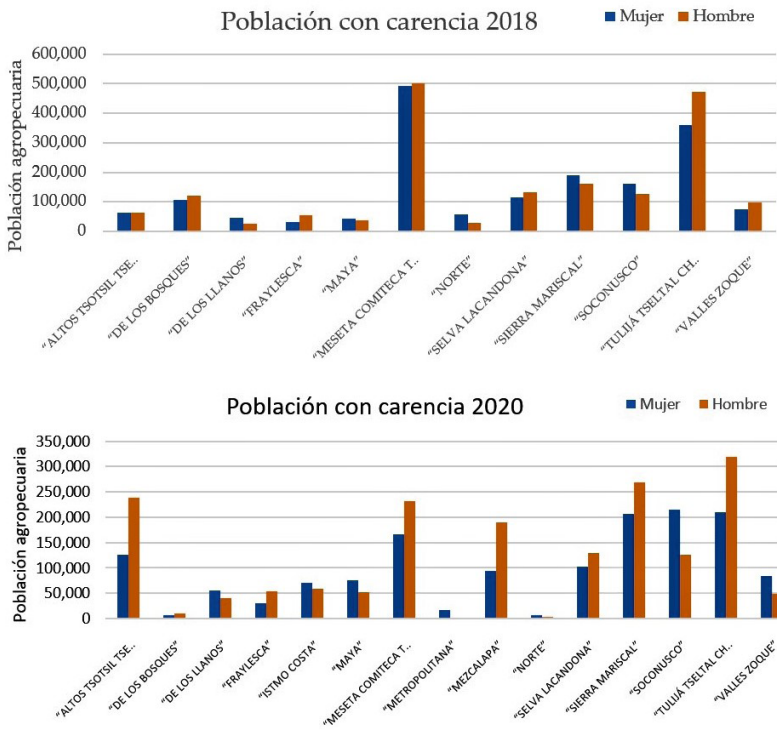


Figura 15. Proporción de personas que carecen de servicio de recolección de basura, comparación entre regiones del estado de Chiapas entre 2018 y 2020

En 2020 la calidad de este servicio parece no haber mejorado y esta proporción de la población con carencia del servicio incrementó ligeramente en el Soconusco. Esta información también muestra evidencia que los hogares encabezados por jefas de hogar en el

Soconusco son más vulnerables ante la carencia del servicio de recolección de basura.

En términos generales y considerando los criterios de la ENIGH respecto a la evaluación de la dimensión de los servicios a la vivienda, se encontró que las condiciones de pobreza entre la población agropecuaria en el estado de Chiapas son agravantes y transgreden derechos relacionados con el bienestar y calidad de vida de las personas, afectando particularmente a las mujeres en sus actividades cotidianas.

El análisis para el caso particular de la región del Soconusco muestra evidencia y resalta que los hogares agropecuarios carecen de servicios a la vivienda asociados con la disponibilidad y servicios de suministro de agua, servicio de recolección o eliminación de basura, disponibilidad de estufa; también tienen importantes carencias respecto a la disponibilidad de calentador de gas, electricidad, ventilador y televisor, y además cuentan con un limitado número de focos (de 1 a 3 por hogar). El análisis de cada uno de estos indicadores coloca a la población agropecuaria del Soconusco entre las más vulnerables en el estado de Chiapas.

6. PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

6.1 Consideración sobre las dificultades para el acceso a fuentes de energía

Las necesidades en términos energéticos son relevantes al considerar las condiciones orográficas, climáticas y demográficas de la región de estudio. Tomando en cuenta la definición de consumo final de energía, según la Secretaría de Energía de México, este consumo contabiliza la energía que se destina al mercado interno o las actividades productivas de la economía nacional, como materia prima o como insumo energético, este último hace referencia a la energía primaria o secundaria destinada a satisfacer las necesidades energéticas de los sectores residencial, comercial y servicios, transporte, agropecuario e industrial (Tabla 4).

El Programa Regional de Desarrollo estima que entre 1970 y 2005 se crearon 11,646 nuevas localidades en Chiapas, esto equivale a la creación de una localidad diaria, lo que implica condiciones de desigualdad social en cuanto a servicios y calidad de vida. La falta de inversión y la orografía accidentada representan los principales factores que dificultan la dotación de servicios e infraestructura básica, afectando a localidades en situación de aislamiento. Parti-

cularmente, 44.2% de la población en la región del Soconusco en 2010 estaba distribuida en localidades de 100 a 2,499 habitantes; mientras que en 2020 este segmento de la población incrementó a 46.4%.

Tabla 4. Consumo total final de energía en México, 2020

Consumo final total	4,432.6	100.0
	49.2	1.1
Consumo no energético total		
Petroquímica de Pemex	12.1	0.3
Otras ramas	37.2	0.8
Consumo energético total	4,383.4	98.9
Transporte	1,703.7	38.4
Industrial	1,418.1	32.0
Residencial, comercial y público	1,075.6	24.3
Agropecuario	186.0	4.2

Fuente: Secretaría de Energía, 2021. Balance Nacional de Energía 2020. Valores expresados en petajoules

La demanda de fuentes de energía en la región del Soconusco requiere de la movilización de recursos y personas del sector industrial y agropecuario. Los servicios básicos de energía e infraestructura carretera son precarios en localidades aisladas. Un ejemplo de las limitaciones de acceso a la energía es la observada en otras regiones de Chiapas (Municipio de la Concordia, cercana a la Reserva del Triunfo), en donde se encontró maquinaria para procesar café en desuso por falta de energía trifásica. Esta condición hace inviable la tecnificación y uso de maquinaria que favorezcan procesos productivos. Por otro lado, también es evidente un grado de pobreza energética a nivel de la vivienda o residencial, limitando el uso básico de insumos que pudieran contribuir al bienestar familiar. En el caso de la región Soconusco, se encontró que no existen las condiciones energéticas que permitan impulsar la cadena productiva de mango y otros productos del sector agropecuario; infraestructura tecnológica para la producción, equipamiento para el empaquetamiento y procesamiento, así como para el desarrollo de

subproductos. Los grandes productores de mango de la región se concentran en la zona urbana de Tapachula, donde las condiciones energéticas son diferentes a las áreas rurales. Por otra parte, el bajo desarrollo industrial de la región se percibe como una industria que genera poco valor agregado de subproductos, la cual en el caso de la industria del mango se limita a la extracción de jugo y procesos de deshidratación.

6.2 Tipos de barrera

a) Culturales

La cultural es un sistema de concepciones expresadas en formas simbólicas por medio de las cuales la gente comunica, perpetúa y desarrolla su conocimiento sobre las actitudes hacia la vida que ha permitido la reproducción de los pueblos (Martín, 1993). La concepción de barreras culturales nos remite a reflexionar sobre el territorio que ocupa la población; en ese sentido, la característica de frontera tiene dos diferentes connotaciones, una como límite y otra como expansión. En el caso de su concepción como límite, la barrera entiende como un obstáculo que impide el desarrollo y bienestar de los pueblos (Lattimore, 1969; en Peña-Piña & Fábregas-Puig, 2015). Bajo este concepto, la cercanía de la región Soconusco con la frontera con Guatemala se interpreta como una forma de apropiación del territorio por parte de la población, así como control y manejo de sus recursos naturales, lo que deriva en una estructura de producción local, el desarrollo de procesos de organización social, y normas de comportamiento, por mencionar algunas.

En el siglo XIX el café tuvo su mejor desarrollo y la región del Soconusco era considerada la región chiapaneca más pujante. Durante la etapa del gobierno de Porfirio Díaz hubo muchas facilidades para explotar intensivamente este cultivo. El desarrollo de plantaciones (propiedad de alemanes) y la instauración de grandes fincas cafetaleras propiciaron la llegada de importantes

grupos árabes, japoneses y chinos que se asentaron en la región por los recursos naturales de la zona. Después del desplome de la actividad cafetalera, la zona se ha caracterizado por ser un corredor de migrantes dedicados a las fincas cafetaleras y en la producción frutícola durante el siglo XX. Estas incursiones nos hablan de la modulación de los aspectos culturales, así como la convergencia de una serie de elementos de ocupación del territorio, incluyendo actores y circunstancias que han dado pie a un bagaje cultural complejo que se instauró en la región. Esta complejidad cultural en ocasiones se presenta como obstáculo por los aspectos vinculados a las prácticas tradicionales, caracterizada por su condición de identidad; de modo que si centramos los aspectos culturales entorno a procesos de relaciones entre grupos sociales; particularmente, en Chiapas las relaciones humanas del presente refieren a efectos colaterales del pasado.

En ese sentido, se puede observar una gran desconfianza hacia los partidos políticos y otras acciones que la gente local considera que contenga una connotación semejante. Según algunos productores —con quienes se tuvo la oportunidad de dialogar— desde siempre fueron objeto de voto y considerados solo en tiempos electorales. Esta percepción utilitaria, aunado a un pasado violento de dominación, influye en la vida actual de las personas para desconfiar de las instituciones o grupos que buscan impulsar ideas de desarrollo sin considerarlos en la concepción de la idea e implementación de esta. Cabe mencionar que el Soconusco, debido a las riquezas naturales, la exuberante vegetación y el potencial de desarrollo agroindustrial ha estado en disputa entre la clase dominante, los poderes centrales y regionales (Villafuerte, 2008). Esta situación excluye a los actores locales, quienes viven en las poblaciones y han sido mano de obra barata para las actividades agrícolas que se desarrollan en la región.

b) Identidad y género

Las principales barreras respecto al género se expresan en el poco o nulo reconocimiento y visibilidad de las mujeres en las áreas

de producción agrícola de mango. En términos generales y salvo casos excepcionales, las mujeres no tienen parcelas ni tierras de cultivo, la mayoría se encuentra en calidad de avicinadas, no como ejidatarias. El hecho que no tengan tierras y no se les reconozca en términos legales limita su participación en la toma de decisiones. Existe una exclusión de las mujeres, sobre todo en áreas rurales, de la propiedad y la tenencia de la tierra. En algunas áreas con predominancia indígena se ha documentado el despojo de la tierra, por un interés de los grandes capitales para hacer uso de los recursos de estas áreas. En la cadena productiva del mango, se evidencia un escaso número de mujeres involucradas, su participación continúa siendo relevante en la parte administrativa, gestión y comercialización, pero limitada en la toma de decisiones (Reyes-Ramos, 2006). Esta segregación también se observa en el hogar, donde a pesar de tener poder de decisión en el seno de las familias, aun así, padecen las carencias por acceso a fuentes de energía suficientes y de buena calidad.

