

# DEMOCRATIZAR LA ENERGÍA: PELETIZAR BIOMASA RESIDUAL DE CARPINTERÍAS Y TALLERES DE ARTESANÍAS

Liliana Pampillón González | Nancy Guadalupe González Canché  
Javier Ek Pérez | Hans van der Wal





**DEMOCRATIZAR LA ENERGÍA:  
PELETIZAR BIOMASA RESIDUAL  
DE CARPINTERÍAS Y TALLERES  
DE ARTESANÍAS**



# DEMOCRATIZAR LA ENERGÍA: PELETIZAR BIOMASA RESIDUAL DE CARPINTERÍAS Y TALLERES DE ARTESANÍAS

Liliana Pampillón González  
Nancy Guadalupe González Canché  
Javier Ek Pérez | Hans van der Wal



**Ciencia y Tecnología**  
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación



ECOSUR



UNIVERSIDAD  
JUÁREZ  
AUTÓNOMA  
DE TABASCO



**HORIZONTES  
CREATIVOS**  
Alternativas de Vida Solidaria  
para el Desarrollo y la Paz A.C.

EE

333.79097263

D4

*Democratizar la energía : peletizar biomasa residual de carpinterías y talleres de artesanías /* Liliana Pampillón González, Nancy Guadalupe González Canché, Javier Ek Pérez, Hans van der Wal. - San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México : El Colegio de la Frontera Sur : Alternativas de Vida Solidaria para el Desarrollo y la Paz A.C. : Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2025.

1 recurso digital : PDF 51 páginas : fotografías, gráficas, ilustraciones, mapas, retratos ; 25.3 MB

Incluye bibliografía: páginas 45-47

E-ISBN: 978-607-26900-8-0

1. Recursos energéticos, 2. Peletización, 3. Democratización energética, 4. Carpintería, 5. Ase-rín, 6. Tabasco (México), I. Pampillón González, Liliana (autora), II. González Canché, Nancy Guadalupe (autora), III. Ek Pérez, Javier (autor), IV. Van der Wal, Hans (autor)

Primera edición digital, mayo de 2025

Esta publicación fue sometida a un estricto proceso de arbitraje por pares, con base en los lineamientos establecidos por el Comité Editorial de El Colegio de la Frontera Sur.

D. R. © El Colegio de la Frontera Sur  
Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, C. P. 29290  
Barrio María Auxiliadora  
San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México  
[www.ecosur.mx](http://www.ecosur.mx)

D. R. © Alternativas de Vida Solidaria para el Desarrollo y la Paz A. C.  
Calle Teresa Vera 102 Colonia Centro, C. P. 86300  
Comalcalco, Tabasco, México  
[www.horizontescreativos.org](http://www.horizontescreativos.org)

D. R. © Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
Avenida Universidad s/n, Zona de la Cultura,  
Col. Magisterial, C. P. 86040  
Villahermosa, Centro, Tabasco, México  
[www.ujat.mx](http://www.ujat.mx)

Este libro es producto del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia “Plataforma multi-actor para la democratización energética desde iniciativas de Economía Social y Solidaria en comunidades rurales-urbanas en Tabasco” (321029), financiado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) a partir de la convocatoria 2021-2024 “Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia para Transitar a un Sistema Energético Social y Ambientalmente Sustentable”.

Se autoriza la reproducción de esta obra para propósitos de divulgación o didácticos, siempre y cuando no existan fines de lucro, se cite la fuente y no se altere el contenido (favor de dar aviso: [llopez@ecosur.mx](mailto:llopez@ecosur.mx)). Cualquier otro uso requiere permiso escrito de los editores.

Impreso y hecho en México / *Printed and made in Mexico*

# DEMOCRATIZAR LA ENERGÍA: PELETIZAR BIOMASA RESIDUAL DE CARPINTERÍAS Y TALLERES DE ARTESANÍAS

El presente libro es producto del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia “Plataforma multi-actor para la democratización energética desde iniciativas de economía social y solidaria en comunidades rurales-urbanas en Tabasco”. Dicho proyecto ha sido financiado por el CONAHCYT a partir de Convocatoria 2021-2024 “Proyectos nacionales de investigación e incidencia para transitar a un sistema energético social y ambientalmente sustentable” y se ha desarrollado bajo la responsabilidad de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), en colaboración con la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT-DACBIOL) y Alternativas de Vida Solidaria para el Desarrollo y la Paz A. C.

El propósito de la obra es presentar una alternativa energética que a nivel local complementa el uso de la leña, cada vez más escasa, a partir de la transformación mecánica de biomasa residual generada en carpinterías y talleres de artesanías. Al ser el uso de energía fósil una de las principales causas del cambio climático, resulta lógico aprovechar la gran cantidad de biomasa residual de procesos productivos. Aquí se explica cómo los residuos de carpinterías y talleres de artesanías pueden ser comprimidos en pélets con una máquina peletizadora para complementar la provisión de energía a partir de la leña en contextos donde esta escasea cada vez más.

La obra destaca la importancia de cogenerar, entre actores sociales, instituciones, sociedad civil y universidades, alternativas que respondan a las necesidades de las comunidades. Contiene información práctica para el manejo adecuado de la tecnología de elaboración de pélets y explica cómo se debe usar una peletizadora. El documento es de fácil lectura, ilustrativo y detallado, y coadyuva a la apropiación de la tecnología y su integración en el conjunto de quehaceres en las carpinterías y en los talleres de artesanías.



# TABLA DE CONTENIDO

## **INTRODUCCIÓN**

El sistema energético actual .....	11
Democratizar la energía .....	12
La matriz energética de México .....	12
Biomasa, bioenergía y matriz energética .....	13
Democratizar la energía desde las regiones .....	15

## **LA ENERGÍA EN LA CHONTALPA**

Contexto socio-ecológico .....	17
Pobreza energética en la Chontalpa .....	19
La leña en el consumo energético popular .....	21
Biomasa poco aprovechada en la Chontalpa .....	24
La energía en las iniciativas de ESS .....	26
Hacia una matriz energética de amplio uso de biomasa .....	27

## **EL PROCESO TÉCNICO DE PELETIZACIÓN** .....

Pasos en la peletización .....	31
Recolección de aserrín en carpinterías .....	31
Cribado .....	31
Molido y homogeneización .....	32
Mezclado y acondicionamiento .....	32
Peletizado .....	34
Enfriamiento de los pélets.....	40
Algunos aspectos a considerar .....	40

## **PELETIZAR PARA DEMOCRATIZAR** .....

Referencias .....	45
Índice de figuras .....	48
Índice de tablas .....	50
Investigadores y estudiantes .....	51



# INTRODUCCIÓN

## El sistema energético actual

El sistema energético comprende un entramado de políticas públicas, demandas sectoriales, alianzas geopolíticas y estrategias empresariales; así como también la inequidad en el acceso a la energía, las relaciones socio-tecnológicas asociadas a las tecnologías, y el papel ciudadano en las políticas públicas y en la toma de decisiones (Bertinat y Chemes, 2020). Puede analizarse a escala global, nacional y regional. A cada escala, sin embargo, se observa que el sistema energético, en su forma actual, no es sustentable y no es justo.

El sistema energético actual no es sustentable porque impacta negativamente en el ambiente y contribuye fuertemente al cambio climático. En el aspecto natural, el cambio climático ilustra día con día la insostenibilidad del sistema energético, debido al crecimiento sin freno y exponencial del consumo de energía y la consiguiente demanda excesiva de combustibles fósiles para generarla. Mientras sus reservas se han formado a lo largo de millones de años, se prevé su agotamiento en un horizonte de tan solo unas décadas.

Igualmente, no es justo porque genera y perpetúa una marcada desigualdad en el acceso a la energía y su uso: no es defendible un sistema energético tan inequitativo entre regiones geográficas, clases sociales, culturas y géneros como el actual.

Al mismo tiempo, el sistema energético se caracteriza por la falta de vías para que la población incida en la definición de las formas de relacionarse con la energía a partir de sus necesidades y de su potencial para contribuir a la generación y distribución de la energía desde sus territorios. Democratizar la energía permitirá transitar hacia un sistema energético justo y solidario, en beneficio de la población y en equilibrio con la naturaleza.

## Democratizar la energía

Por lo anterior, hace falta democratizar la energía, lo que en este libro entendemos como el proceso de incrementar la autonomía comunitaria y la incidencia popular en la generación, distribución y uso de la energía, a partir de la cultura e identidad regionales, la defensa del territorio y el uso de los bienes y servicios naturales disponibles (Van der Wal *et al.*, 2024).

Democratizar la energía, a partir de un debate informado y abierto entre actores, permitirá dejar atrás la gobernanza vertical y tecnocrática del sistema energético actual, señalada desde hace décadas (Del Villar, 1979).

