

**Proyecto de Investigación, desarrollo tecnológico, emprendimiento  
e incidencia social en  
Comunidades Piloncilleras Tének de la Huasteca Potosina, Tanlaajás, S.L.P.**

**TRAPICHE COMO MODELO DE UNA MICROBIORREFINERÍA  
(TMM)**



**Dr. Marco A. Sánchez Castillo**  
**MC. L. Fabiola Palomo González**

**Dr. Sergio A. Gómez Torres**  
**Dr. José A. de los Reyes Heredia**

**Universidad Autónoma de San Luis Potosí**

**Universidad Autónoma Metropolitana**

**Enero de 2025**

## **PRESENTACIÓN**

En la actualidad, las comunidades piloncilleras Tének enfrentan múltiples retos tecnológicos y económicos para asegurar que la venta del piloncillo artesanal les permita obtener los ingresos necesarios para brindar a sus familias una buena calidad de vida. Para atender esta situación, es indispensable que los productores y sus familias conozcan e implementen algunas variantes que permitan hacer más sostenibles cada una de las etapas de la cadena de valor del proceso de fabricación del piloncillo. Adicionalmente, deben diversificar su cartera de productos artesanales, promoviendo la producción de otros productos que demande el mercado, que tengan mayor valor agregado y que puedan comercializar en periodos de la temporada baja de producción de caña y piloncillo.

En este escenario, un equipo de profesores de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y la Universidad Autónoma Metropolitana propusieron el proyecto de investigación e incidencia auspiciado y apoyado económicamente por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (PRONACES 321073), con el objetivo de “Identificar, validar, gestionar e implementar tecnología que haga uso integral y eficiente de los recursos naturales y de los residuos orgánicos de pequeñas unidades agrícolas y agroindustriales rurales, para desarrollar sistemas híbridos y sostenibles que provean de energía renovable a las unidades económicas y a sus comunidades y que generen productos alternativos con valor agregado, para empoderar a las comunidades a través de emprendimiento social, como modelo para mitigar la pobreza energética y para generar bienestar social y económico en zonas de alta marginación socio-económica”. De forma particular, en cumplimiento de los aspectos tecnológicos de este objetivo, se propuso el desarrollo de paquetes tecnológicos como alternativa para la optimización de los procesos productivos actuales y para la extensión de la cartera de productos de las micro y pequeñas unidades productivas de las comunidades piloncilleras Tének conocidas como trapiches. Así, se desarrollaron tres paquetes tecnológicos (PT) comprometidos:

- ***Producción Sostenible de Piloncillo Artesanal,***
- ***Fabricación familiar de estufas ecológicas,***
- ***Producción sostenible de biochar para aplicaciones agrícolas.***

Así mismo, al término de la etapa 3 del proyecto se cuenta también con el PT para la:

- ***Producción Sostenible de Ron artesanal.***

De acuerdo con la propuesta inicial del proyecto, estos PT permitían conocer los conceptos, tecnologías, servicios, estrategias y acciones de gestión necesarias para proponer la

creación de un **CENTRO DE INNOVACIÓN PARA LA VALORIZACIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS Y ENERGÍAS RENOVABLES (CIVASORER)**, en el cual los recursos naturales y los residuos de las unidades productivas y las viviendas se usan de forma integral para generar energías verdes y productos de alto valor agregado en el contexto de una biorrefinería cero residuos.