La dinámica de flujo transitorio también modula las iniciativas de organización social; permean aspectos de discriminación, particularmente aquellas asociadas a la condición indígena, mujeres, personas con discapacidad y grupos religiosos. En este sentido, las prácticas discriminatorias deben considerarse como una forma de desigualdad, resultado de procesos sociales de identificación y autoidentificación, una condición cultural con consecuencias en los ámbitos de la vida colectiva (Rodríguez-Zepeda, 2006). De forma tal que esta desigualdad se expresa en representaciones subjetivas del orden social bajo conceptos de estigma y prejuicio. Dada las condiciones de pobreza de la población en Chiapas, la desigualdad propicia prácticas discriminatorias que han derivado en obstáculos para la organización social.

c) Infraestructura y desarrollo tecnológico

En el año 2015, un grupo de economistas de la Universidad de Harvard realizaron un estudio sobre aspectos económicos en Chiapas (Hausmann *et al.*, 2015). En su análisis registraron a los

cuatro municipios más importantes del estado debido al flujo económico, dinámica productiva y movilidad interna y externa, como polos de desarrollo que atraen e impulsan a otras poblaciones de la región, estos fueron: Comitán de Domínguez, San Cristóbal de las Casas, Tuxtla Gutiérrez y Tapachula. Cada municipio con vocaciones productivas específicas, pero ninguno de ellos con potencial tecnológico relevante. Tapachula está considerado como un polo regional estratégico para el crecimiento económico y tecnológico del estado; sin embargo, en la región se carece de la diversificación de productos con valor agregado para su exportación y de esta forma competir en el mercado nacional e internacional; muestra de estos es la producción primaria, principalmente de café sin tostar, plátano, aguacate y mango. A pesar de estas desventajas, las inversiones en el Puerto Chiapas y su parque industrial ofrecen la posibilidad de concentrar allí los servicios de energía, infraestructura y logística necesarios para fomentar la producción moderna con un grado de mayor complejidad tecnológica.

En el ámbito de la producción de mango, existen pocas empresas que exportan el fruto con tratamientos especiales, mientras que los pequeños productores entregan el producto a acopiadoras que se encargan del proceso, incluido el mantenimiento de la parcela (técnicamente el propietario del huerto renta su parcela y vende el producto a un precio bajo pero seguro). La tecnología genera una brecha de desigualdad desde el proceso de preparación del árbol, hasta la comercialización del producto, así como procesos mínimos de valor agregado, lo que en muchos casos conduce a la pérdida de la producción de huertas completas (como en cualquier producto perecedero). Es el mismo destino que tienen las frutas y hortalizas debido a que los productores no cuentan con infraestructura básica para el almacenamiento y tratamiento de sus productos.

En el caso de las barreras tecnológicas vinculadas con el uso de energía eléctrica o calorífica, se puede decir que su origen radica en las capacidades limitadas de las comunidades alejadas de los centros urbanos o cabeceras municipales. Los pequeños productores

de mango tienen acceso limitado a la implementación tecnológica e infraestructura a sus procesos productivos; solo grandes productores tienen el capital y equipamiento para llevar a cabo inversión en beneficio de los procesos de producción eficientes en los huertos (mantenimiento y saneamiento), para el almacenamiento en centros de acopio, la generación de subproductos mediante procesos de secado y deshidratación, el sofisticado procesamiento del fruto fresco (tratamiento hidrotérmico) y el embalaje que el fruto requiere para su exportación. Todos estos procesos que implican mejoras en el rendimiento y calidad del producto (en consecuencia, acceso a un mejor mercado) se encuentran fuera del alcance de la gran mayoría de productores de pequeñas huertas (de hasta 20 ha), muchos de estos procesos implican el acceso a una fuente de energía estable. Lograr que individuos, familias, asociaciones o comunidades de la base social de productores lleguen a conseguir un mayor grado de tecnificación implica doble reto, puesto que antes de acceder a este nivel tecnológico, primero se debe resolver el problema de acceso a la energía a través de una fuente de suministro eficiente que garantice su cantidad y calidad.

En cuanto a la implementación de tecnologías orientadas al tratamiento y aprovechamiento de los residuos agroindustriales, la capacidad y solvencia económicas son parte de las principales causas que a menudo dificultan el uso de tecnologías alternativas. Al respecto, existen algunos ejemplos de empresas (deshidratadoras) que han instalado sistemas de reactores para el tratamiento de sus residuos; sin embargo, parece que son casos aislados en donde la implementación tecnológica está guiada principalmente por la iniciativa de empresarios o grupos de productores interesados en resolver problemas de manejo de residuos derivados de sus procesos productivos. Entre productores, asesores agroindustriales o académicos relacionados con este sistema productivo, no encontramos testimonios sobre la implementación de dichos sistemas de aprovechamiento en zonas rurales.

d) Económicas y socio-organizativas

Las barreras económicas son evidentes dados los niveles de pobreza en los que se encuentra la mayor parte de la población. Independientemente de que exista un segmento de productores bien establecido y que no padece problemas económicos, sí existe un sector de pequeños productores de mango que se encuentran en una situación de desventaja, una condición que también se observa en otros sistemas de producción agrícola. Varios casos de productores de la base social se tienen documentados con testimonios de estudios previos en municipios de Acapetahua, Mazatán y Villa Comaltitlán, quienes señalan el abandono de este cultivo para cambiarlo de giro debido a que sus beneficios no han sido redituables. Encontramos que muchos productores pequeños venden su mejor producción a los acopiadores de mango que exportan; la producción restante la comercializan por cuenta propia a través de otros canales a precios bajos. La renta de las huertas también es otra modalidad; sin embargo, se menciona que son sobreexplotadas y después de varios años de renta, se deja la tierra con mala capacidad productiva por el uso de agroquímicos para garantizar la producción y rentabilidad.

Las principales barreras socio-organizativas están relacionadas con la cohesión social dada en gran medida por la dinámica de la región. La convergencia de diferentes culturas que al interior salvaguardan sus propias prácticas genera, hasta cierto punto, aislamiento, segregación o discriminación por su condición social. Encontramos que existen situaciones de convivencia que en algunos casos derivan en conflictos de diversa índole que no siempre se terminan de resolver. Esto genera condiciones de desconfianza y pugna entre grupos al interior de las organizaciones sociales que debilitan su estructura organizacional. Encontramos que por lo general no existen las condiciones de diálogo y la adecuada organización para alcanzar metas comunes entre la gente, organizaciones y dependencias de gobierno. Esta característica representa retos claves para desarrollar capacidades tecnológicas en la región, puesto que se ha podido constatar la ausencia o

inmadurez de mecanismos de coordinación pública-privada para fines productivos. Más aún, en Chiapas predomina un entorno de desconfianza entre los diferentes actores gubernamentales, empresariales e indígenas (Hausmann *et al.*, 2015).

La comunicación asertiva, con perspectiva de diálogo horizontal (sin la intensión de superioridad o con ánimo de imponerse), podría diluir el difícil proceso de convivencia entre diferentes actores y sectores, representa una vía a través de la cual se pueden superar barreras que impiden el crecimiento y desarrollo de comunidades enteras, en donde se trabaja de forma desarticulada y sin los beneficios de la sinergia de esfuerzos. Muestra de estos, es que en la Región Soconusco existen instituciones y asociaciones que trabajan de manera independiente: centros de educación superior y de investigación, asociaciones regionales y locales, empresas, sector gobierno, entre otros. Se tienen esfuerzo de diversos grupos relacionados con los sistemas productivos, pero aún se requiere el establecimiento de puentes a través del planteamiento de objetivos en común que permitan activar la confianza, colaboración y con esto los beneficios que trae consigo la sinergia de esos esfuerzos independientes. Es a través de estas sinergias, que se podría entablar el diálogo entre los diferentes actores y sectores sociales con la finalidad de articular esfuerzos en beneficio de la base social productora y todo un sistema productivo que requiere la contribución de los miembros que lo conforman. Por tanto, el aprovechamiento de residuos agroindustriales (frutas y hortalizas) se configura como un eje articulador a través del cual se podría combatir y disminuir la pobreza energética, pero también para resolver diversos problemas que giran en torno a la producción del mango y aquellos otros productos susceptibles de ser tratados para la generación de subproductos de alto valor agregado.

7. MANEJO DE RESIDUOS Y PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

7.1 Contexto global sobre la actual transición energética

El petróleo y carbón son fuentes de combustible ampliamente utilizados a nivel mundial para la generación de energía. El uso extensivo de combustibles fósiles ha producido cambios abruptos en los sistemas terrestres desde la década de 1950 (Steffen et al., 2007). A partir de la década de los 80, el proceso de globalización ha influido en el comportamiento de la población a nivel mundial, induciendo cambios en la conducta social y sus relaciones. Los aspectos geoestratégicos, financieros y mercantiles de la globalización condujeron a la segregación social, afectando el medio ambiente y consecuentemente la vida y salud de todos los seres vivos (Jalife-Rahme, 2000).

El desarrollo humano depende de los recursos naturales y de la capacidad productiva de la población, cuanto más desarrollo se logre mayor será el consumo de estos recursos naturales (Hickel & Kallis, 2019). Esto es crítico para las crisis económicas y ambientales globales en el futuro cercano dada esa relación directa;

pero particularmente este fenómeno es preocupante porque los países de altos ingresos han experimentado un aumento notable en el consumo material en el corto plazo, esto en detrimento de los recursos naturales de países diferentes a los países beneficiarios (Steinberger *et al.*, 2013). Con el actual paradigma de crecimiento vinculado a factores económicos y financieros, parece que las políticas económicas que tienden a la descarbonización y desmaterialización no podrán mejorar la sustentabilidad ecológica sin efectos negativos al crecimiento económico (Kallis, 2017). Tampoco serán posibles los preceptos del crecimiento verde (crecimiento económico global continuo compatible con la ecología de la tierra) sin el desacoplamiento absoluto del crecimiento económico de las naciones, debido precisamente a la dependencia directa de los recursos y al constante incremento de la tasa de emisión de carbono (Hickel & Kallis, 2019).