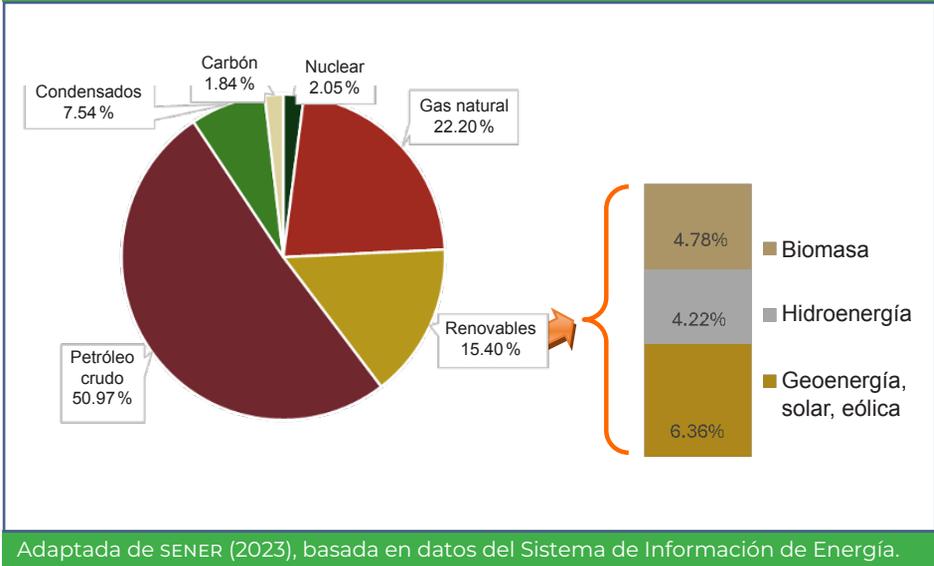
En la democratización energética es esencial partir de las necesidades de la población regional y contar con el conocimiento de la población sobre los bienes y servicios energéticos disponibles, para cogenerar nuevos conocimientos y nuevas tecnologías al respecto colaborando entre comunidades, centros de investigación, universidades, empresas, asociaciones civiles e instituciones gubernamentales.

Integrar estos nuevos conocimientos y tecnologías a las actividades económicas regionales populares brindará las experiencias puntuales para reorientar paulatinamente el sistema energético y la matriz energética —la combinación de fuentes de energía— de México con participación de la población.

## La matriz energética de México

Actualmente, la matriz energética de México está basada en un 82.55 % en la energía fósil de gas natural, petróleo y carbón mineral (Bertinat y Chemes, 2020; CONAHCYT, 2024; Ferrari *et al.*, 2023) (Figura 1). Hace falta reorientarla hacia una matriz de fuentes renovables como son la biomasa, la energía solar, la energía eólica y otras fuentes más. Como parte de esta reorientación, es necesario modificar la forma de generar la electricidad, que actualmente abarca el 21.8 % del total de energía consumida a nivel nacional. La electricidad proviene en 75.6 % de la combustión de energía fósil y tan solo 0.14 % es generada a partir de biomasa (Ferrari *et al.*, 2023).

Figura 1. Producción de energía primaria<sup>1</sup> en México, 2022



## Biomasa, bioenergía y matriz energética

Las fuentes renovables proveen 15.4% de la energía consumida en México, y la tercera parte de ese porcentaje proviene de la biomasa (Figura 1). La biomasa está constituida por material de composición orgánica y de origen reciente. Si el material orgánico proviene de un proceso de fosilización, ocurrido hace millones de años —como en el caso del petróleo y el carbón—, se considera una fuente de energía fósil.

En este sentido, el término bioenergía se refiere al aprovechamiento de la biomasa para la producción de combustibles biológicos en forma sólida, líquida o gaseosa (Li y Kumar, 2016). Existe una gran variedad de recursos biomásicos disponibles para ser usados como fuente de energía (Tabla 1). Las ventajas del empleo de la biomasa como fuente de energía son:

- Se encuentra ampliamente disponible a partir de procesos productivos agrícolas.
- Se puede usar directamente o después de transformarla.
- Sus emisiones se consideran neutras, es decir, se compensan con la

<sup>1</sup> Energía primaria es la que se extrae de la naturaleza, sin procesos de transformación.

captura de básicamente CO<sub>2</sub> en el proceso de fotosíntesis que genera la biomasa.

- Permite recuperar, transformar y valorizar “basura” para generar la energía.
- Contribuye a minimizar los impactos ambientales del manejo o disposición inadecuada de desechos de procesos productivos.

**Tabla 1. Fuentes de biomasa con destino energético**

Cultivos energéticos	Herbáceos	Sorgo, girasol, soya, maíz, trigo, cebada, remolacha
	Leñosos	Chopos, sauces, eucaliptos, acacias
Restos y residuos	Restos de cultivos agrícolas	Paja, restos de cereales, restos de cultivos hortícolas, poda o eliminación de plantaciones
	Restos de operaciones silvícolas	Cortas finales, podas, claras, aperturas de vías y pistas forestales, limpieza de monte para prevención de incendios, catástrofes forestales (incendios)
	Restos de las industrias agroalimentarias	Piel de frutos (cítricos), cáscaras (almendra, cacahuate, etc.), huesos (aceituna), pulpa en industrias de zumo, etc.
	Restos de industrias forestales	Serrines y virutas, polvo de lijado, corteza y recortes
	Restos de las explotaciones ganaderas	Purines, cama animal, animales fallecidos
	Productos o restos marinos	Algas, conchas, etc.
	Actividades humanas	Residuos alimenticios, papel, otros residuos industriales

La biomasa representa un almacén de energía en forma química en los materiales orgánicos. Esta energía se puede transformar en calor, combustible o electricidad. La biomasa puede clasificarse de acuerdo con su composición, origen o estado. El origen de la biomasa es diverso: está la leña, la de los cultivos energéticos y también la que se genera como subproducto (en forma de restos o residuos); por ejemplo, el bagazo en la producción de azúcar a partir de la caña de azúcar.

La bioenergía incluye la leña, principalmente de uso residencial para preparar alimentos y calentar agua. Esta se produce de forma natural a partir del manejo de los territorios rurales. Si bien las estadísticas en cuanto a su uso son deficientes, se estima que en 2020 proveía el 5.4 % de la energía consumida a nivel nacional en el sector residencial. En total, incluyendo los usos industriales, la biomasa contribuye con el 10 % del consumo energético nacional (Tauro *et al.*, 2018).

## Democratizar la energía desde las regiones

Para democratizar la energía es esencial saber a qué necesidades populares tiene que responder el sistema energético. A nivel regional se tienen necesidades específicas, y atenderlas con la participación genuina de la población propicia que esta vaya considerando el sistema energético como suyo.

En este volumen tomamos el ejemplo de una alternativa de democratización energética en la Chontalpa, Tabasco. El ejemplo versa sobre el uso de biomasa residual, y es tan solo una de las posibles formas de democratizar la energía, de contribuir a modificar la matriz energética del sistema energético y de mitigar la pobreza energética. Si bien las cantidades de biomasa usadas y de energía generada a partir de la biomasa residual son pequeñas en comparación con la obtenida a partir del petróleo, ilustra la reapropiación de la energía.

Abordaremos a continuación el contexto socio-ecológico que enmarcó el uso de energía en la población en la Chontalpa, la pobreza energética en la región, la problemática alrededor de la leña y las problemáticas energéticas específicas de dos iniciativas de economía social y solidaria (ESS) en la región, cuyos integrantes se encaminan a generar parte de la energía que se requiere a partir de desechos biomásicos de sus actividades productivas.



# LA ENERGÍA EN LA CHONTALPA

## Contexto socio-ecológico

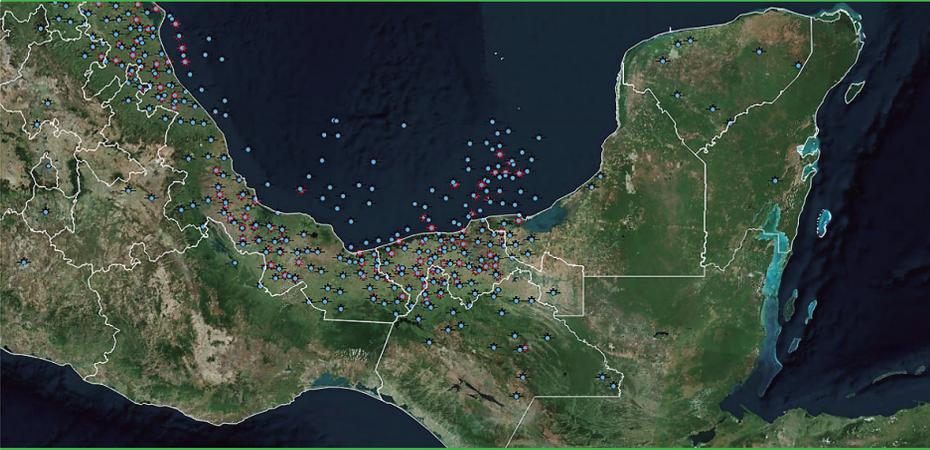
La Chontalpa es una región de clima tropical húmedo, ecológica y culturalmente rica, con una importante presencia de la cultura yokot'an. Su diversidad de ecosistemas es alta, debido a variaciones sutiles en el microrrelieve e hidrología.