Al final de la etapa 3, los resultados de las acciones de investigación, desarrollo tecnológico, emprendimiento y gestión social desarrollados en el proyecto, así como la gestión de un recurso concurrente aportado por la Universidad Autónoma Metropolitana, permitió que el entregable principal del proyecto, fuera la creación del CIVASORER alcanzara a cobrar forma a través de tres productos no comprometidos ni presupuestados inicialmente en el proyecto:

- ***Un trapiche modelo de una microbiorrefinería (TMM)***
- ***Una unidad de procesamiento de productos de piloncillo (UP3)***
- ***Un Centro para la Innovación para la Valorización Sostenible de Residuos y Energías Alternativas (CIVASORER).***

La propuesta de crear estos tres espacios en diferentes comunidades del municipio de Tanlajás, S.L.P., están alineadas a las actividades y objetivos iniciales del proyecto PRONACES 321073, y se propusieron e implementaron tomando en cuenta valiosos elementos derivados del propio proyecto, entre ellos: el diagnóstico comunitario, la transferencia de saberes entre los miembros de la comunidad y el equipo académico de trabajo, los paquetes tecnológicos desarrollados, los aprendizajes compartidos y las ecotecnologías propuestas por otros Pronais. Los tres espacios incorporan elementos tecnológicos, energéticos, ambientales, económicos y sociales que contribuyen al desarrollo sostenible. Entre las principales razones que identifican estos tres espacios se identifican las siguientes.

#### ***Impulso a la Energía Renovable y Desarrollo Sostenible:***

Son espacios que actúan como centro de demostración de tecnologías sostenibles para usar recursos naturales en la generación y uso de energía limpia y de optimizar la productividad y la calidad de los productos artesanales de sus unidades productivas, para contribuir a mejorar el acceso a energía, así como a tener mejores condiciones de trabajo y de vida en las unidades productivas y las viviendas, respectivamente.

#### ***Fomento a la Economía Circular y Valorización de Residuos:***

Los espacios fomentan el interés y desarrollan la habilitación para promover la economía circular, transformando los residuos agrícolas y agroindustriales en recursos útiles para la comunidad. Esta estrategia de valorización de residuos, que contribuye a reducir la

contaminación y los riesgos en unidades productivas y viviendas, también puede generar productos alternativos con valor agregado, que les facilitarán transitar a mecanismos de economía solidaria más justos y favorables para sus intereses.

### ***Empoderamiento de Productores y Comunidades:***

A través del diálogo o intercambio de saberes, de la capacitación tecnológica en campo, de la incorporación de prácticas tecnológicas innovadoras y de la socialización de los temas de desarrollo sostenible, en los tres espacios se apoya el empoderamiento de productores, los jóvenes y las mujeres de las comunidades, enseñándoles a gestionar los residuos naturales de manera eficiente, a implementar soluciones tecnológicas adaptadas a sus necesidades y a mejorar sus competencias para el emprendimiento social. Esto ayuda a reducir la pobreza energética, aumenta la confianza y la capacidad de los productores para generar mejores ingresos.

### ***Impulso a la autonomía y sostenibilidad a Largo Plazo:***

Los centros pueden operar como espacios de promoción y capacitación en un modelo de operación sostenible y autofinanciable. Al integrar iniciativas de emprendimiento local, los centros permitirán que los productores operen de forma independiente, sin intermediarios. El concepto de una microbiorrefinería induce que los productores puedan generar ingresos con diferentes productos en diferentes épocas del año, sin depender exclusivamente de financiamientos externos. Por otra parte, la promoción de organizaciones como Cooperativas y Sociedades de Productores Rurales permite la consolidación de modelos de negocio autosuficientes, que favorecen el crecimiento económico a nivel comunitario.

### **Fortalecimiento del Trabajo Colaborativo/Comunitario y Colaboración Interinstitucional:**

El modelo de capacitación en los tres ejes de acción del proyecto PRONACES 321073 promueve enfoques transdisciplinarios e interinstitucionales, integrando organizaciones y colaboradores con diferentes perfiles profesionales y niveles de experiencia. Esto fortalece el trabajo conjunto y fomenta la creación de alianzas estratégicas entre los productores y los académicos, para resolver problemas comunes y crear soluciones innovadoras de manera colaborativa.