La comunidad internacional reconoce la emergencia por el cambio climático y sus efectos sobre los ecosistemas y la población global y tiene clara la necesidad de sustituir estas fuentes de energía por otras más amigables. Al respecto, son muchos los esfuerzos que desde la sociedad, a través de paneles con científicos y organizaciones no gubernamentales, urgen a los gobiernos de los países a tomar medidas más concretas y efectivas para afrontar esos cambios. En respuesta, los gobiernos que forman parte de la Organización de las Naciones Unidas han manifestado su preocupación y compromiso en diversos foros por revertir esos cambios, y adaptarse a los posibles escenarios que se vislumbran en el mediano plazo. Desde la aprobación de los Acuerdos de París en 2015 hasta el más reciente Acuerdo de Glasgow firmado en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP26) se ha resaltado la importancia de fortalecer la respuesta global ante la amenaza del cambio climático, desarrollar capacidades de resiliencia para disminuir la vulnerabilidad y promover la cooperación internacional (UN, 2021a). Se plantea el cumplimiento de los acuerdos previamente asumidos y se sentencian nuevos pactos; por ejemplo, la preservación de bosques y revertir

la pérdida de suelos, la reducción de emisiones de metano en un 30%, la descarbonización del transporte mediante la fabricación de vehículos con cero emisiones, desincentivar el uso de carbón, así como la conformación de alianzas para el financiamiento privado para el apoyo en la reducción de emisiones contaminantes.

Bajo este contexto, países como Estados Unidos o China representan a las dos principales economías a nivel global y, al mismo tiempo, polos de contaminación que generan grandes cantidades de emisiones, contribuyendo sustancialmente al cambio climático. Los gobiernos de estos países industrializados han adoptado acciones o políticas públicas orientadas a la transición de fuentes de energías verdes a diferentes plazos. Por ejemplo, Estados Unidos cuenta con medidas ejecutivas para abordar la crisis climática, crear empleos y restaurar la integridad científica para el desarrollo de un modelo de descarbonización y la transición a una economía basta (TWH, 2021); sin embargo, no se trata con un enfoque de política integral adecuado para regular los gases de efecto invernadero y el cambio climático (Dragoo, 2022). Por otra parte, China cuenta con la “Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2035”, que tiene como fin implementar una respuesta activa al cambio climático de adaptación y prevención efectiva del riesgo y sus efectos adversos (MEE, 2022), este plan implica la reducción de la huella de carbono conservando el desarrollo sostenido de su economía. No obstante, el Banco Mundial señala que China está en condiciones de cumplir sus compromisos climáticos y alcanzar sus objetivos de desarrollo, si implementa políticas encaminadas a: 1) acelerar el desarrollo del sector de energías verdes, 2) descarbonizar el sector industrial y el transporte, 3) mejorar la resiliencia climática y el desarrollo bajo en carbono, 4) impulsar la innovación, 5) gestionar los riesgos y asegurar una transición justa, y 6) fomentar la acción climática global (WBG, 2022).

A pesar de los esfuerzos y la voluntad política de los gobiernos, la política de autosuficiencia y seguridad nacional, así como el actual modelo económico y sus tendencias no ofrecen un escenario de certidumbre que garantice el desarrollo sustentable de la

población sin sufrir los efectos del cambio climático en el corto plazo (incluida la soberanía energética) (Jalife-Rahme, 2020). Esto no favorece la reducción de la brecha entre clases sociales, además limita el disfrute de los derechos humanos, el derecho a un ambiente sano, así como el acceso universal a fuentes de energía limpias de una gran parte de la población. Particularmente, el 9.3 % (al menos 689 millones) de la población mundial se encuentra en la pobreza y vive con menos de 1,9 USD al día, también experimenta las mayores privaciones debido a los bajos ingresos y la falta de servicios básicos para el bienestar, incluida entre estos fuentes de energía para el confort del hogar (United Nations, 2021b).

La concreción del actual proceso de transición energética verde es incierta, el uso de fuentes de energía con una importante huella de carbón aún estarán vigentes como parte del concepto de pluralismo energético hasta antes que el desarrollo de algunas de las tecnologías verdes alcance rendimientos que les permita prescindir de fuentes fósiles (Jalife-Rahme, 2020). En términos concretos, la capacidad instalada de los 10 principales países para la generación de energías renovables era equivalente a los 1,780 gigawatts (GW) en 2019, aumentando a 2,178 GW para 2021; aproximadamente un 22.4% en el término de dos años (IRENA, 2022). Hasta 2021 China era el principal generador de energías renovables con el 46.8% de la capacidad instalada, mientras que Estados Unidos conserva un 14.9% del total global. Al mismo tiempo estos dos países, junto con la Unión Europea, conservan una importante producción en cuanto a la refinación del petróleo con una tendencia al alza desde la década de los años 90, y que hasta 2019 la producción media se encontraba entre 15 y 20 millones de barriles al día (Bloomberg, 2020).

En este sentido, la bioenergía cobra importancia, pues cumple con preceptos de sustentabilidad, como el aprovechamiento de residuos orgánicos, lo que le permite posicionarse como una alternativa viable para la generación de energía de bajo impacto al medio ambiente en comparación con las fuentes con importantes huellas de carbón. Según las cifras de IRENA, la capacidad ins-

talada para la producción de bioenergía prácticamente se duplicó en menos de 10 años, pasando de 77,198 megawatts (MW) en 2012 a 143,371 MW en 2021; de esta cifra, el 83.2% corresponde a combustibles provenientes de residuos sólidos renovables (IRENA, 2022). De modo que bajo la perspectiva de descarbonización de las economías, el desarrollo de nuevas tecnologías y el uso de aquellas que se usan de manera convencional aparecen como una vía razonable para avanzar hacia una desvinculación gradual y parcial respecto a la reducción del consumo de fuentes basadas en carbón.

7.2 Aspectos generales sobre la prospección

Las actividades de prospección permitieron la integración de información sobre la viabilidad técnica de valorizar los residuos agroindustriales para el desarrollo de sistemas de generación y aprovechamiento de biogás. A partir de esto, se identificaron factores cruciales para el proceso de aprovechamiento de residuos y la producción de biogás, tales como la selección de sitio, volumen de residuos, mecanismos de acopio y el potencial de aprovechamiento para la producción de biogás.

La selección del lugar de implementación del sistema de generación y aprovechamiento de biogás requiere de establecer mecanismos de acopio y transferencia de los residuos, lo cual implica el conocimiento del volumen de generación de residuos en huertas y/o empacadoras, las distancias entre fuentes de generación y sitios de recolección, así como la composición del residuo (cáscara, pulpa, semilla). A partir de esta información es posible estimar la capacidad del sistema y el potencial de generación de biogás, además de evaluar la factibilidad técnica y económica del sistema. El cultivo de mango es de temporal. En el caso de Chiriquí, se presenta en el primer cuatrimestre del año; por lo tanto, la selección de residuos de un cultivo adicional es fundamental para cubrir esa demanda a lo largo del ciclo anual.

Los productores de mango estiman que en promedio la merma del fruto es de alrededor del 25% de la producción total anual (aunque se reconoce que puede haber variaciones porcentuales importantes). Una de las principales causas es que el fruto cae del árbol antes del periodo de recolección. De esta manera, el fruto continúa su maduración y descomposición en el suelo, generando problemas fitosanitarios por la presencia de plagas y roedores, induciendo a los productores a aplicar métodos de control como la liberación de moscas estériles con el fin de interrumpir su ciclo de desarrollo, un mecanismo que implica incrementos sustanciales en los costos de producción del mango. Por otra parte, el mango que presenta defectos estéticos se envía a empresas que deshidratan la pulpa, generando como residuos la cáscara y la semilla. Tanto la merma del fruto de las huertas como los residuos de las empresas deshidratadoras se convierten en fuentes potenciales de materia que pueden ser transformadas para la producción de biogás. La valorización de los residuos generados en la producción del mango garantiza una alternativa y apoyo en la solución a una problemática ambiental y la generación de ingresos económicos. Ante esta necesidad de resolver un problema ambiental y de transición energética, es importante brindar alternativas sustentables a los pequeños productores a fin de obtener mejoras en sus sistemas de producción y mejorar la calidad de vida.

7.3 Tipos y volúmenes de residuos

En la región agrícola del Soconusco se encuentra un importante sector de producción de frutos como mango, con sistemas de exportación y distribución nacional que, debido a su amplia calidad de cosecha, son consideradas las actividades económicas de mayor relevancia para el estado de Chiapas, concentrando cerca del 19% de la producción agrícola, y que solo para el mango se cuenta con casi 39,000 hectáreas de huertas y una cosecha de 270,644 toneladas, según datos reportados en el sistema de información agroalimentaria (SIACON, 2020). Sin embargo, también

son responsables de una aportación considerable de residuos de fácil y rápida descomposición, que pueden provocar problemas ambientales como aparición de fauna nociva y contaminación de suelo y agua, por lo que es importante proponer soluciones que impacten de manera positiva al ambiente, y al mismo tiempo que permita la valorización de los residuos agroindustriales. Según el testimonio de los productores de mango, los volúmenes de merma derivados en el proceso de cultivo pueden variar de un ciclo a otro, estos van desde un 5 hasta un 50% de la cosecha anual en los huertos de la región. Los residuos generados en la transformación del mango (p. e. subproductos de deshidratadoras) pueden ser hasta un 35% del fruto procesado.

7.4 Mecanismos de acopio

Las comunidades, los ranchos productores y/o la agroindustria deben establecer mecanismos para el acopio y transporte de los residuos al sitio seleccionado para implementar el sistema de aprovechamiento de residuos. El proceso de acopio de los residuos requiere de estrategias para reducir o equiparar la carencia presupuestaria de los posibles beneficiarios (propietarios de huertas, empacadoras y deshidratadoras).

El desarrollo de planes de manejo de los residuos se presenta como una alternativa, en los cuales se deben considerar etapas basadas en las actividades de recolección, transporte, almacenamiento temporal y tratamiento de los residuos. La etapa de generación representa el parteaguas del manejo integral de los residuos del mango de huertas, empacadoras y deshidratadoras, los cuales deberán ser recuperados por un servicio de recolección adecuado para este fin (jornaleros), basados en un programa calendarizado. Para el transporte de los residuos se requiere el uso de vehículos acondicionados para este fin. En cuanto a la disposición y tratamiento de los residuos, se tendrían que almacenar de manera temporal para su posterior valorización. Áreas comunes, instalaciones de casas ejidales o un domicilio afín a la mesa directiva de asociaciones

civiles, cooperativas o centros educativos son posibles centros de acopio de los residuos.

7.5 Usos potenciales del biogás

La producción de biogás rico en metano sobresale como una solución para reemplazar y reducir eventualmente el consumo de petróleo y carbón durante el periodo de transición a fuentes de energía verdes. El biogás comúnmente se obtiene a partir de diferentes fuentes de biomasa, tanto naturales como residuos derivados de los procesos agroindustriales; lo cual permite abordar el problema de sustitución de combustibles de una manera sustentable y sostenible.