La población en la región ha vivido de manera intensa y profunda una serie de transformaciones económicas, sociales y ecológicas. Después de la explotación de los recursos maderables y tintes en el siglo XIX, los ricos suelos aluviales se destinaron a la exportación de plátano y más recientemente carne de ganado vacuno, así como a la extracción de las reservas petroleras, particularmente a partir de los años 1970 (Rabelo Avalos *et al.*, 2021; Pinkus-Rendón y Contreras-Sánchez, 2012). En el proceso, la cubierta arbórea en la región ha disminuido fuertemente.

El sistema energético regional muestra una fuerte desigualdad social y es incompatible con la conservación de los ecosistemas naturales y la agricultura campesina, manifestándose en el cambio climático, la contaminación ambiental por derrames y emisiones de los pozos petroleros (Figura 2 y Figura 3), así como en cambios hidrológicos asociados a la infraestructura de ductos y caminos.

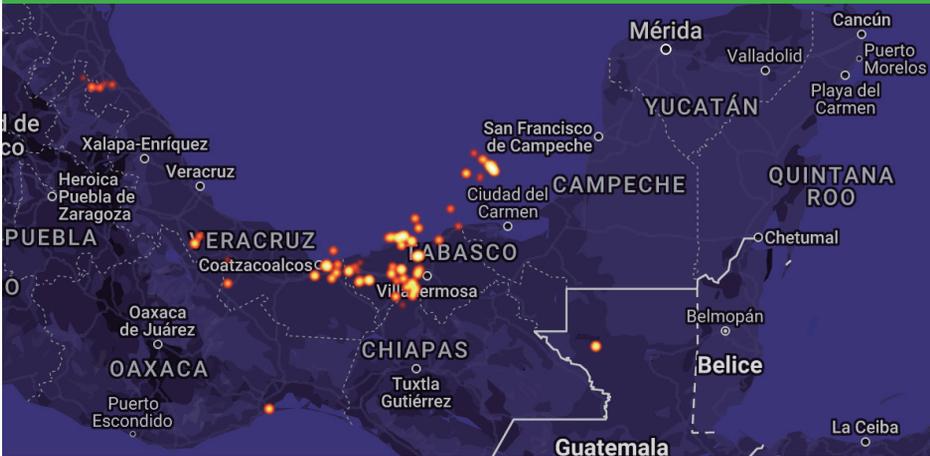
La petrolización de la economía indujo una fuerte inmigración y la contratación de campesinos como obreros petroleros. La llegada masiva de trabajadores petroleros incrementó los precios de los alimentos, las rentas, los servicios y el precio de la tierra (Pinkus-Rendón y Contreras-Sánchez, 2012; Rabelo Avalos *et al.*, 2021; Torres-Wong, 2021; Velázquez-Guzmán, 1982; Vera Cortés *et al.*, 2023).

Figura 2. La explotación petrolera se ha concentrado en Tabasco, así como también la contaminación y emisiones asociadas



Fuente: CartoCrítica (2024).

Figura 3. Quema de gases de antorcha en pozos petroleros de enero a 15 de septiembre de 2024



Fuente: Skytruth (2024)

La mano de obra necesaria para la agricultura se volvió cara y escasa, y esto cambió las prácticas agrícolas hacia el uso de insumos externos y resultó en pérdidas de cosechas. El consumo de alimentos producidos localmente se reemplazó por el consumo de alimentos producidos y procesados externamente. Actualmente, la mayor parte de la población trabaja en el sector de servicios y en el sector informal, frecuentemente en empleos precarios.

## Pobreza energética en la Chontalpa

A pesar de su aporte a la producción energética nacional (49.6 %), gran parte de los hogares en Tabasco viven en pobreza energética (García-Ochoa y Graizbord, 2016). Es decir, no pueden acceder a la suficiente energía de calidad y sin detrimento para la salud para vivir razonablemente bien. Tabasco es el sexto estado de mayor pobreza energética a nivel nacional, después de otros localizados en el Sureste. El 27.1 % de los hogares carece de aire acondicionado o ventilador y 18.8 % no tienen un refrigerador eficiente para conservar los alimentos (García-Ochoa y Graizbord, 2016). Para el 31.8 % de los hogares, la leña es la principal fuente de energía para la preparación de alimentos, porcentaje que aumenta considerablemente en las comunidades rurales. La mayoría de la población combina leña con gas LP. También los emprendimientos familiares e iniciativas de ESS se ven afectados económicamente por limitantes energéticas. La pobreza energética en estos tres ámbitos afecta la calidad de vida, la satisfacción de las necesidades básicas y la libertad de las personas de vivir una vida que consideran valiosa (Sen, 1999).

La pobreza energética afecta de manera diferencial a hombres y mujeres, clases sociales, grupos culturales y generaciones, al relacionarse estos segmentos de la población de manera diferenciada con la energía. Por ejemplo, en la esfera doméstica son sobre todo las mujeres quienes utilizan la energía para preparar alimentos; y las clases pobres de la población ahorran en el gasto energético disminuyendo la iluminación y aumentando la colecta de leña.

Los altos costos de la electricidad y de la leña, las frecuentes interrupciones en el suministro de la energía eléctrica y los cambios de voltaje son las caras de la pobreza energética en la región (Tabla 2). Esto afecta, sobre todo, a los cientos de comunidades pequeñas de la región, y dificulta sus actividades educativas, sociales y económicas (ECOSUR, 2021).

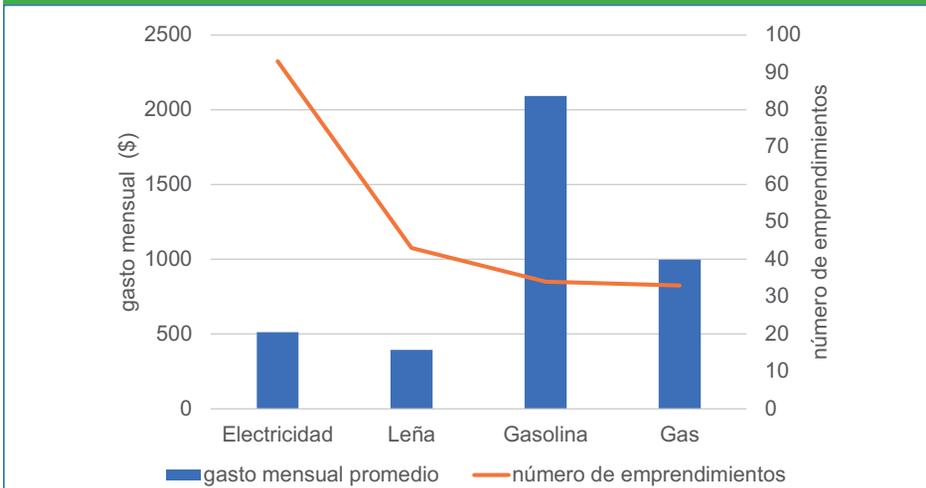
La pobreza energética impacta fuertemente en las actividades económicas. En una muestra de 610 hogares, entrevistados en 2021, había 167 emprendimientos de operaciones económicas a pequeña escala, pero importantes en cuanto a su contribución económica al sustento familiar. Estos aportan en conjunto ingresos para 715 personas, un tanto más que el número de hogares entrevistados. Se trata de emprendimientos de antojitos, helados, aguas, repostería, pozol, comida, y de servicios de mecánica, costura, medicina natural, comercios diversos, peluquería, etc.

**Tabla 2. Algunas variables relacionadas con la pobreza energética en hogares en los municipios de Cunduacán, Comalcalco, Jalpa de Méndez y Nacajuca, Tabasco**

Variable	Valor
Disponen de electricidad en el hogar	99.8 %
Disponen de aire acondicionado	46.0 %
Disponen de ventilador	100 %
Cuentan con estufa de gas LP	88.2 %
Consumo de gas LP/mes	7.7 kg
Gasto mensual en gas LP	\$ 128
Cuentan con fogón de leña	82.0 %
Consumo de leña por mes	0.92 cuerda
Consumo bimestral de electricidad	\$ 722
Cuentan con estufa ahorradora de leña	1.0 %
Falta de acceso a energía de calidad que afecta la calidad de vida	69.9 %
Número de cortes de luz por mes	9.8
Número de horas sin electricidad por mes	11.2

Fuente: Munguía-Chocoteco *et al.* (2025), elaborado a partir de Córdova-Montiel *et al.*, 2021.

**Figura 4. Gastos mensuales en energía de diferentes tipos para emprendimientos familiares en Cunduacán y Comalcalco**



Las columnas muestran el gasto, la línea indica el número de emprendimientos a partir del cual se determinó el promedio. Fuente: CartoCrítica (2024).