### ***Desarrollo de Capacidades y Formación de Recursos Humanos:***

Los procesos de capacitación y validación de las habilidades de los productores locales en aspectos tecnológicos, de emprendimiento y de gestión, son elementos indispensables para

del desarrollo futuro de los centros. La participación de productores como capacitadores locales los empodera y tiene un efecto multiplicador de los resultados y posibles impactos del proyecto.

### ***Impacto Socioeconómico Local:***

Los tres centros tienen un impacto directo en la economía local, al diversificar sus productos y establecer un canal de comercialización directo. Los productores aspiran a mejores ingresos económicos, que es la premisa para ofrecer a sus familias una mejor opción de desarrollo social.

### ***Modelos de Innovación Rural***

En apoyo a otro de los objetivos del proyecto inicial, los tres centros contribuyen a la creación y validación de un modelo de innovación rural en zonas marginadas que pueda ser replicable, extendiendo potencialmente el impacto del proyecto a otros sistemas productivos de la región y del país. Además, como centro de demostración, también se espera que funcione como un punto focal para compartir conocimientos, generar investigaciones aplicadas y establecer nuevas tecnologías adaptadas a las condiciones rurales.

En el caso del TMM, el espacio acondicionado y puesto en marcha permite la identificación, la difusión y la atención de los retos y oportunidades de la comunidad, la capacitación y certificación de competencias técnicas y emprendimiento, el desarrollo de nuevos procesos y productos agroindustriales, la demostración de los beneficios de la energía de fuentes naturales en sistemas productivos y viviendas, la valorización de residuos, así como el desarrollo de la autoestima y la capacidad de gestión de los productores y los miembros de la comunidad.

Este documento presenta de forma sintética, con un lenguaje accesible a micro y pequeños productores, el origen de la propuesta, los elementos distintivos y la reseña de la adecuación y puesta en marcha del TMM. Agradecemos los comentarios y preguntas que los lectores nos dirijan, para integrarlos al proceso de mejora continua del centro. Sobre todo, valoraremos las estrategias que permitan apoyar la operación del centro sin cotas económicas, para beneficio de las comunidades piloncilleras Tenek de Tanlajás, S.L.P.,

***Dr. Marco A. Sánchez Castillo***

Responsable Técnico del  
Proyecto PRONACES 321073

## ***DATOS DE CONTACTO***

Esperamos que el documento sea de interés y utilidad para todos los lectores.

Agradeceremos que tengan la confianza de dirigirse con nosotros en caso de cualquier pregunta, duda o comentario.

Además, pueden contactarnos en caso de necesitar alguna asesoría, apoyo o análisis para la implementación del paquete tecnológico en una unidad productiva rural.

Podemos brindar asistencia en aspectos tecnológicos, ambientales energéticos, económicos y/o sociales.

Atentamente.

***Universidad Autónoma de San Luis Potosí***  
***San Luis Potosí, S.L.P.***

***Universidad Autónoma Metropolitana***  
***Ciudad de México***

***Dr. Marco A. Sánchez Castillo***  
***masanchez@uaslp.mx***  
***WhatsApp: 444-191-9952***

***Dr. Sergio A. Gómez Torres***  
***sgomez@xanum.uam.mx***

***MC. L. Fabiola Palomo González***  
***fabiola.palomo@uaslp.mx***

## ***PAQUETES TECNOLÓGICOS***

En el contexto de promover el desarrollo sostenible de las comunidades piloncilleras Tének de la Huasteca Potosina, el equipo de trabajo ha propuesto los siguientes ***Paquetes Tecnológicos*** que pueden ser implementados en distintivos sistemas productivos rurales.