Como fuente alternativa de energía, el uso del biogás se justifica principalmente por la reducción de emisiones de gases de efecto de invernadero al medio ambiente. Esto a través de procesos de degradación confinada de residuos orgánicos y la captación controlada de productos como el metano, con una función de efecto invernadero 21 veces mayor al CO_2 ; o mediante el uso de biomasa agrícola, para la producción de biogás en sustitución de los combustibles fósiles. Por lo tanto, el uso de biogás resulta una alternativa viable si se considera que durante su combustión, la tasa de restitución de CO_2 al medio ambiente es menor y consecuentemente genera un menor impacto sobre la concentración de este contaminante de efecto invernadero. El biogás es una de las energías renovables más exitosas en el mundo, se puede cogenerar electricidad y calor en un sistema eficiente y respetuoso con el medio ambiente. Expertos pronostican que el número de plantas de biogás seguirá creciendo durante los próximos años. En Europa, es notable la cantidad de hogares y fábricas que se proveen de una electricidad y calor proveniente del biogás (Aryal *et al.*, 2018).

En cuanto a su composición, el biogás es una mezcla de gases compuesta por 60% de metano, 40% de dióxido de carbono y una pequeña cantidad de ácido sulfhídrico (Tabla 5). Sin embargo, se debe eliminar el CO_2 del biogás, para lo cual puede ser utilizando

cal viva (CaO) para formar carbonato de calcio (CaCO_3), de esta forma se logra obtener metano al 95%. Además, los residuos de cal aún pueden ser utilizados como material para la construcción. El valor calórico del metano puede llegar hasta 35.6 MJ/m^3 con una combustión limpia (sin humo) y que casi no contamina (Chávez-López, 2007). Se estima que un metro cúbico de biogás es suficiente para cocinar alimentos por 3.3 horas, conservar una lámpara encendida por 6.6 horas o mantener un refrigerador encendido por casi 11 horas (Varnero-Moreno, 2011).

Tabla 5. Composición química del biogás (Varnero-Moreno, 2011)

Componente	Fórmula química	Por ciento (volumen)
Metano	CH_4	60-70
Dióxido de Carbono	CO_2	30-40
Hidrógeno	H_2	1.0
Nitrógeno	N_2	0.5
Monóxido de Carbono	CO	0.1
Oxígeno	O_2	0.1
Ácido Sulfhídrico	H_2S	0.1

En cuanto al uso y sus aplicaciones, el biogás producido en procesos de digestión anaerobia puede tener diferentes aplicaciones en función de su grado de purificación: puede ser empleado en la producción de energía calorífica o eléctrica, para usarse en calderas, motores y turbinas (Figura 16). Después de su purificación y adición de aditivos se puede introducir en una red de transporte de gas natural, como insumo base para la síntesis de productos de valor agregado como gas natural licuado. En las comunidades rurales puede ser usado en aplicaciones agrícolas, para el alumbrado o bien para la cocción de alimentos, por mencionar algunos.

En la actualidad, las pilas de combustible son una tecnología prometedora para la producción de energía eléctrica y cogeneración a partir de biogás debido a su bajo impacto ambiental, su menor consumo y el elevado rendimiento que presentan. Precisan de un biogás con un grado de pureza medio-alto, en función del tipo

de dispositivo de que se trate. El uso de biometano y gas natural en el sector del transporte ofrece varias ventajas para apoyar el alcance de una economía baja en carbono y puede jugar un papel importante para reducir las emisiones de CO₂.

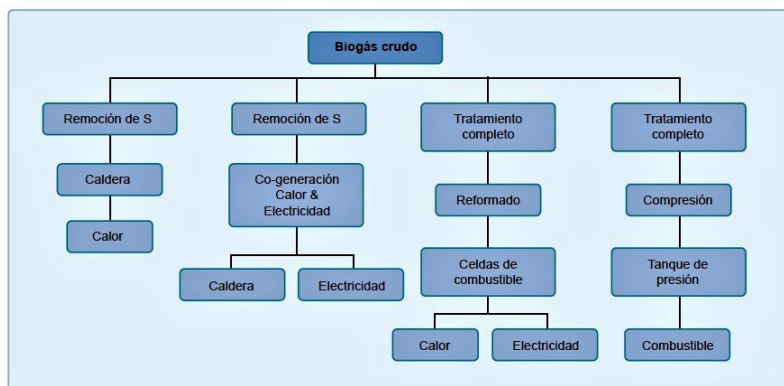


Figura 16. Usos y aplicaciones potenciales del biogás (Varnero-Moreno, 2011)

7.6 Sistema de producción de biogás

Una alternativa viable para la obtención de energía renovable en forma de biogás se basa en la digestión anaerobia mediante la transformación de residuos agroindustriales, orgánicos municipales, de la industria ganadera o alimentaria, entre otros (Cremonez *et al.*, 2021). La digestión anaerobia es un proceso de degradación de materia orgánica realizado por microorganismos específicos en ausencia de oxígeno, produciendo un biogás rico en metano.

Desde el punto de vista bioquímico, la digestión anaerobia se compone de cuatro etapas: i) hidrólisis: los compuestos orgánicos complejos como las proteínas, carbohidratos y lípidos son hidrolizados por bacterias hidrolíticas-fermentativas a aminoácidos, azúcares y ácidos grasos, respectivamente, generando compuestos asimilables; ii) acidogénesis: los compuestos orgánicos solubles son transformados por bacterias acetogénicas en hidrógeno, dióxido de carbono, alcoholes (i.e. etanol) y ácidos orgánicos (i.e. acetato, propionato, butirato, lactato, entre otros); iii) acetogénesis: intermediarios diferentes al acetato (i.e. alcoholes, butirato, propionato)

son metabolizados a acetato por bacterias (homo), acetogénicas (Antoni et al., 2007); iv) metanogénesis: se produce gas rico en metano a partir de acetato (vía acetoclástica) o hidrógeno y dióxido de carbono (vía hidrogenotrófica) por la acción de arqueas metanogénicas, acetoclásticas e hidrogenotróficas, respectivamente (van Lier *et al.*, 2008).

La eficiencia del proceso en términos de la producción y calidad del biogás, así como de la remoción de la materia orgánica dependen de factores como: a) el tipo y características del sustrato; b) tipo de reactor (configuración), y parámetros operacionales (modo de operación y tiempo de residencia hidráulica) y c) factores ambientales (pH, alcalinidad y temperatura), además del contenido nutrientes y presencia de compuestos tóxicos o recalcitrantes; así como del tipo de microorganismos involucrados en el proceso (López Velarde *et al.*, 2019).

Los residuos del mango están constituidos principalmente de cáscara (15%), semilla (18–20%) y fibra pulposa (8–10%) (Guatemala Morales *et al.*, 2016). La cáscara de mango cuenta con un contenido alto de compuestos fenólicos que pueden ser usados en la funcionalización de alimentos, como antioxidantes naturales en cosmética y productos de cuidado personal, o como suplementos dietéticos o nutraceuticos, además de contener vitaminas E y C, proteínas y pectina (Esparza *et al.*, 2020). En cuanto a la semilla del mango, contiene una almendra rodeada de una cáscara o cubierta fibrosa (Torres-León *et al.*, 2016). La semilla del mango cuenta con un alto contenido de compuestos bioactivos como carotenoides, vitamina C y fibra dietética, además de los compuestos fenólicos (Jahurul et al., 2015); también es una fuente de carbohidratos (58–80%) y proteínas (6–13%), aminoácidos y lípidos (6–16%) (Torres-León *et al.*, 2016).

Los residuos del mango representan alternativas para su aprovechamiento en productos de valor agregado. En el caso de la producción de biogás, se han realizado principalmente pruebas de potencial de metano a nivel laboratorio (BMP, por sus siglas en inglés, biochemical methane potential). Luna-Avelar *et al.* (2021)

emplearon como sustrato residuos de mango (cáscara y semilla) con una composición aproximada de: 30% p/p de cáscara; 47% p/p hueso y 23% p/p de pulpa de mango, con una relación inóculo/sustrato de 2:1 en base de sólidos volátiles (SV), temperatura de 37 °C, con una duración de 30 días de digestión. Según cifras reportadas por estos autores, se pueden alcanzar rendimientos de hasta 204.0 mL CH₄/g SV; asumiendo que el 94% de mango empleado en la digestión son sólidos volátiles, y se estima que se pueden obtener hasta 195.0 litros de CH₄ por cada kg de mango procesado (195,000 L CH₄/ton de mango). González-Sánchez et al. (2015) usaron residuos de mango como pasta homogénea (después de ser licuados) con un contenido de 54.0 g/L en demanda química de oxígeno (DQO), 131.0 g/L de SV y relación SV/sólidos totales del 94%. Los experimentos se realizaron con agitación a 120 rpm y a 35 °C, una relación inóculo/sustrato de 1:2 en base de DQO, con una duración de 60 días, para obtener hasta 53.5 mililitros de CH₄ por cada gramo de DQO reducido. Es importante explorar la posibilidad de tratamiento de este tipo de residuos para la producción de biogás, para dar solución a un problema ambiental y al mismo tiempo tener una alternativa de fuente de energía renovable.

En otro estudio Gunaseelan (2004) alcanzó una producción de metano de hasta 370.0–523.0 L CH₄/kg SV después de 100 días de digestión; sin embargo, el sustrato usado consistía sólo en la pulpa del mango, la cual tiene un contenido de materia orgánica fácilmente degradable. Resalta la importancia del tipo de sustrato usado en los valores de BMP obtenidos, pues mientras Luna-Avelar emplearon una relación 1:1 de cáscara y de semilla de mango, Gunaseelan empleó únicamente pulpa del mango. En este caso, la semilla de mango contiene compuestos que no son fácilmente degradables y que resultan en valores más bajos de BMP.

El sistema para la valorización de los residuos del mango propone un proceso de digestión anaerobia que permita reducir el impacto ambiental generado por este sector agroindustrial y producir biogás, de tal forma que este pueda ser empleado para

cubrir las necesidades del hogar, como su uso en estufas. Además, la biomasa residual obtenida al final de la digestión en el reactor puede ser tratada para la producción de fertilizantes ricos en materia orgánica (Figura 17). De esta forma se fomenta la economía circular, se reducen los residuos y se obtiene una alternativa energética como es el biogás.