En estos emprendimientos, los gastos en gasolina son los más altos en el segmento de los comercios de materiales y abarrotes; los gastos en leña y gas son los principales en los emprendimientos de alimentos, donde suman en promedio cerca de \$ 1,400.00 por mes, mayormente en gas LP (Figura 4). De acuerdo con los dueños de los emprendimientos, los altos costos de la energía (electricidad, gas LP, gasolina y leña) y su baja calidad afectan la rentabilidad. Las afectaciones incluyen daños a aparatos eléctricos, atraso en las actividades y el no poder cumplir con entregas acordadas, entre otros (Córdova-Montiel *et al.*, 2021).

## La leña en el consumo energético popular

La leña es el principal combustible en la cocina para 31.8% de la población en el trópico mexicano, y se usa sobre todo en el campo (INEGI, 2018). En las comunidades rurales en la Chontalpa, 87% de las familias cuenta con una estufa de gas y 80% con fogón de leña; 13% solo usa leña (Córdova-Montiel *et al.*, 2021). El 55% de las familias que usan leña la colectan, 16% la compra y 29% combina la colecta y compra. En las zonas periurbanas, 55% de los usuarios compra la leña. El costo de la leña utilizada mensualmente es similar a la suma del gasto en gas LP y electricidad de las familias que la utilizan (García Gallegos, 2023; Vázquez Jiménez, 2023).

La escasez y los altos precios de la leña son debidos la deforestación en Tabasco, al reducirse las coberturas arbóreas originales entre 1940 y 1990 de 49% a 8% (Van der Wal, 2017). La deforestación ha ido a la par con la eliminación de la vegetación secundaria (acahual) del ciclo de la milpa. Los acahuals eran una fuente importante de leña, de libre acceso para quien la necesitaba. A ello se ha sumado la reducción de la cobertura de los cacaotales por enfermedades y bajos precios en 46% entre 2006 y 2016 (Oporto-Peregrino *et al.*, 2020). Además, actualmente los dueños de los cacaotales restringen el acceso para cortar leña debido a la inseguridad. Como resultado, ha disminuido la disponibilidad de la leña, particularmente la de buena calidad, y se ha incrementado el uso de leña de mala calidad. Esto agrava la exposición a humo y la incidencia de afectaciones a la salud, sobre todo, de las mujeres.

Dada la importancia de la leña en el consumo de energía en los hogares, en los emprendimientos y en las iniciativas de ESS, y por su creciente escasez y costo, su provisionamiento debe ser considerado en las acciones de democratización energética y de combate a la pobreza energética. Así lo

ilustran también técnicas que la población ha estado ensayando a nivel local, que utilizan biomasa de otras fuentes, en complemento a la leña, como el caso del aserrín que se produce en las numerosas carpinterías en el área (Figura 5). En un taller sobre género y energía, realizado durante la preparación del proyecto “Plataforma” en Tulipán, Cunduacán, con cajas de una caja de ahorro, en septiembre 2021, unas señoras comentaron lo siguiente:

MUJER 3: Yo uso aserrín. [...] En tambos. Eso puede servir también.

FACILITADORA: ¿Cómo? [...]

MUJER 3: Es que yo frío mis empanadas; es que yo hago empanadas.

FACILITADORA: Ajá. ¿Y para freír las empanadas utiliza aserrín?

MUJER 3: Aserrín.

FACILITADORA: Qué interesante, ¿eh? [...]

MUJER 4: Todo el aserrín se pone en un tambo de material este...

MUJER 3: Donde viene la pintura, pero la pintura de...

FACILITADORA: Un tambo de lámina...

MUJER 3: Ándale, de ese. Ya se le abre el hueco y ya se le mete el aserrín...

FACILITADORA: ¿Y eso lo compra o...? [...]

MUJER 3: Sí, el aserrín lo tengo que comprar...

FACILITADORA: ¿A cuánto le cuesta?

MUJER 3: A diez pesos el saco así.

FACILITADORA: [...] ¿Y usted a cuánto lo paga?

MUJER 1: En mi caso lo regalan.

Y en un taller de chocolateras realizado posteriormente, al abordar las estrategias que las familias practican para ahorrar leña, la señora Esmeralda comentó:

—Cuando a veces nos quedamos así, sin leña o algo así, utilizamos otro que por ahí, es como un bote de lámina y se rellena de aserrín y nada más se le hace un orificio por el medio a un lado y ya se le pone una chispita y eso arde. Sí, ya lo llegamos a usar cuando nos quedamos sin leña, en el tiempo de lluvia fue que nos pasó que no teníamos leña seca ni nada. De pronto, ya ve que en YouTube encuentra de todo. Y sí, lo hicimos ya y fíjate que sí.

—¿Y más o menos cuántas veces al mes usan eso? ¿O cuántas veces a la semana?

—Bueno, eso fue nada más en el tiempo de las lluvias, las inundaciones y eso, que lo utilizábamos. Solamente es una ocasión y solamente en ocasiones.

—¿Y sí le sirvió?

—Sí, lo bueno que tarde. Mi hermana con mi cuñado es carpintero, ahí guardaban ese aserrín seco. Sí, eso fue lo que con eso sobrevivimos al día, porque aquí les digo que la leña es primordial. Y en esos tiempos de lluvia, imagínese, se mojó todo. [El bote] lo trajeron de allá, de mi hermana. Ahí le buscaron esos chamacos y luego a rellenarse. Aquello funciona. Es decir, sí trajeron un bote así, normal, de esos de donde viene, pero de lámina. Y acá abajo lo hicieron como un orificio así. Ahí le metían un palo cuadrado, en una cuadrado y en medio acá otro [...] y rellenaban todo de aserrín. Todo, todo, todo, todo. Aplastaban que quedara eso apretadito, que no se moviera. Al momento de sacar ese palo, eso quedaba bien. Y además metían un papelito enrollado, prendido, y soplaban. Tantito levantaba la llama y así tardaba varias horas; es porque ahí guardaba el calorcito hasta que se quemaba definitivamente.

**Figura 5. Latón con orificios de oxigenación y aserrín compactado. Ejemplar elaborado por participantes en el diplomado “Democratización energética”, realizado en 2024 en Comalcalco**



Fotografía: cortesía de Yalina Olive Herrera, Carlos Broca Leyva y Salvador Arias Rodríguez.

Lo anterior muestra la creatividad y búsqueda de alternativas energéticas a partir de las necesidades inmediatas cotidianas a nivel local. Precisamente esta búsqueda es la base de acciones de democratización energética: resolver problemáticas sentidas en las condiciones en que toca vivir.

## Biomasa poco aprovechada en la Chontalpa

En la región de la Chontalpa, en Tabasco, se genera abundante biomasa de manera natural y espontánea, en la naturaleza, sin ningún tipo de intervención humana, además de biomasa residual, la cual considera los derivados o subproductos, generalmente en forma sólida, de procesos agrícolas, agroindustriales, agroalimentarios o del procesamiento de la madera.

En la Chontalpa se llevan a cabo una gran variedad de actividades de producción agrícola y forestal dado que la fertilidad de la zona permite cultivar un gran número de especies vegetales. A partir de esta producción primaria se establecen varias cadenas de valor, en las cuales se transforman los productos generados en bienes de consumo. En el proceso se generan grandes cantidades de biomasa residual.

Este es el caso en la cadena de producción de la caña de azúcar y de la palma de aceite, que se cultivan a gran escala. Cerca del 50 % de la caña de azúcar procesada —miles de toneladas diarias— queda como biomasa residual en forma de bagazo. De la caña, solamente el jugo es utilizado para la obtención de azúcar (Mejías-Brizuela *et al.*, 2016). Del mismo modo, en el proceso de extracción del aceite de palma, un 80 % de la biomasa queda como residuo en forma sólida, compuesta por el cuesco, raquis de palma vacío y fibra de mesocarpio (Ordoñez-Frías *et al.*, 2020).

También a partir de las actividades en emprendimientos familiares y en iniciativas de ESS se producen desechos a considerable escala, considerando la sumatoria de los muchos emprendimientos y talleres. Es el caso de la producción de muebles en carpinterías y, en menor medida, en los talleres de artesanías.

Los residuos generados usualmente son quemados (Figura 7), o vertidos en rellenos sanitarios —ocasionando una gran liberación de  $\text{CO}_2$ — o en cuerpos de agua, con la consiguiente contaminación, mal olor y proliferación de fauna nociva, entre otros efectos negativos (Barragán y Téllez y Laguna, 2008).

Es el caso de los residuos de carpintería (aserrín y viruta), que solamente a escala mínima se venden para su uso como cama de aves. El potencial económico de la biomasa residual como energético, que complementa el uso de la leña, no es aprovechado más allá de su uso incidental en botes de aserrín comprimido (ver sección anterior). De igual manera, los artesanos usualmente queman los residuos de la cañita, guano y otras fibras, a los cuales puede darse también un uso alternativo como biocombustible. Estos residuos biomásicos

(Figura 6) tienen comúnmente poca humedad y contenidos caloríficos interesantes ( $> 14$  MJ/kg) para ser transformados en biocombustibles sólidos.