- ***PRODUCCION SOSTENIBLE DE PILONCILLO GRANULADO ARTESANAL***
- ***FABRICACION FAMILIAR DE ESTUFAS ECOLOGICAS DE LEÑA***
- ***PRODUCCION SOSTENIBLE DE BIOCHAR CON APLICACIONES AGRICOLAS.***
- ***PRODUCCION SOSTENIBLE DE RON ARTESANAL.***
- ***PRODUCCION DE DULCES DE PILONCILLO CON SEMILLAS.***

La implementación y/o integración de estos paquetes ha permitido establecer los siguientes espacios para la difusión, demostración y capacitación de los paquetes tecnológicos en el municipio de Tanlajás, S.L.P.

- ***UNIDAD DE PROCESAMIENTOS DE PRODUCTOS DE PILONCILLO (UP3).***
- ***TRAPICHE COMO MODELO DE UNA MICROBIORREFINERIA***
- ***CENTRO DE INNOVACIÓN PARA LA VALORIZACIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS Y ENERGÍAS RENOVABLES (CIVASORER)***

Con gusto estamos atentos a compartir con los interesados la información sobre estos paquetes tecnológicos y de los espacios de demostración y capacitación.

## ***PUBLICACIONES***

En el contexto de promover el desarrollo sostenible de las comunidades piloncilleras Tének de la Huasteca Potosina, el equipo de trabajo ha publicado las siguientes obras que son de utilidad en las acciones de gestión de distintos sistemas productivos rurales.

- ***CARACTERIZACIÓN INTEGRAL DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS DEL SISTEMA CAÑA DE AZÚCAR – PILONCILLO.***
- ***ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS ARTESANALES PARA PROMOVER ESTRATEGIAS DE ECONOMÍA SOLIDARIA: DULCES DE PILONCILLO.***
- ***MODELO DE CAPACITACION EN EMPRENDIMIENTO SOCIAL PARA JÓVENES, MUJERES Y PRODUCTORES DE ZONAS RURALES.***
- ***GESTIÓN PARA EL ESTABLECIMIENTO DE SOCIEDADES DE PRODUCCIÓN RURAL.***
- ***GESTIÓN DE PROTECCIÓN DE MARCA DE PRODUCTOS ARTESANALES EN COMUNIDADES RURALES.***

Con gusto estamos atentos a compartir con los interesados las versiones electrónicas de estas publicaciones

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo económico del **Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnologías** para el desarrollo del **Pronaii 321073** “*Desarrollo social y económico de pequeñas unidades agroindustriales con base en la socialización, gestión, generación y/o uso eficiente de energía sustentable*”.

Se agradece a la **Universidad Autónoma Metropolitana** el recurso económico concurrente otorgado para el desarrollo del Pronaii 321073 y por las facilidades otorgadas para la participación de Profesores y Estudiantes en el proyecto.

Se agradece a la **Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**, en particular a la Facultad de Ingeniería Química, por las facilidades otorgadas para la participación de Profesores y Estudiantes en el Pronaii 321073

Se agradece a la **Universidad Autónoma de San Luis Potosí**, en particular a la **Facultad de Ciencias Químicas** y a la **Facultad de Ingeniería**, por las facilidades otorgadas para la participación de Profesores y Estudiantes en el Pronaii 321073.

Se agradece a **MC Miriam Ricaño Pérez** por su colaboración en la elaboración del documento y de **la MC Clara María Martínez Jasso** su colaboración en la elaboración de imágenes.

De forma especial, se agradece el interés y la dedicación de los **MIEMBROS DE LAS COMUNIDADES TÉNEK** en los Municipios de Tanlajás, Tancanhuitz y San Antonio, S.L.P.

Su confianza, su forma natural y directa de compartir sus sueños y visiones, su creatividad e ingenio, su atención con el grupo de trabajo, su vocación y decisión para intentar una y otra vez hasta conseguir una meta, y su amistad irrestricta, son una continua motivación para ser agentes de cambio en nuestras comunidades rurales.