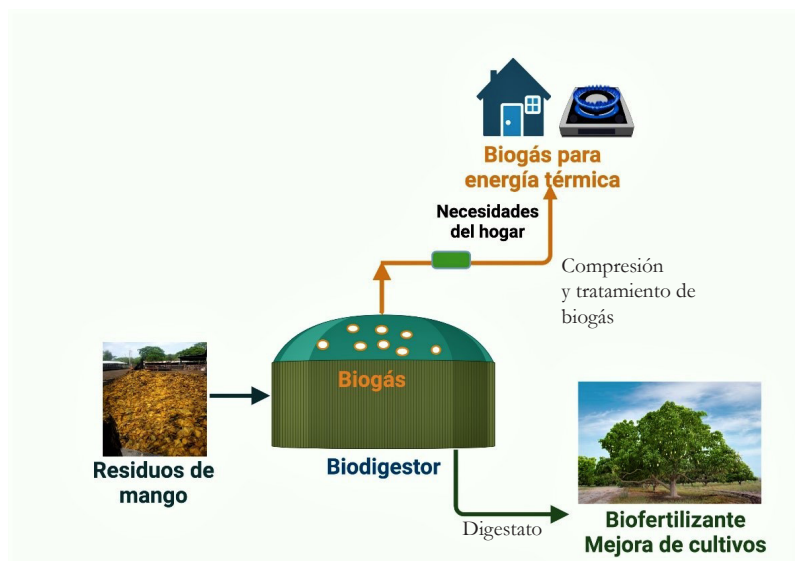


Figura 17. Esquema simplificado de una planta de digestión de residuos para producir biogás. Elaboración propia

8. PERSPECTIVAS

La pobreza que padece un elevado porcentaje de la población en México tiene su origen en una gran cantidad de factores, entre los que se podrían mencionar aspectos culturales, raciales o económicos. Sin embargo, desde que se presentaron cambios en la política comercial del país, dentro del marco de la imposición de un modelo financiero global (Jalife-Rhame, 2007) y la consecuente firma de tratados y convenios comerciales internacionales, la proporción de la población en pobreza ha incrementado sustancialmente, al grado de contar con cerca de 44% de la población en condiciones de pobreza y carencias en México. A nivel nacional, el estado de Chiapas sobresale como la entidad con el mayor porcentaje de población en condiciones de pobreza, y que en su mayoría percibe un salario precario que afecta su nivel de vida y confort en el hogar.

El uso de leña y carbón para la cocción de sus alimentos, invariablemente representan un problema de impacto ambiental y de salud pública debido a los efectos de sus compuestos contaminantes hacia el aire, agua y suelo. Ante esto, existen diversas tecnologías convencionales que tienen por objetivo disminuir el impacto de estas emisiones; entre otros métodos, sobresalen los

sistemas de aprovechamiento de residuos orgánicos. La producción de biogás tiene una capacidad limitada y determinada en gran medida por la disponibilidad y volumen de los sustratos (fuentes de abastecimiento de residuos); sin embargo, se debe considerar la demanda o requerimientos de energía de pequeñas comunidades rurales y/o de algunos procesos productivos del sector agroindustrial para analizar su viabilidad técnica. Bajo esta perspectiva, la implementación de sistemas de aprovechamiento de residuos para su transformación en fuente de energía es una alternativa viable que podría atender las necesidades específicas de estos grupos de la sociedad, en vías de contribuir a la reducción de las condiciones particulares de pobreza energética que sufre la población en diferentes partes del país, y en lo particular el estado de Chiapas.

La interacción con actores sociales de la región Soconusco permitió realizar una lectura sobre la problemática respecto al manejo de cultivo y producción del mango, así como a la necesidad de la población por contar con fuentes de energía calorífica. A raíz de esto, existen algunos aspectos conceptuales y metodológicos que, de manera interdisciplinaria, se analizaron, aquí se presentan como un modelo que podría facilitar la adopción tecnológica que se genera en universidades y centros de investigación del país.

8.1 Análisis de obstáculos

Existen elementos que limitan la participación comunitaria para alcanzar metas de desarrollo y crecimiento que benefician a los agricultores y sus comunidades. A continuación, se describe un conjunto de factores según la raíz de su origen.

a) Paradigmas de pensamiento y conocimiento

- Existe un esquema unipolar en el que un pequeño porcentaje de productores con suficientes recursos económicos, en conjunto con otros actores sociales, toman las decisiones, determinan el ritmo y la dirección de crecimiento y desarrollo

de este sistema productivo, además de definir el modelo de producción bajo el cual debe operar el sistema productivo.

- Existe una marcada segregación entre productores, la cual ha sido definida por la gran diferencia en las capacidades de inversión. Esta segregación transgrede la estabilidad del sistema productivo del mango y otros que se practican en la región, debido a que existe un número alto de productores que no tiene la capacidad económica y técnica para conservar en buen estado sus huertos y la calidad de sus productos. Esta condición ejerce presión sobre el manejo fitosanitario, la biodiversidad, el medio ambiente y la salud pública, y en conjunto afectan el rendimiento global e inciden desfavorablemente al desarrollo local de las comunidades relacionadas con los sistemas productivos agrícolas de la región.
- No se concibe la capacidad potencial que representa la valorización y aprovechamiento de los residuos agroindustriales como fuente energética alternativa; tampoco los beneficios que se pueden inducir sobre el manejo fitosanitario de huertos, el ambiente o la salud pública, a causa de la disminución en los volúmenes de mermas y la implementación de fuentes de energía limpias en lugar del uso de leña o carbón.
- Las comunidades y grupos de productores desconocen las propiedades bioquímicas y los subproductos de alto valor agregado que poseen diversos productos primarios tales como el mango, los cuales podrían ser aprovechados para el desarrollo de nuevos nichos de negocios, antes de la disposición final de los residuos que se generen en los procesos de producción.

b) Intereses propios de actores sociales

- No existen muchos antecedentes de consenso entre los diferentes actores sociales y no existe una amplia apertura y disponibilidad por parte de productores, asociaciones y/o comunidades, en vías de consolidar sociedades que compartan derechos y obligaciones derivadas de la adaptación, implementación y

apropiación de un sistema de tratamiento de residuos y generación de energía renovable que sea sustentable y sostenible.

- Existen dificultades para establecer el diálogo entre organizaciones civiles, pequeños productores, instituciones de educación, investigación y desarrollo tecnológicos, así como centros de organización para sentar las bases de cooperación y coordinación horizontal y transversal.

c) Normatividad

- La Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, decretada en 2008, promueve la diversificación y sustentabilidad energética a través del desarrollo de actividades relacionadas con la producción, traslado y comercialización de biodiésel, etanol, hidrógeno y metano para reactivar al sector rural, reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera y mejorar la calidad de vida de la población. Sin embargo, el usufructo de estas actividades implica la conformación de una figura jurídica y fiscal con capital y un esquema organizacional que le permita llevar a cabo proyectos de inversión sustentados en una capacidad efectiva de gestión gubernamental para cumplir con los requerimientos institucionales (SENER, SEMARNAT, SAGARPA, ente otras) necesarios para el otorgamiento de permisos y la concesiones para el aprovechamiento de los recursos energéticos.
- A la SENER le corresponde otorgar el permiso para la producción de energía, tanto para las actividades de operación de ductos, transporte, distribución y comercialización de los biocombustibles basándose en el cumplimiento de normas oficiales y demás reglamentos que las asociaciones empresariales deben cumplimentar. Se enfatiza que se impulsará la conformación de empresas de asociados rurales, tanto en su calidad de proveedores de insumos, como de gestores de la producción de biodiésel. Sin embargo, no se establecen límites sobre el tamaño de la asociación empresarial, por lo que queda abierta la posibilidad de asociación de pequeños productores

rurales en cooperativas y tramitar los respectivos permisos. A la SEMARNAT, por su parte, le corresponde autorizar las instalaciones, medios de transporte, distribución, entre otros, en función de los criterios de impacto ambiental. Mientras que la SAGARPA debe vigilar constantemente la sustentabilidad de las prácticas de producción de biodiésel, evaluar el costo-beneficio de sus prácticas, y vigilar que la producción de bioenergía siga las prácticas recomendadas por los expertos. La producción de biocombustibles sin alguna de las diversas condiciones que contempla la compleja Ley daría lugar a sanciones monetarias y administrativas.

- Existe incertidumbre en cuanto al planteamiento de una nueva Ley de Biocombustibles y sus implicaciones para la implementación y desarrollo de sistemas de aprovechamiento y generación de energía calorífica en beneficio del sector primario de producción. La más reciente propuesta de reforma de Ley sobre Electricidad no dejaba claro algunos puntos, las libertades que en el plano de los pequeños productores rurales es necesario. La propuesta planteaba la exclusividad de las paraestatales y del Estado mismo en todo lo que concernía a producción de energéticos; sin embargo, dejaba dudas en torno a las libertades y posibilidades de los pequeños productores rurales para poder producir bioenergía de forma sustentable y asociados libremente en empresas cooperativas o de pequeños empresarios.

d) Tecnológicos y operacionales

- En cuanto a la sustentabilidad de un sistema de aprovechamiento y generación de energía a partir de residuos, existen factores relacionados con las características fisicoquímicas y el volumen de los residuos. Se deben realizar ensayos a nivel laboratorio para evaluar el potencial de generación de biogás, así como realizar las pruebas de diseño y configuración del sistema para determinar las condiciones de operación que maximicen la producción del biogás (metano). Asimismo, es

necesario realizar el análisis de factibilidad para determinar el volumen de biogás y asegurar la suficiencia y calidad que demandan los hogares de las zonas rurales y algunos procesos productivos del sector agropecuario.