A partir de los desechos mencionados pueden elaborarse comprimidos biomásicos para su uso como combustible. Esto permitiría satisfacer parte de las necesidades energéticas y diversificar las fuentes de energía, además de generar nuevas economías a escala regional y local. Lo anterior contribuiría a resolver la creciente escasez de leña en la región, por lo cual conviene generar, integrar y adecuar tecnologías que permitan hacer un uso eficiente de la biomasa residual.

Figura 6. Biomasa residual de talleres de carpintería y tejido de fibras vegetales en la Chontalpa, Tabasco



Izquierda: viruta y aserrín; derecha: fibras desechadas en la producción de artesanías

Figura 7. Quema de biomasa residual de carpinterías



## La energía en las iniciativas de ESS

La pobreza energética limita las iniciativas de ESS en su potencial de cambio y en sus resultados económicos. Artesanos y artesanas de Nacajuca trabajan las fibras naturales de la región para la elaboración de bolsas, abanicos, sombreros y productos típicos de la zona, y se han organizado para valorar su identidad y cultura, así como para lograr ingresos justos a partir de su actividad (Tabla 3). La iniciativa de Artesanos de Tapotzingo, con más de cien integrantes de dieciocho talleres de familias yokot'an de Tapotzingo, San José Pajonal, Corriente 1ra Sección, Tuca y San Simón, ha analizado las limitaciones energéticas y actúa al respecto. Lo mismo ocurre con Las Mariposas, de Guaytalpa, compuesta por siete talleres de mujeres yokot'an, con un total de treinta integrantes.

**Tabla 3. Motivación organizativa, problemáticas energéticas y respuestas de carpinteros y artesanos**

Iniciativa	Motivación	Problemática energética	Respuestas
Carpintería	Generaciones de carpinteros han construido el taller y surtido el mercado regional, generando empleos y economías locales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones eléctricas deficientes en los talleres.</li> <li>• Desperdicio de residuos que podrían comercializar como energéticos y así responder a la escasez de leña.</li> <li>• Deficiente secado de madera en tiempo de lluvias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación en evaluación y mejora de redes eléctricas de baja tensión. Capacitación en la elaboración de comprimidos combustibles a partir de aserrín.</li> <li>• Evaluar el secado solar de madera.</li> </ul>
Artesanos de Tapotzingo/ Las Mariposas de Guaytalpa	Valorar su identidad chontal. Lograr precios justos para los productos que generan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortes de luz impiden el flujo de trabajo.</li> <li>• Escasez y encarecimiento de la leña.</li> <li>• El impacto del uso de la leña en la salud de las mujeres.</li> <li>• Deficiente secado de las fibras en tiempo de lluvias.</li> <li>• Quema de residuos de fibras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía fotovoltaica.</li> <li>• Capacitación financiera. Capacitación para mejorar las redes internas.</li> <li>• Uso de secador solar tipo túnel para fibras.</li> <li>• Evaluación de comprimidos de residuos.</li> </ul>

Ambas iniciativas buscan comercializar sus artesanías directamente al consumidor para lograr mejores precios; sin embargo, en su proceso productivo se ven afectados por los frecuentes apagones en la madrugada y al atardecer, precisamente en los horarios en que las condiciones de humedad permiten manipular las fibras sin que estas se quiebran. Asimismo, los colectivos buscan reducir el consumo de leña en el hogar y para pintar las fibras usadas en la elaboración de las artesanías. También buscan reducir las pérdidas de fibras por deficiencias en el proceso de su secado al aire libre.

En el municipio de Comalcalco operan un gran número de carpinterías de larga tradición familiar. Alrededor de veinte carpinteros se han organizado para buscar alternativas de comercialización de muebles de calidad sobre diseño, de acuerdo con la demanda de la clientela, en vez de responder a las exigencias de comercios grandes de compra y venta de muebles de baja calidad. Ellos padecen de falta de seguridad en sus instalaciones eléctricas y buscan gestionar un servicio eléctrico de calidad y sin interrupciones. También buscan formas de aprovechar la biomasa residual del aserrín y la viruta para generar ingresos adicionales a partir de estos desechos (Tabla 3).

## Hacia una matriz energética de amplio uso de biomasa

Para democratizar la energía, hace falta cambiar la matriz energética actual dependiente de energía fósil por una matriz diversificada, en la cual se privilegien las necesidades de la población en el contexto social y regional, con un enfoque de justicia social y equidad de género, y que aproveche los recursos disponibles de manera sustentable. Tal matriz debe tener un alto grado de descentralización, para que desde la región se pueda incidir en ella.

En México podría incrementarse la contribución de biomasa al consumo final de energía del 10 % actual a 16 % en unos diez años (Tauro *et al.*, 2023). En ello pueden jugar un papel importante los diversos biocombustibles sólidos en forma de comprimidos. Estos pueden ser generados a partir de la biomasa residual de la agricultura y también de los desechos de los emprendimientos como las carpinterías, los talleres de artesanías y otros. Los biocombustibles sólidos son particularmente atractivos, ya que ocupan poco espacio, son fáciles de transportar y almacenar, y pueden reunirse, dependiendo del material, buenas características de poder calorífico y otras

propiedades físicas, como densidad por unidad de volumen y bajo contenido en humedad.

Los puntos de partida para incrementar el uso de la biomasa en la generación de energía son la problematización colectiva sobre los temas de generación y uso de la energía que se necesita en las actividades económicas y en la vida cotidiana, así como la movilización del conocimiento y la creatividad locales para manejar los recursos energéticos de manera justa y sustentable, acorde con el contexto de pobreza energética y el entorno ecológico regional.

En relación con el cada vez mayor costo y la escasez de leña de calidad en la Chontalpa, el proveer de un complemento es parte de la solución, aunado a estrategias para aumentar la eficiencia en el uso de la leña en estufas ahorradoras y dispositivos alternativos como los gasificadores; además de reforestar con especies arbóreas que produzcan leña de buena calidad.

# EL PROCESO TÉCNICO DE PELETIZACIÓN

¿Qué son los pélets de biomasa? Son biocombustibles sólidos, homogéneos, con bajo contenido de humedad y con una alta densidad energética; tienen forma cilíndrica, con diámetros comprendidos entre 7 mm y 22 mm y longitudes de 2.5 cm a 6.5 cm (Figura 8). Su fabricación suele ser por compresión mecánica y a veces requiere el empleo de un material aglutinante (Li y Kumar, 2016).

Figura 8. Pélets de biomasa elaborados con residuos de carpintería (diámetro y longitud)



Para producir pélets se requiere una peletizadora: un equipo que se acciona con un motor y que aplica una fuerza de compresión mecánica sobre un material, con la finalidad de reducir su volumen y aumentar su densidad física y energética. El resultado es la obtención de pequeños comprimidos, llamados pélets de biomasa.

¿Cómo funciona? La peletizadora tiene en su interior una matriz plana de acero en forma cilíndrica con perforaciones. Sobre esa matriz giran dos rodillos, generalmente en sentido de las manecillas del reloj, que empujan el material por las perforaciones de la matriz, donde lo comprimen los rodillos y se forman los pélets. El material comprimido es movido hacia una bandeja de salida en donde una cuchilla, ubicada debajo de la matriz plana, corta el material comprimido en los tamaños deseados (Figura 9). En el mercado se encuentran disponibles peletizadoras de diferentes tipos y capacidades de producción; unas funcionan con electricidad y otras con motor a gasolina.

Figura 9. Partes que conforman una peletizadora



# Pasos en la peletización

A continuación, se describen los pasos a seguir en la elaboración de pélets a partir de biomasa residual de carpinterías. El proceso de peletización involucra una serie de pasos: recolección del material, cribado, molido, mezclado con el agente aglutinante, peletizado y enfriado de los comprimidos (Figura 10).

## Recolección de aserrín en carpinterías

La materia prima a peletizar puede provenir de diferentes materiales orgánicos que contengan un alto contenido de fibra vegetal (lignocelulosa). Tratándose de aserrín, el primer paso es la recolección del material, para su transporte al sitio donde se elaboran los pélets, aunque lo más conveniente es peletizar en el sitio y evitar gastos de transporte.



## Cribado

El aserrín en las carpinterías puede encontrarse mezclado con materiales distintos, tales como piedras, clavos, astillas de mayor tamaño y pedacitos de madera, entre otros. Para asegurar que los residuos estén libres de estos materiales se recomienda hacer un cribado.