## LISTA DE CONTENIDO

|                                                                                                      |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. ANTECEDENTES: SISTEMA PRODUCTIVO CAÑA DE AZÚCAR - PILONCILLO .....</b>                         | <b>12</b> |
| 1.1. INTRODUCCIÓN .....                                                                              | 12        |
| 1.2. CULTIVO DE LA CAÑA EN UN CAMPO .....                                                            | 12        |
| 1.3. CORTE Y RECOLECCIÓN DE LA CAÑA. ....                                                            | 12        |
| 1.4. MOLIENDA DE LA CAÑA EN UN TRAPICHE PARA EXTRAER EL JUGO DE LA CAÑA.....                         | 13        |
| 1.5. COLADO DEL JUGO PARA RETIRAR LAS PRIMERAS IMPUREZAS (LODOS) .....                               | 13        |
| 1.6. CARGAR LA MIEL EN LA PUNTERA. ....                                                              | 13        |
| 1.7. ENCENDER EL HORNO PARA MANTENER EN EBULLICIÓN EL JUGO .....                                     | 13        |
| 1.8. COCCIÓN DEL JUGO DE LA CAÑA.....                                                                | 14        |
| 1.9. PRODUCCIÓN DE MELAZA .....                                                                      | 14        |
| 1.10. ENFRIAMIENTO DE LA MIEL PARA LLEGAR A “SU PUNTO” DE MOLDEO .....                               | 15        |
| 1.11. PRODUCCIÓN DE PILÓN NEGRO.....                                                                 | 15        |
| 1.11.1. <i>Moldeado</i> .....                                                                        | 15        |
| 1.12. ENFRIAMIENTO Y DESCARGA DEL PILÓN DE LOS MOLDES. ....                                          | 15        |
| 1.13. PRODUCCIÓN DE PILÓN GRANULAR .....                                                             | 15        |
| 1.13.1. <i>Amasado</i> .....                                                                         | 15        |
| 1.13.2. <i>Cribado</i> .....                                                                         | 15        |
| 1.14. COMERCIALIZACIÓN DEL PILONCILLO.....                                                           | 15        |
| 1.15. TIPOS DE RESIDUOS GENERADOS EN LOS PROCESOS ARTESANALES .....                                  | 15        |
| 1.15.1. <i>Bagazo</i> .....                                                                          | 16        |
| 1.15.2. <i>Lodos suspendidos</i> .....                                                               | 16        |
| 1.15.3. <i>Cachazas</i> .....                                                                        | 16        |
| <b>2. SOSTENIBILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCION ARTESANAL DE PILONCILLO .....</b>                     | <b>18</b> |
| 2.1. INTRODUCCIÓN .....                                                                              | 18        |
| 2.2. ANÁLISIS PREVIOS DE SOSTENIBILIDAD EN EL SISTEMA PRODUCTIVO .....                               | 19        |
| 2.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD .....                                         | 20        |
| 2.4. PREMISAS PROPUESTAS PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD.....                                        | 22        |
| 2.4.1. <i>Disminución del consumo de recursos naturales</i> .....                                    | 22        |
| 2.4.2. <i>Cuidado del medio ambiente.</i> .....                                                      | 22        |
| 2.4.3. <i>Democratizar los beneficios de los recursos naturales</i> .....                            | 23        |
| 2.4.4. <i>Reestructurar los esquemas actuales de producción y uso de productos y servicios</i> ..... | 23        |
| 2.4.5. <i>Migrar hacia productos y servicios sostenibles por diseño</i> .....                        | 23        |
| 2.4.6. <i>Implementar esquemas de innovación y emprendimiento social</i> .....                       | 24        |
| 2.4.7. <i>Colofón</i> .....                                                                          | 24        |
| 2.5. FUENTES DE CONSULTA DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN UNIDADES PRODUCTIVAS RURALES .....      | 24        |
| 2.6. IDENTIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE INDICADORES PARA EL SISTEMA CAÑA DE AZÚCAR PILONCILLO. ....      | 25        |
| 2.7. DIAGNÓSTICO DE SOSTENIBILIDAD DE LOS TRAPICHES EN LA ZONA DE INCIDENCIA.....                    | 26        |
| <b>3. MICROBIORREFINERÍA RURAL.....</b>                                                              | <b>27</b> |
| 3.1. INTRODUCCIÓN .....                                                                              | 27        |
| 3.2. BIORREFINERÍA.....                                                                              | 28        |
| 3.3. MATERIAS PRIMAS .....                                                                           | 28        |