- El costo de implementación de este tipo de sistemas para el aprovechamiento de residuos orgánicos requiere de un gasto de inversión inicial para la instalación y equipamiento. Es un costo que agricultores de bajos recursos no podrían realizar de forma independiente, por lo que se requiere de esquemas de apoyo y financiamiento gubernamental y/o de la iniciativa privada para solventar estos costos de implementación tecnológica. Un modelo de inversión y rentabilidad híbrido en el que participen de manera responsables tanto iniciativa privada como asociaciones civiles y/o comunidades podría ser una solución favorable para que este tipo de recursos tecnológicos pueda ser replicado en alguna localidad de la región Soconusco con proyección regional o estatal.
- El acopio de los residuos es otro factor fundamental en tanto que la recolección del fruto en descomposición dentro de las huertas y su traslado hacia el sitio representa costos que pequeños productores no pueden solventar y tampoco están dispuestos a invertir sus limitados recursos si no se cuenta con un beneficio que contrarreste el precio de estas actividades. Por tanto, estrategias convencionales de logística y la implementación de planes de manejo de residuos se vislumbran como alternativas para la solución de este tipo de obstáculos.

e) Atención de servicios especializados

- Se carece de infraestructura y capacidades tecnológicas necesarias para el desarrollo del diseño, implementación y mantenimiento de sistema de aprovechamiento de residuos y generación de biogás. Por tanto, la participación de entidades de educación pública y empresas especializadas es fundamental para el impulso del conocimiento y su consecuente influencia en el desarrollo de recursos humanos y la tecnología necesaria

para responder a las necesidades de tratamiento de residuos y la generación de biogás.

f) Ambientales y de salud

- El uso de combustibles, tales como la leña o el carbón, genera problemas relacionados con la emisión de material particulado y compuestos orgánicos contaminantes que contribuyen al cambio climático y atenúan la calidad del aire.
- Estos contaminantes afectan la salud y calidad de vida de la población, puesto que la aspiración de este fino material y los gases generados provocan enfermedades agudas o crónicas del sistema respiratorio y cardiovascular, así como la predisposición al desarrollo de algunos tipos de cáncer, incrementando el riesgo de mortalidad de la gente expuesta directamente a la fuente de emisión de estos contaminantes en lugares cerrados o poco ventilados. Este es un problema que comúnmente afecta a personas del género femenino, niños y personas de la tercera edad, debido a que con frecuencia, la población de esta región cocina sus alimentos con leña o carbón. Debido a esto, se requiere especial atención por parte de autoridades de salud para enfatizar la atención especializada a estos grupos de la población.
- La inadecuada disposición de los residuos orgánicos afecta la calidad de suelo, agua de ríos, arroyos y mantos subterráneos susceptibles a lixiviados, además favorece la proliferación de fauna indeseable y transmisora de enfermedades tanto para la población (p. e. dengue), como para el estado fitosanitario de las huertas (p. e. mosca de la fruta). El control y reducción de los volúmenes de mermas de productos como el mango prevé la reducción de este tipo de efectos adversos al medio ambiente.

8.2 Factores de incertidumbre

A raíz de la identificación de los diversos obstáculos, se vislumbran escenarios de incertidumbre a los cuales se podrían enfrentar los grupos sociales y colectivos interesados en la adopción de tecnología para el tratamiento de residuos y la generación de biogás, y sobre los cuales se tendrían que enfocar los esfuerzos a fin de encontrar rutas de acción y medios para desarrollar propuestas de solución a partir de la participación comunitaria y, consecuentemente, contribuir al objetivo de reducir la pobreza energética de zonas rurales.

a) La legislación en materia de energéticos

Actualmente la legislación en materia de energéticos permite que a través de un recurso de exención, dispuesto por la SENER, se otorguen permisos con fines de desarrollo e investigación a centros de investigación y universidades, o la producción de bioenergía para autoconsumo de pequeños productores. No obstante, la propia legislación, a través de los diversos instrumentos normativos, impone un contexto poco favorable para el sector primario del país; esto debido a que el otorgamiento de los permisos para la producción, almacenamiento, transporte y comercialización de bioenergía está supeditado a una certificación en materia de seguridad y medio ambiente. En este sentido, el cumplimiento con la normatividad implica una carga regulatoria que demanda capacidad de inversión y gestión gubernamental, una responsabilidad de gestión muy grande para una asociación civil de productores agrícolas o grupos de productores independientes. Adicionalmente, a finales de 2020 se presentó la iniciativa de abrogación de la actual Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos con el propósito de expedir una nueva Ley de Biocombustibles para Generar Energía Limpia y Renovable. A pesar de los pronunciamientos a favor de esta iniciativa, esta renovación del marco jurídico implica un factor complementario que induce incertidumbre sobre las posibles condiciones de transición energética a las que estarían sujetos aquellos grupos de la sociedad más vulnerables y

en condiciones de aprovechar las ventajas del uso de bioenergía a partir de la valorización de residuos tales como el mango u otros productos de la región Soconusco.

b) La participación social activa

La cooperación representa uno de los factores más importantes para alcanzar el éxito en cualquier proceso democrático. La adopción de este concepto al ámbito de desarrollo social, permite entender que esta disposición a la cooperación representa una ruta para transitar a una sociedad más equitativa en vías de reducir esas brechas de desigualdad y segregación que se manifiestan en altos niveles de pobreza. La cooperación también tiene beneficios individuales tales como el acceso a servicios básicos y las garantías individuales establecidas en la Carta Internacional de los Derechos Humanos, en nuestra Constitución Política y el marco legislativo mexicano.

La participación y colaboración de diversos actores sociales es relevante y de vital importancia para la implementación de un sistema de aprovechamiento y generación de energía calorífica sostenible. Es a través de la participación que se puede construir una estructura organizacional para el desarrollo de este tipo de sistemas conforme a los requerimientos de las comunidades. Esta colaboración es fundamental para obtener beneficios en el contexto del ámbito territorial basado en las soluciones que provee la propia naturaleza; lo cual se traduce en el desarrollo social, la preservación del medio ambiente, el aprovechamiento sustentable de sus recursos vegetales y biológicos, la sanidad vegetal, el incremento de la productividad del sector primario y la autosuficiencia energética y alimentaria. La falta de interés y una pobre participación comunitaria puede conducir a la falta de consenso y acuerdos, lo que implica grandes desventajas para alcanzar las metas de incidencia del actual gobierno mexicano.

c) La implementación del sistema sostenible de producción de biogás

El uso de este tipo de tecnologías afronta varias dificultades de corte social, territorial y técnicas que también podrían inducir incertidumbre para el aprovechamiento del biogás en comunidades rurales.

Los pequeños productores de las zonas rurales típicamente carecen de los recursos económicos o en especie para solventar el mantenimiento de sus huertas. Esta condición es una importante limitante para la implementación tecnológica de distintos métodos para el manejo de cultivo, así como para el eventual aprovechamiento de residuos y la generación de energías alternativas, los cuales requieren de una inversión inicial, recursos técnicos y económicos para su mantenimiento. En este sentido, resulta preocupante y genera incertidumbre que la actual política pública y los programas de apoyo a nivel federal y estatal vigentes no contribuyan a este tipo de iniciativas para el fortalecimiento de la infraestructura para productores de zonas rurales, algo que afectaría directamente la reproducibilidad de este tipo de sistema energético tanto en la región del Soconusco como en otras partes de Chiapas, o en el resto del país.

En cuanto a las dificultades técnicas asociadas al territorio, se sabe que cerca del 40% de la población rural en la región del Soconusco se encuentra dispersa en pequeñas comunidades y rancherías. Esta distribución espacial implica dificultades inherentes a la disponibilidad de infraestructura de caminos para llegar a esas comunidades, así como el acceso a servicios básicos para la comunidad (p. e. salud, educación y seguridad, entre otros) y el hogar (p. e. agua potable, luz y gas). Esta dispersión implica importantes desventajas para el acopio de residuos y el aprovechamiento del biogás. Los testimonios recabados en nuestras consultas constatan que el acopio de los residuos es fundamental, siendo esta, una de las actividades más importantes para asegurar el funcionamiento del sistema. Asimismo, la valorización de otro tipo de residuos (p. e. plátano) puede ser considerado para el sistema de producción de biogás.

El uso del biogás implica el cumplimiento de normas de seguridad y medio ambiente para la producción, almacenamiento, transporte y comercialización, así como la carga regulatoria que demanda la gestión gubernamental. Bajo estas circunstancias, la dispersión y el aislamiento de estas pequeñas comunidades, introducen un fuerte factor de incertidumbre que apunta a la cooperación de grupos de productores o asociaciones consolidadas, conscientes y comprometidas en la adopción y gestión que implica la implementación de esta tecnología. Este aspecto está estrechamente relacionado y depende de la propia participación ciudadana activa, necesaria para desarrollar modelos organizacionales que favorezcan la apropiación y uso de la tecnología.

Adicionalmente, la disputa o conflictos asociados a la toma de decisión en comunidades, ejidos o asociaciones civiles, así como la posesión de las tierras y su estado legal, son algunos factores que eventualmente podrían desmotivar la participación social activa, en consecuencia, crear una situación desfavorable.

8.3 Propuesta metodológica para la incidencia

Un conjunto de metodologías organizadas en diferentes escalas de aproximación se propone para abordar el problema que implican en su conjunto los posibles obstáculos y la incertidumbre que estos pudieran generar en los procesos de implementación tecnológica.

a)Planeación estratégica

En primera instancia, el desarrollo de un plan de acción basado en una planeación estratégica se requiere para establecer una línea general de organización a partir de la cual se adapten métodos específicos para identificar obstáculos y abordar sus causas durante el proceso de transferencia tecnológica. Este es un instrumento de guía para transmitir las experiencias adquiridas durante el proceso de transferencia y adopción tecnológica. Los procedimientos sistemáticos de reflexión de esta metodología facilitan la creación y transmisión del conocimiento y pueden contribuir a la con-

formación de redes del conocimiento. Al menos se requiere un planteamiento de tres fases de desarrollo:

- Primera: reflexionar y determinar la visión y el propósito
- Segunda: establecer objetivos estratégicos, caracterizar una situación actual (mediante análisis FODA), identificar prioridades e involucrar a actores clave; y
- Tercera: creación de un plan de acción.

Este plan representa la base para el desarrollo de una estrategia centrada en la adopción del sistema de aprovechamiento y generación de energía para contribuir en el mediano y largo plazo para la región del Soconusco, la eventual adaptación a otra región ha de requerir un análisis específico para complementar este plan estratégico. Esta planeación estratégica tiene como objetivo mayor, incidir en la reducción de la pobreza energética asociada a fuentes de energía calorífica en sociedades agrícolas.

b) Métodos específicos de aproximación

Bajo este marco metodológico general se prevé la implementación de cuatro metodologías específicas orientadas al desarrollo de capacidades organizacionales de comunidades y/o grupos de productores:

- **La perspectiva del actor** es un método para analizar la dimensión social de los individuos de la comunidad con el objeto de reconocer problemas clave para el desarrollo, en particular aquellos relacionados con el sistema productivo, capital social, redes y poder, discurso de políticas e intervención planificada. Este método rescata el punto de vista del actor para la rearticulación social y el desarrollo sostenible de la región.
- **La acción participativa con perspectiva de género** es un método que promueve la participación colectiva y autónoma, se compone de técnicas para el análisis de la situación de vida y el entorno territorial de la comunidad a partir de las diferentes problemáticas identificadas basada en el análisis FODA para

articular a los grupos sociales de la comunidad y promover la adopción tecnológica.