## Molido y homogeneización

Una vez cribado el aserrín, hay que homogeneizar su tamaño. Esto se hace utilizando una malla metálica con orificios de entre 6 y 9 mm, que permite separar el aserrín que pasa por esta y ya tiene el tamaño deseado. El aserrín o la viruta de mayor tamaño, que haya quedado retenida por la malla metálica, se muele hasta que el tamaño de la partícula se ajuste al intervalo mencionado. Es importante mencionar que se requiere que las partículas tengan este tamaño para facilitar su compactación en la etapa de peletizado.

Figura 11. Reducción del tamaño de las partículas por medio de un molino eléctrico



## Mezclado y acondicionamiento

Luego de la reducción del tamaño de las partículas es necesario acondicionar los residuos, adicionando agua y un agente aglutinante (Figura 12).

Figura 12. Adición de agua al aserrín



La adición de agua tiene el propósito de acondicionar el aserrín, ya que un aserrín muy seco no se compactará en la etapa de peletizado. Es deseable que la humedad de los residuos sea de 8 a 12 % respecto al peso del aserrín. Hay que evitar que el aserrín se encuentre totalmente mojado; debe quedar solamente humedecido. Se recomienda adicionar el agua haciendo uso de un atomizador y mezclando el aserrín humedecido de manera manual, y medir el porcentaje de humedad (Figura 13).

Una vez acondicionada la humedad, debe adicionarse el agente aglutinante. La función de este es mantener unidas las partículas de los residuos biomásicos y evitar que el pélet se desmorone. Sin el agente aglutinante el pélet se formará al salir de la peletizadora, pero se desmoronará al manipularlo. Como agente aglutinante se puede ocupar aceite vegetal ya usado.

El aceite vegetal puede adicionarse de manera similar al agua, mezclándolo manualmente, asegurándose de que la mezcla sea homogénea. Para comprobar que se ha adicionado suficiente agente aglutinante se puede hacer una

prueba del puño. Esta consiste en tomar con las manos una parte de la mezcla y apretarla con el puño. Las partículas se aglutinarán cuando se haya alcanzado una cantidad adecuada de agente aglutinante. Una vez que la mezcla de aserrín, agua y aceite sea homogénea, este ya puede pasar a la peletizadora.

**Figura 13. Medición del porcentaje de humedad de los residuos posterior a su acondicionamiento**



## **Peletizado**

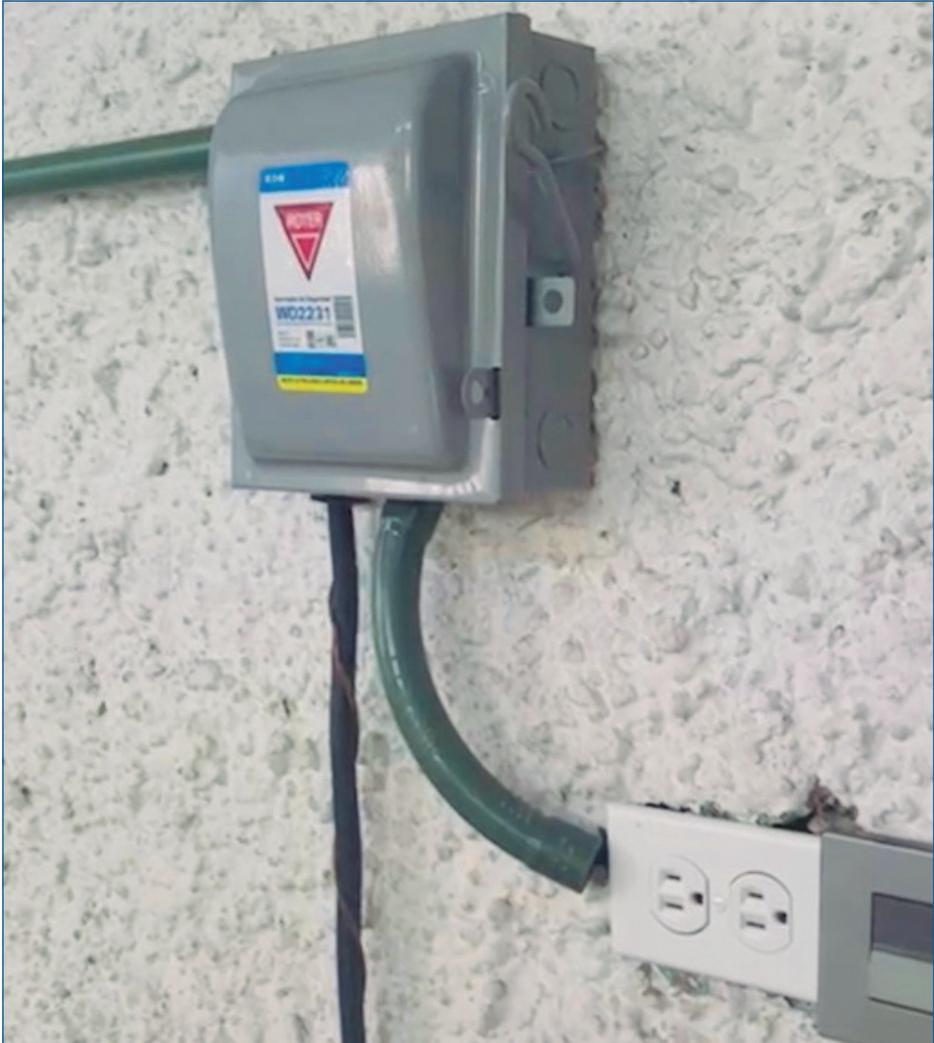
### **Acondicionar el espacio de peletización**

Un equipo de compresión, como lo es la peletizadora, requiere un espacio de preferencia abierto, ya que el motor suele generar ruido. Al usarse, el motor también vibra, y hay que evitar que se vaya moviendo fijándola debidamente en el piso con unas tuercas. La vibración del motor también debe amortiguarse con ayuda de un tapete de plástico.

### **Energía para la operación de la peletizadora**

Antes de usar el equipo es importante revisar que cuente con una instalación adecuada. Los modelos de peletizadora pueden variar de eléctrica a motor a gasolina. En el caso de ser eléctrica, requiere revisarse si es de 110 o 220 voltios, y si requiere instalación trifásica (Figura 14). En caso de ser de motor a gasolina, se tiene mayor versatilidad.

Figura 14. Conexión a la red eléctrica acorde con especificaciones del equipo



### Encender y usar la peletizadora

Hace falta cargar aceite lubricante a la transmisión de acuerdo con el modelo del fabricante (Figura 15). Al conectar y encender el equipo, se debe revisar que la matriz gire e impulse los rodillos levemente, e ir ajustando gradualmente la separación entre los rodillos y la matriz hasta que el movimiento sea uniforme (Figura 9, p. 30).

Figura 15. Orificio para lubricación de la peletizadora



Hay que dejar calentar el equipo hasta que este llegue a una temperatura aproximada de 80 °C (Figura 16). Esto, dependiendo de las condiciones ambientales, suele llevar de 15 a 25 minutos. En el transcurso del calentamiento se realizarán los últimos preparativos para introducir el material (biomasa) en la peletizadora.

Figura 16. Medición de la temperatura



La alimentación del material a la tolva de la peletizadora debe realizarse de manera continua hasta que pueda visualizarse la salida de los pélets. En caso de que los rodillos no se muevan, se deben ajustar los tornillos que ajustan la separación entre los rodillos y la matriz (Figura 9), para hacerlos descender de manera simultánea.

El rodillo y la matriz deben recibir mantenimiento preventivo mínimo cada doce horas de uso continuo o una vez por semana. Hay que revisar constantemente que la salida de pélets se dé de manera uniforme y limpiar frecuentemente la matriz (Figura 17). Para el mantenimiento de la peletizadora, el motor debe estar desconectado de la corriente eléctrica.

En caso de que la temperatura del equipo supere los 160°C, se debe detener su operación y dejarlo enfriar durante 30 minutos, y evitar su sobrecalentamiento y el de los residuos.

Figura 17. Limpieza de la matriz



Finalmente, los pélets producidos pueden ser depurados y cribados separando aquellos que tengan un tamaño pequeño, los cuales pueden ser re-procesados añadiéndolos de nueva cuenta a la mezcla de material a peletizar (Figura 18). Al terminar operaciones se recomienda el uso de aceite vegetal para la lubricación de los metales y el buen procesamiento de materiales.

Figura 18. Depurado de pélets con coladera



## Enfriamiento de los pélets

Cuando los pélets salen de la peletizadora están calientes —con temperaturas de 70 a 90 °C— y deben someterse a un proceso de enfriamiento por medio de un ventilador; esto hará que el pélet se endurezca y no se desmorone posteriormente.

## Algunos aspectos a considerar

Se deben cumplir condiciones específicas durante el proceso de peletizado: desde la molienda, la reducción del tamaño de la biomasa es clave para asegurar la compactación, así como también el contenido de humedad (del 8 al 12 %), dependiendo del tipo de biomasa. El equipo también debe alcanzar una cierta temperatura de calentamiento (alrededor de 80 °C).

### Pruebas de peletización

Después de un periodo sin operación, hace falta realizar pruebas para verificar la buena operación del equipo. En caso de que se aprovechen nuevos materiales, hace falta realizar pruebas y eventualmente hacer ajustes en la preparación de los materiales (Figura 19).

Figura 19. Pélets de diferentes fuentes de biomasa



De izquierda a derecha, los pélets son de palma de aceite, fibras vegetales de guano y cañita y a base de aserrín de cedro y macuilí

## **Asignación de responsabilidades en la peletización**

Hay que trabajar en un equipo de mínimo dos personas para asegurar el buen flujo de las actividades. Estas personas deben ser capacitadas en temas básicas del proceso. Deben llevar una bitácora que consigne horario de operación, cantidad producida, mantenimiento realizado y observaciones. Al mismo tiempo, se responsabilizan de realizar un esquema de mantenimiento del equipo.

## **Ventajas de emplear una peletizadora**

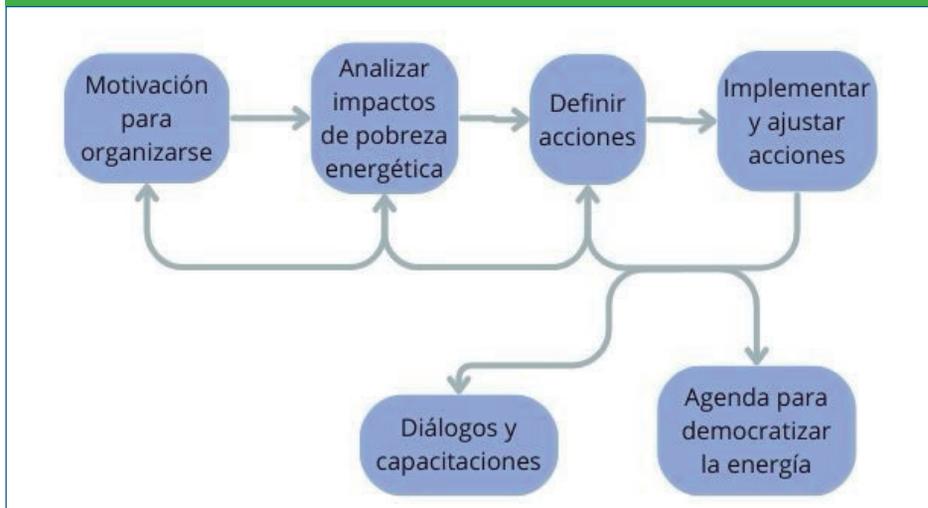
- Se pueden aprovechar diversos materiales de origen orgánico y variar su composición según las necesidades.
- Variando el diámetro de matriz pueden obtenerse pélets de las dimensiones deseadas.
- Las peletizadoras son de fácil operación y mantenimiento.
- Cuando la escala de operación es pequeña, el equipo ocupa poco espacio y es fácil de mover y transportar, por lo cual es posible producir los comprimidos en varios sitios donde esté disponible la materia prima.



# PELETIZAR PARA DEMOCRATIZAR

La peletización iniciada con los grupos de carpinteros, artesanas y artesanos es parte de un proceso socio-tecnológico de democratización de la energía. En este proceso se construyen, entre academia, ONG y grupos sociales, alternativas que resuelvan los problemas sentidos de estos grupos y que partan de sus motivos de organización. En el proceso se analiza cómo la pobreza energética afecta sus actividades, se definen y se implementan acciones, se capacita a los actores y se intercambian experiencias. A partir de los procesos en los grupos se integra una agenda regional de democratización energética que se comparte con instituciones de gobierno, actores sociales y personas interesadas (Figura 20).

Figura 20. Modelo del proceso de democratización energética



El proceso dialéctico, del cual forma parte la peletización, inicia con las motivaciones de organización en un análisis de contexto. Se definen los problemas relacionados con la pobreza energética (Tabla 3) para ir realizando acciones que se ajustan, que cambian de alguna manera el contexto, refuerzan la motivación, resuelven en cierto grado la problemática y llevan a nuevas acciones, diálogos con otros actores y capacitaciones.

El grupo de carpinteros considera que sus talleres generan empleo para sus familias y más allá de sus familias. Además, toda la gente que trabaja en las carpinterías también gasta localmente y así propicia la economía y vida comunitaria. Los grupos de artesanos y artesanas buscan conservar su cultura y tener una vida digna a partir de su producción, para la cual quieren un precio justo. Como los carpinteros, generan empleos y mercado interno, fortalecen la comunidad, y propician equidad de género además de valores de trabajo y de apoyo mutuo.

El proceso de organización implica muchas actividades necesarias para lograr el buen común. No todas las personas están siempre en condiciones de pensar en un beneficio para todos, ante las necesidades personales y familiares que se presentan y también ante las limitadas posibilidades de venta de los productos. Sin embargo, se hace camino siguiendo a grandes rasgos el proceso indicado (Figura 20).

En relación con las necesidades energéticas en los hogares y actividades económicas, figura la problemática de la escasez de leña y la posibilidad de aprovechar la biomasa residual. Esta puede tener un uso energético, de autoconsumo o comercial, para aprovechar el aserrín, la viruta y los desechos de fibras usadas para la elaboración de las artesanías.

El aprovechamiento de los residuos biomásicos es parte de un menú de acciones relacionadas y complementarias. Es la interrelación de acciones que potencializa el cambio en el contexto y la continuidad del proceso de tomar control sobre la energía. Las acciones incluyen capacitación, por ejemplo, para diagnosticar las instalaciones eléctricas, mejorarlas y usar de manera eficiente la electricidad. También incluye la lectura de etiquetas de equipos para conocer sus especificaciones y valorar cómo y cuándo usarlos. Incluye, con las artesanas y artesanos, el uso de estufas ahorradoras de leña, para reducir el consumo de leña, y el uso de fotoceldas para poder trabajar durante los frecuentes cortes en el suministro de la electricidad. Es decir: el menú de acciones varía entre los grupos y en el tiempo, conforme se resuelven problemáticas y se identifican otras que se integran en la agenda de democratización energética.

# REFERENCIAS

- Barragán, B., y Téllez y Laguna, A. (2008). Utilización de residuos agroindustriales. *Revista Sistemas Ambientales* 2(1), 44-50.
- Bertinat, P., y Chemes, J. (2020). *Aportes del sector energético a una transición social-ecológica*. Friedrich-Ebert-Stiftung.
- CartoCrítica. (2024). *CartoCrítica. Investigación, mapas y datos para la Sociedad Civil*. <http://cartocritica.org.mx>
- CONAHCYT (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología). (2024). *Ecosistema Nacional Informático de Energía y Cambio Climático*. <https://energia.conacyt.mx/>
- Córdova-Montiel, R., Durana, A., y Van der Wal, H. (2021). *Encuesta energía hogares y emprendimientos*. Informe de proyecto semilla de ECOSUR ante CONACYT.
- Del Villar, S. I. (1979). El significado del petróleo para la sociedad mexicana. Perspectiva y síntesis del debate. En R. Stavenhagen, *Las perspectivas del petróleo mexicano*. El Colegio de México.
- ECOSUR (El Colegio de la Frontera Sur). (2021). *Diagnóstico de la problemática energética de iniciativas de ESS, emprendimientos familiares y hogares en los municipios de Comalcalco, Cunduacán, Jalpa de Méndez y Nacajuca, Tabasco. Parte 1. Talleres y entrevistas*.
- Ferrari, L., Maserà, O., y Straffon, A. (2023). *Transición energética justa y sostenible. Contexto y estrategias para México*. CONAHCYT, FCE.
- García Gallegos, R. (2023). *Especies arbóreas usadas como leña en usos de suelo de cacaotal-potrero, cañal-potrero y periurbano en la Chontalpa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. Universidad Politécnica del Golfo de México.
- García-Ochoa, R., y Graizbord, B. (2016). Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional. *Economía, Sociedad y Territorio* 16(51), 289-337. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-84212016000200289&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212016000200289&nrm=iso)
- INEGI. (2018). *Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (ENCEVI). Presentación de resultados*.
- Li, Y., y Kumar Khanal, A. (2016). *Bioenergy: Principles and Applications*. Wiley-Blackwell.
- Mejías-Brizuela, N. Y., Orozco Guillén, E., y Galán, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de