- **Comunidades de aprendizaje para la vida** están diseñadas para la educación tanto de niños como adultos para compartir las experiencias de vida. A partir del diálogo y la sinergia de actividades comunes se gestiona e implementan actividades complejas como avance y seguimiento de un modelo organizacional para alcanzar un objetivo en común (en este caso, la adopción del sistema energético sostenible). Las fases de esta estrategia se definen como sensibilización, toma de decisiones, ideales futuros y horizontes en común, análisis de la realidad, planificación de actividades, acciones para incidir en el futuro y momentos para contemplar el modelo organizacional. Este es un mecanismo de integración y participación comunitaria para compartir experiencias que motiven a la acción social. Esta metodología favorece y fomenta la incidencia a través del encuentro con otros colectivos y la conformación de redes para el desarrollo.
- **Los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL)** constituyen una forma de organización regional basada en la economía local y sus ventajas de especialización, competencia y proximidad. La base conceptual de los SIAL está diseñada para incidir en el combate a la pobreza, el desarrollo de pequeñas unidades de producción, además de fomentar la autosuficiencia alimentaria y la biodiversidad con base en la valoración de los recursos locales y su aprovechamiento sustentable; esto desde una perspectiva de acción colectiva y el carácter funcional de los sistemas. Este método coloca el concepto de territorialidad como eje articulador de la sinergia multisectorial y el análisis multidimensional.

c) Métodos de seguimiento y retroalimentación

El Monitoreo Ciudadano es un modelo de incidencia que promueve la participación basada en mecanismos de colaboración y corresponsabilidad para fortalecer los procesos de comunicación y toma de

decisión; este modelo representa un instrumento para la construcción de una sociedad más justa, equitativa y corresponsable en la gestión de los asuntos de interés de la comunidad (Rivera-Sánchez *et al.*, 2012). Basados en estos criterios y considerando su carácter sistemático, esta metodología permite la identificación de las necesidades y expectativas de los grupos sociales (productores respecto a la posible implementación del sistema energético sostenible). El proceso de retroalimentación permitirá verificar y eventualmente validar avances y obstáculos en la conformación de una estructura organizacional, en vías de mejorar el proceso de adopción tecnológica.

La implementación de esta metodología implica procedimientos transparentes y mecanismos de consulta activos con canales de comunicación abiertos. La perspectiva general de trabajo sugiere un enfoque sustentado en la colaboración, acompañamiento y diálogo entre grupos de investigación, organizaciones de la sociedad civil, dependencias gubernamentales y productores regionales-locales. Se parte del conocimiento de las comunidades mediante el diálogo horizontal del conocimiento, para retomar la voz de sus actores, quienes comprenden los problemas y sus realidades debido a que son parte constitutiva de esta. La recuperación del conocimiento y acción de los actores locales, presupone la adopción y adaptación tecnológica de forma consciente y consensuada.

Este modelo de incidencia eventualmente puede configurar una interfaz de mandato si durante el proceso de monitoreo se desarrolla un programa de implementación de mejoras derivadas de esa retroalimentación. La ejecución de esta metodología puede contribuir a la construcción de acuerdos necesarios para conformar una estructura organizacional que detone la transición energética de pequeños productores a través de la valorización de sus residuos agrícolas. También puede incidir en cambios mediante la incidencia colectiva bajo mecanismos de participación ciudadana para beneficio y desarrollo de la comunidad.

d) Mecanismo de evaluación sobre la incidencia del colectivo

El Método de Marco Lógico (MML) es una herramienta que facilita y promueve los procesos de la gestión de proyectos de forma

sistematizada. Este método incluye la conceptualización, diseño, planificación, ejecución y la evaluación del trabajo con el objeto de desarrollar una perspectiva de largo plazo. Las herramientas del MML se pueden implementar para el apoyo de actividades de planeación, desarrollo y autoevaluación del trabajo realizado por los representantes de colectivos de incidencia para el desarrollo de proyectos basados en la transferencia tecnológica.

8.4 Modelo organizacional

La adopción de un modelo organizacional regional y comunitario implica la apropiación democrática de tecnologías útiles para resarcir carencias del sector productivo primario tanto de comunidades rurales como en el ámbito de la producción agroindustrial (p. e. un sistema sostenible de aprovechamiento y valorización de residuos para la generación de biogás como energía calorífica alternativa). Esto requiere de la conformación de una estructura de colaboración social, colectiva e intersectorial enfocada en lo general a solucionar los retos del sector agroindustrial en cuanto al manejo, disposición y valorización de sus residuos orgánicos, pero además contribuir a la reducción de diversos impactos al ambiente, los sistemas productivos y la salud pública.

La conceptualización de este modelo se concibe en el contexto de condiciones favorables que la ley vigente o las que se propongan en el futuro así lo permitan. En este sentido, la actual Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos decretada en 2008 establece la obligación de las Secretarías que integran a la Comisión de Bioenergéticos de promover la investigación para la innovación de nuevas y mejores técnicas de producción sustentable de bioenergía a través de diversas instancias, entre estas los Centros Públicos de Investigación. Por lo tanto, este trabajo, se alinea y busca contribuir a las acciones de impulso de esa transición energética que permita mejorar el nivel de vida de la población rural.

REFERENCIAS

- ANTONI, D., ZVERLOV, V. V., SCHWARZ, W. H. (2007). Biofuels from microbes. *Applied Microbiology and Biotechnology* 77, 23–35.
- ARYAL, N., KVIST, T., AMMAM, F., PANT, D., OTTOSEN, L.D.M. (2018). An overview of microbial biogas enrichment. *Biore-source Technology*, 264, 359-369.
- CHÁVEZ LÓPEZ, E. (2007). *Utilización del biogás como combustible en motores de combustión interna diesel* [tesis de doctorado, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas]. Repositorio institucional UCLV. <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3482/Edel%20Ch%c3%a1vez%20L%-c3%b3pez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2021). *Padrón de proyectos aprobados FORDECYT, 2021*.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2016). *Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Chiapas, Publicación de resultados de la convocatoria 2016-1*. https://conacyt.mx/wp-content/uploads/convocatorias/fondos_mixtos/chiapas/2016-01_FOMIX_CHIAPAS/FOMIX_CHIAPAS_RESULTADOS_2016-01.pdf
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2021). *Proyectos Apoyados por el Fondo Institucional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT-PRONACES)*. https://conacyt.mx/wp-content/uploads/fondos_apoyos/fondos_institucionales/PADRON_PROYECTOS_APOYADOS_FORDECYT_MAR_2021.xlsx
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2020). *Informe de la pobreza multidimensional 2008-2018. Una década de medición multidimensional de la pobreza en México*. 106 pp.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2021). *Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020*. 103 pp.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2022). *Medición multidimensional de la pobreza en México*,

2016-2020. 121 pp.

- CREMONEZ, P. A., TELEKEN, J. G., WEISER-MEIER, T. R., ALVES, H. J. (2021). Two-Stage anaerobic digestion in agroindustrial waste treatment: *A review. Journal of Environmental Management*, 281, 111854.
- CRUZ, M. (2009). Introducción. En *Diagnóstico sobre la realidad social, económica y cultural de los entornos locales para el diseño de intervenciones en materia de prevenciones y erradicación de la violencia en la Región sur: el caso de Tapachula, Chiapas* (pp. 3-8). SEGOB, Comisión Nacional para prevenir y erradicar la violencia contra las mujeres.
- DELL'OLMO, M. M., NOVOA, A. M., CAMPRUBÍ, L., PERALTA, A., VÁSQUEZ-VERA, H., BOSCH, J., AMAT, J., DÍAZ, F., PALÈMCIA, L., MEHDIPANAH, R., RODRÍGUEZ-SANZ, M., MALMUSI, D. & BORRELL, C. (2017). Housing policies and health inequalities. *International Journal of Health Services*, 47(2), 207-232.
- DRAGOO, D. A. (2022). Chapter 21, USA. En S. Tilling, S. Johnson. LLP. *Environment & Climate Change Law 2022*. Global Legal Group Ltd. 150-156 p.
- ESPARZA, I., ANCÍN-AZPILICUETA, N., JIMÉNEZ-MORENO, F., BIMBELA, C. & GANDÍA, L. M. (2020). Fruit and vegetable waste management: Conventional and emerging approaches. *Journal of Environmental Management* 265, 110510.
- FERREIRA, S., MONTEIRO, E., BRITO, P. & VILARINHO, C. (2017). Biomass resources in Portugal: Current status and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 1221-1235.
- FLETES, H. B. (2009). La reinversión de una vocación regional agroexportadora. El corredor costero de Chiapas. *Revista LiminaR*, 7(2), p. 164-183.
- FLETES, H. B. & OCAMPO, G. (2006). Mercado y actores sociales en la construcción de la calidad agroalimentaria. El caso del mango en el Soconusco, Chiapas. *Revista Quehacer científico en Chiapas. UNACH*, 1 (1), pp. 75-85.
- FLORES, M. L. (2019). Los alcances en la producción agrícola chiapaneca. Una reflexión sobre la soberanía alimentaria en

- la región. *Región y sociedad*, 31.
- FUENTES, J. (2018, 29 de noviembre). *Apoyo para el sistema agroalimentario de Chiapas*. <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/Apoyo-para-el-sistema-agroalimentario-de-Chiapas/94>
- HAUSMANN, R., CHESTON, T. & SANTOS, M. (2015). *La complejidad económica de Chiapas: análisis de capacidades y posibilidades de diversificación productiva*. Center for International Development at Harvard University.
- HERNÁNDEZ, J. F. (2009). Ubicación y extensión territorial del núcleo urbano y medio ambiente. En M. Cruz (ed.), *Diagnóstico sobre la realidad social, económica y cultural de los entornos locales para el diseño de intervenciones en materia de prevenciones y erradicación de la violencia en la Región sur: el caso de Tapachula, Chiapas* (pp. 9-13). SEGOB, Comisión Nacional para prevenir y erradicar la violencia contra las mujeres.
- GARCÍA OCHOA, R. (2014). *Pobreza energética en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)-Naciones Unidas. 36 pp.
- GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, M.E., PÉREZ-FABIEL, S., WONG-VILLARREAL, A., BELLO-MENDOZA, R. & YÁNEZ-OCAMPO, G. (2015). Residuos agroindustriales con potencial para la producción de metano mediante la digestión anaerobia. *Rev Argent Microbiol*, 47(3), 229-235.
- GUATEMALA-MORALES, G. M., FERNÁNDEZ-FLORES, O., PÉREZ-MARTÍNEZ, F. J., MEDINA-RENDÓN, E. A., VIRGEN-NAVARRO, L., GARCÍA-FAJARDO, J. & ARRIOLA-GUEVARA, E. (2016). Nuevos productos a partir de residuos de mango. En S. Villanueva Rodríguez (ed.), *Introducción a la Tecnología del Mango, Guadalajara, México*, Primera Edición.
- GUNASEELAN, V. N. (2004). Biochemical methane potential of fruits and vegetable solid waste feedstocks. *Biomass Bioenergy* 26, 389–399.
- HICKEL, J. & KALLIS, G. (2020). Is green growth possible?. *New political economy*, 25(4), 469-486.

- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (2018a). *Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares, ENCEVI 2018: Presentación de Resultados*. Secretaría de Energía (SENER) y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), México, 40 pp.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (2018b). Primera Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en *Viviendas Particulares, Microdatos: Base de datos*. <https://www.inegi.org.mx/programas/encevi/2018/#Tabulados>
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (2020). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, ENIGH-2020: Presentación de Resultados*. 49 pp.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (2021). *Cuéntame, información por entidad, Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chis/default.aspx?tema=me&c=07>
- Infante, F., Quilantán, J., Rocha, F., Esquinca, H., Castillo, A., Ibarra-Núñez, G. & Palacio, V. (2011). Mango Ataulfo: Orullo chiapaneco. CONABIO. *Biodiversitas*, 96, 1-5.
- International Renewable Energy Agency- (2022). *Renewable capacity statistics, 2022*. The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, United Arab Emirate. 64 pp.
- JAHURUL, M., ZAIDUL, I., GHAFOR, K., AL-JUHAIMI, F., NYAM, K., NORULAINI, N., SAHENA, F. & MOHD-OMAR, A. (2015). Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review. *Food Chemistry*, 183, 173-180.
- JALIFE-RAHME, A. (2000). *El lado oscuro de la globalización, Post-globalización y Balcanización*. Ed. Cadmo & Europa.
- JALIFE-RAHME, A. (2007). *Hacia la desglobalización*. Jorale Editores-Grupo Editorial Orfila Valentini.
- JALIFE-RAHME, A. (2020). *La geoestrategia de las Refinerías: desde China hasta Tabasco "Dos Bocas"*. Radar Geopolítico. https://www.youtube.com/watch?v=EtNOOUY7I-c&list=PLnqovbQY_nqdECKLfAPNdzWjrcRglAENF&index=11
- KALLIS, G. (2017). Radical dematerialization and degrowth. *Philo-*

- sophical transactions of the royal society a: mathematical, physical and engineering sciences*, 375(2095), 20160383.
- LÓPEZ-VELARDE, M., VENTURA-RAMOS, E. J., RODRÍGUEZ-MORALES, J. A., & HENSEL, O. (2019). Inoculum adaptation for the anaerobic digestion of mezcal vinasses. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental* 35(2), 447–458.
- LUNA-AVELAR, K. D., BARRENA, R., FONT, X., SÁNCHEZ, A., SANTOS-BALLARDO, D. U., GERMÁN-BÁEZ, L. J. & VALDEZ-ORTIZ, A. (2021). A preliminary assessment of anaerobic co-digestion potential of mango and microalgal residue biomass using a design of experiments approach: Effect of thermal, physical and biological pretreatments. *Food and Bioproducts Processing*, 128: 143-152.
- MARTIN, M. (1993). Geertz and the Interpretive Approach in Anthropology. *Synthese*, 97(2), 269–286. <http://www.jstor.org/stable/20117842>
- MEE -Ministerio de Ecología y Medio Ambiente de la República Popular China- (2022). *Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2035*. https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/202206/t20220613_985261.html.
- MONTOYA, G. (2009). La perla del Soconusco en la encrucijada. En: M. Cruz (ed.), *Diagnóstico sobre la realidad social, económica y cultural de los entornos locales para el diseño de intervenciones en materia de prevenciones y erradicación de la violencia en la Región sur: el caso de Tapachula, Chiapas*. SEGOB, Comisión Nacional para prevenir y erradicar la violencia contra las mujeres, Ciudad de México, México, pp. 148-180.
- MORAN, P. A. P. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37(1/2), 17–23. <https://doi.org/10.2307/2332142>
- PEÑA-PIÑA, J., FÁBREGAS-PUIG, A. (2015). Frontera, procesos migratorios y autonómicos en la conformación territorial mam: cambios y perspectivas. *LiminaR*, 13(2), 62-83.
- REYES-RAMOS, M. E. (2006). Mujeres y tierra en Chiapas. *El Cotidiano*, 21(139), pp. 20-30.

- RIVERA, S., VARELA, A., GÓMEZ, E. (2012). *Participación ciudadana y combate a la corrupción. Cinco modelos de incidencia desde el servicio público*. INDESOL.
- RODRÍGUEZ-ZEPEDA, J. (2006). *Un marco teórico para la discriminación. Colección de Estudios*. CONAPRED.
- SÁNCHEZ, A. (2020). *Chiapas destaca en la producción de mango, Según SADER*. Cuarto Poder Chiapas. <https://www.cuartopoder.mx/chiapas/chiapas-destaca-en-la-produccion-de-mango-sader/326968/>.
- SÁNCHEZ, A. (2020). *Chiapas destaca en la producción de mango, Según SADER*. Cuarto Poder Chiapas. <https://www.cuartopoder.mx/chiapas/chiapas-destaca-en-la-produccion-de-mango-sader/326968/>. Última consulta: 12-05-2022.
- SÁNCHEZ, E. & PRADO, R. (2019). Condiciones sociales de la producción del mango Ataúlfo en la Región del Soconusco, Chiapas, México. En *Investigación en la Educación Superior-Hidalgo* (pp. 2709-2714). Academia Journals.
- Secretaría de Energía (2021). *Balance Nacional de Energía 2020. Subsecretaría de Planeación y Transición Energética-Dirección General de Planeación e Información Energéticas*.
- Senado de la Republica (2019, 3 de septiembre). *El acceso a la energía eléctrica debe reconocerse como derecho humano*. <http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/45890-el-acceso-a-la-energia-electrica-debe-reconocerse-como-derecho-humano.html>.
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. (2020). *Valor de la producción Nacional Agropecuaria y Pesquera*. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>.
- STEFFEN, W., CRUTZEN, P. J., McNEILL, J. R. (2007). The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(8), 614-621.
- STEINBERGER, J. K., KRAUSMANN, F., GETZNER, M., SCHANDL, H. & WEST, J. (2013). Development and dematerialization: an international study. *PloS one*, 8(10), e70385.

- SUNDRIA, S., FREITAS, G. & GRAHAM, R. (2020, 21 de noviembre). *China to Take Oil-Refining Crown Held by U.S. Since 19th Century*. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-11-21/china-is-set-to-eclipse-america-as-world-s-biggest-oil-refiner?leadSource=uverify%20wall>.
- The United Nations. (2021a). *Climate actions: COP26, Together for our planet*. <https://www.un.org/en/climatechange/cop26>
- The United Nations. (2021b). *Progress towards the Sustainable Development Goals, Report of the Secretary-General*. High-level political forum on sustainable development, convened under the auspices of the Economic and Social Council. 27 p.
- The White House. (2021). *FACT SHEET: President Biden Takes Executive Actions to Tackle the Climate Crisis at Home and Abroad, Create Jobs, and Restore Scientific Integrity Across Federal Government*. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/01/27/fact-sheet-president-biden-takes-executive-actions-to-tackle-the-climate-crisis-at-home-and-abroad-create-jobs-and-restore-scientific-integrity-across-federal-government/>.
- TIRADO-HERRERO, S. (2017). Energy poverty indicators: A critical review of methods. *Indoor and Built Environment*, 26(7), 1018-1031.
- TORRES-LEÓN, C., ROJAS, R., CONTRERAS-ESQUIVEL, J. C., SERNA-COCK, L., BELMARES-CERDA, R. E., AGUILAR, C. N. (2016). Mango seed: Functional and nutritional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 55, 109-117.
- VAN LIER, J. B., MAHMOUD, N. & ZEEMAN, G. (2008). *Biological Wastewater Treatment: Principles, Modelling and Design*. IWA Publishing.
- VARNERO-MORENO, M. T. (2011). *Manual de biogás*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- VEGA MULLEN, Y. (2017). *Pobreza energética. Causas, medición y posibles soluciones. Un estudio para Gipuzkoa*. Universidad del País Vasco, España.

- VILLAFUERTE, D. (2008). La frontera de la Frontera Sur. En J. E. Sánchez & R. Jarquín Gálvez. (eds.), *La frontera sur, Reflexiones sobre el Soconusco, Chiapas y sus problemas ambientales, poblacionales y productivos*. In *La Dimensión Fronteriza del Soconusco: Un Análisis de sus Aspectos Sociales, Ambientales y Productivos 2003*, Ciudad de Tapachula, Chiapas, Senado de la República. (No. EE/304.209727 D55). pp. 157-168.
- The World Bank Group. (2022). *China, Country climate and development report*. <https://www.worldbank.org/en/country/china/publication/china-country-climate-and-development-report>

En 2020 el CIATEJ obtuvo un proyecto PRONACES financiado por CONACYT intitulado “Sistema energético sostenible basado en el aprovechamiento de residuos orgánicos de pequeños agricultores en localidades rurales. Caso de estudio: Aprovechamiento de residuos de mango en un municipio de la región Soconusco, Chiapas”. Este proyecto de investigación se enfocó en proporcionar alternativas para resolver el problema de manejo de los excedentes de productos agrícolas como el mango y para proveer una fuente alternativa de energía calorífica. La propuesta de un sistema sostenible para el aprovechamiento de residuos agroindustriales y la generación de biogás promete avances sustanciales frente a los problemas de manejo de residuos y pobreza energética. Presupone la valorización de los residuos en beneficio de las economías domésticas, asociaciones civiles y pequeñas empresas; así como efectos favorables para la salud pública, la sanidad vegetal y el medio ambiente de la región, fomentando con esto la transición energética de áreas rurales sustentada en el modelo de una economía circular.

Esta obra incluye temas como la pobreza en Chiapas, la pobreza energética, hábitos en consumo energético, la importancia del mango y alternativas de manejo de sus residuos para producción de gas, a través de la implementación de un sistema sostenible de producción. Al final se presentan las perspectivas a futuro, en donde se plantean alternativas a los principales obstáculos y la importancia de la recuperación de residuos, así como el fomento hacia una transición energética de áreas rurales. Esta obra es una contribución importante del CIATEJ para la sociedad del estado de Chiapas y el país.