- México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales* 2(6), 27-41.
- Munguía-Chocoteco, E., Arias-López, F., Vera Cortés, G., Van der Wal, H., Pampillon-González, L., Alvarado-Rodríguez, M. X., González-Canché, N. G., Córdova-Montiel, R., Oporto-Peregrino, S., y Ayala-Montejo, D. (2025). Pobreza y democratización energética en Tabasco. En S. Rátiva-Gaona, A. Silva Norman y A. Straffon (Coords.), *Energía y cambio climático: retos y horizontes de la agenda de investigación en México*. SECIHTI (Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación).
- Oporto-Peregrino, S., Hidalgo-Mihart, M. G., Collado-Torres, R. A., Castro-Luna, A. A., Gama-Campillo, L. M., y Arriaga-Weiss, S. L. (2020). Effects of land tenure and urbanization on the change of land use of cacao (*Theobroma cacao*) agroforestry systems in southeast Mexico. *Agroforestry Systems* 94, 881-891. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00453-w>
- Ordoñez-Frías, J. E., Azamar-Barrios, J. A., Mata-Zayas, E., Silván-Hernández, O., y Pampillón-González, L. (2020). Bioenergy potential and technical feasibility assessment of residues from oil palm processing: A case study of Jalapa, Tabasco, Mexico. *Biomass and Bioenergy* 142. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105668>
- Pinkus-Rendón, M. J., y Contreras-Sánchez, A. (2012). Impacto socioambiental de la industria petrolera en Tabasco: el caso de la Chontalpa. *LiminaR* 10(2), 122-144.
- Rabelo Avalos, Á. V., Ramos Muñoz, D. E., Díaz Perera, M. Á., y Mesa Jurado, M. A. (2021). El petróleo en Tabasco: propuesta para una periodización. *Revista Mexicana de Sociología* 83(1), 129-155.
- Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford University Press.
- SENER (Secretaría de Energía). (2023). *Balance nacional de energía 2022*. <https://base.energia.gob.mx/BNE/BalanceNacionalDeEnerg%C3%ADa2022.pdf>
- Skytruth. (2024). *SkyTruth*. Consultado el 20 de septiembre de 2024. <https://skytruth.org>
- Tauro, R., Serrano-Medrano, M., y Masera, O. (2018). Solid biofuels in Mexico: a sustainable alternative to satisfy the increasing demand for heat and power. *Clean Technologies and Environmental Policy* 20, 1527-1539. <https://doi.org/10.1007/s10098-018-1529-z>
- Tauro, R., Martínez Bravo, R., Cohen Salgado, D., Ruiz, V., y Masera, O. (2023). Energía de la biomasa. En L. Ferrari, O. Masera y A. Straffon (Coord.), *Transición energética justa y sustentable. Contexto y estrategias para México* (pp. 377-420). CONAHCYT, FCE.
- Torres-Wong, M. (2021). Resource Nationalism and the Violation of Indigenous

- Rights in Mexico's Oil Industry: The Case of a Chontal Community in Tabasco. *Journal of White Collar and Corporate Crime* 4(1), 56-67. <https://doi.org/10.1177/2631309X211051992>
- Van der Wal, H. (2017). El trópico tabasqueño: entre la exuberancia y la post-deforestación. *Diálogos del Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Tabasco* 52, 10-13.
- Van der Wal, H., Orozco Moreno, J. M., Pampillón González, L., Vera Cortés, G., Yanes Pérez, M., González Canché, N. G., Oporto Peregrino, S., Martínez Zurimendi, P., Munguía Chocoteco, E., Arias López, F., y Alvarado Rodríguez, M. X. (2024). Ensamblaje metodológico transdisciplinario para abordar la pobreza y democratización energéticas en Tabasco, México. En L. Hensler *et al.*, *Investigación colaborativas desde la diversidad. Entretejiendo experiencias y reflexiones en la frontera sur de México* (pp. 78-102). El Colegio de la Frontera Sur, Coplt-arXives.
- Vázquez Jiménez, A. (2023). *Especies arbóreas usadas como leña en usos de suelo de potrero, acahual – potrero y zona periurbana en comunidades de Nacajuca y Jalpa de Méndez, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Politécnica del Golfo de México.
- Velázquez-Guzmán, M. G. (1982). Afectaciones petroleras en Tabasco: El movimiento del Pacto Ribereño. *Revista Mexicana de Sociología* 44(1), 167-187.
- Vera Cortés, G., Van der Wal, H., y Chacón Castellanos, A. (2023). La memoria social campesina frente a los procesos de territorialización en Comalcalco, Tabasco. *EntreDiversidades* 20, 1-23. <https://doi.org/10.31644/ED.IEI.V20.2023.A04>

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Producción de energía primaria en México, 2022 .....	13
<b>Figura 2.</b> La explotación petrolera se ha concentrado en Tabasco, así como también la contaminación y emisiones asociadas .....	18
<b>Figura 3.</b> Quema de gases de antorcha en pozos petroleros de enero a 15 de septiembre de 2024 .....	18
<b>Figura 4.</b> Gastos mensuales en energía de diferentes tipos para emprendimientos familiares en Cunduacán y Comalcalco .....	20
<b>Figura 5.</b> Latón con orificios de oxigenación y aserrín compactado. Ejemplar elaborado por participantes en el diplomado “Democratización energética”, realizado en 2024 en Comalcalco y Comalcalco .....	23
<b>Figura 6.</b> Biomasa residual de talleres de carpintería y tejido de fibras vegetales en la Chontalpa, Tabasco .....	25
<b>Figura 7.</b> Quema de biomasa residual de carpinterías .....	25
<b>Figura 8.</b> Pélets de biomasa elaborados con residuos de carpintería (diámetro y longitud) .....	29
<b>Figura 9.</b> Partes que conforman una peletizadora .....	30
<b>Figura 10.</b> Pasos en la elaboración de pélets a partir de residuos de carpintería .....	31
<b>Figura 11.</b> Reducción del tamaño de las partículas por medio de un molino eléctrico .....	32
<b>Figura 12.</b> Adición de agua al aserrín .....	33
<b>Figura 13.</b> Medición del porcentaje de humedad de los residuos posterior a su acondicionamiento .....	34
<b>Figura 14.</b> Conexión a la red eléctrica acorde con especificaciones del equipo .....	35
<b>Figura 15.</b> Orificio para lubricación de la peletizadora .....	36

<b>Figura 16.</b> Medición de la temperatura .....	37
<b>Figura 17.</b> Limpieza de la matriz .....	38
<b>Figura 18.</b> Depurado de pélets con coladera .....	39
<b>Figura 19.</b> Pélets de diferentes fuentes de biomasa .....	40
<b>Figura 20.</b> Modelo del proceso de democratización energética .....	43

# ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Fuentes de biomasa con destino energético .....	14
<b>Tabla 2.</b> Algunas variables relacionadas con la pobreza energética en hogares en los municipios de Cunduacán, Comalcalco, Jalpa de Méndez y Nacajuca, Tabasco .....	20
<b>Tabla 3.</b> Motivación organizativa, problemáticas energéticas y respuestas de carpinteros y artesanos .....	26

# INVESTIGADORES Y ESTUDIANTES

Liliana Pampillón González  
Gaspar López Ocaña  
Javier Ek Pérez  
Sinahí Hernández Zaragoza  
Ana Cristina Hernández Dias  
Diana Isabel Burgos Olán  
Erick Vidal Mandujano  
Daniel López Mazariego (UJAT)  
Hans van der Wal  
Nancy González Canché  
Maritza Xitlaly Alvarado Rodríguez (ECOSUR)  
Samuel Oporto Peregrino (ECOSUR)  
Eduardo Munguía Chocoteco  
Fidel Arias López  
(Alternativas de Vida Solidaria para el Desarrollo y la Paz A. C.)  
Fernando José Segura Joques  
Roberto García Gallegos  
Abraham Jiménez Vázquez (UPGM)

*Democratizar la energía: peletizar biomasa residual  
de carpinterías y talleres de artesanías* se terminó  
de producir en mayo de 2025 en la Ciudad de México.  
Corrección de estilo, formación de interiores  
y diseño de portada: Braun Ediciones.

Es imprescindible democratizar la energía para superar la pobreza energética que afecta a gran parte de la población mexicana y global, y avanzar hacia una sociedad caracterizada por la justicia energética. La justicia energética implica que las personas y las comunidades dispongan de suficiente energía de calidad para vivir dignamente y, al mismo tiempo, para que contribuyan a la sostenibilidad del sistema energético. Para lograrlo, es necesario aprovechar de manera racional los recursos de biomasa residual, los cuales pueden satisfacer parte de las necesidades energéticas locales y regionales. Contribuir a este objetivo es la motivación de este manual. El texto destaca la urgencia de implementar alternativas energéticas desde lo local y ofrece información técnica básica sobre cómo transformar la biomasa residual en energía en forma de comprimidos o pélets. Se detallan los pasos necesarios para lograr una peletización técnicamente adecuada de los residuos generados en talleres de carpintería y en la producción artesanal en Chontalpa, Tabasco. Esta obra está dirigida a todas las personas interesadas en conocer formas alternativas de generar energía e invita a asumir un papel activo en la creación de soluciones energéticas que faciliten la transición hacia un sistema energético justo y sostenible.



**Ciencia y Tecnología**

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación



UNIVERSIDAD  
JUÁREZ  
AUTÓNOMA  
DE TABASCO



**HORIZONTES  
CREATIVOS**

Alternativas de Vida Solidaria  
para el Desarrollo y la Paz A.C.