|            |                                                                          |           |
|------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.       | PROCESOS.....                                                            | 28        |
| 3.5.       | PRODUCTOS .....                                                          | 29        |
| 3.6.       | FACTORES CLAVE.....                                                      | 30        |
| 3.7.       | RELEVANCIA DEL DESARROLLO PROGRESIVO DE LA BIORREFINERÍA RURAL.....      | 30        |
| 3.8.       | OPORTUNIDADES.....                                                       | 31        |
| 3.9.       | RETOS .....                                                              | 32        |
| 3.10.      | ASPECTOS ECONÓMICOS .....                                                | 33        |
| 3.11.      | IMPACTOS ESPERADOS .....                                                 | 34        |
| 3.12.      | COLOFÓN .....                                                            | 35        |
| <b>4.</b>  | <b>OBJETIVOS .....</b>                                                   | <b>37</b> |
| 4.1.       | OBJETIVO GENERAL .....                                                   | 37        |
| 4.2.       | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                              | 37        |
|            | <i>Los objetivos específicos son los siguientes. ....</i>                | <i>37</i> |
| <b>5.</b>  | <b>DESCRIPCIÓN GENERAL.....</b>                                          | <b>38</b> |
| <b>6.</b>  | <b>CONSIDERACIONES FINANCIERAS .....</b>                                 | <b>43</b> |
| 6.1.       | VALOR AGREGADO DE LOS PRODUCTOS DE PILONCILLO.....                       | 43        |
| 6.2.       | VIABILIDAD TÉCNICA.....                                                  | 43        |
| 6.3.       | VIABILIDAD OPERATIVA. ....                                               | 44        |
| 6.4.       | INFRAESTRUCTURA.....                                                     | 44        |
| 6.5.       | ASISTENCIA TÉCNICA. ....                                                 | 45        |
| <b>7.</b>  | <b>PARTICIPANTES EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....</b>                  | <b>46</b> |
| 7.1.       | MIEMBROS DE LA COMUNIDAD DE EL BARRANCÓN.....                            | 46        |
| 7.2.       | AUTORIDADES COMUNITARIAS DE EL BARRANCÓN Y MUNICIPALES DE TANLAJÁS ..... | 46        |
| 7.3.       | EQUIPO DE TRABAJO DEL PROYECTO PRONACES 321073 .....                     | 46        |
| <b>8.</b>  | <b>ADECUACION DEL TRAPICHE PARA LA MICROBIORREFINERÍA .....</b>          | <b>48</b> |
| <b>9.</b>  | <b>MODELO DE NEGOCIO .....</b>                                           | <b>52</b> |
| <b>10.</b> | <b>ASPECTOS FINANCIEROS COMPLEMENTARIOS.....</b>                         | <b>55</b> |
| <b>11.</b> | <b>SEGUIMIENTO Y EVALUACION DEL TMM.....</b>                             | <b>58</b> |
| <b>12.</b> | <b>IDEAS CONCLUSIVAS .....</b>                                           | <b>61</b> |
| <b>13.</b> | <b>REFERENCIAS .....</b>                                                 | <b>63</b> |

## **1. ANTECEDENTES: SISTEMA PRODUCTIVO CAÑA DE AZÚCAR - PILONCILLO**

### **1.1. Introducción**

La caracterización del sistema de producción de pilón negro y de piloncillo granular se realizó a partir de la información que se recopiló en visitas de campo realizadas a diferentes comunidades en Tanlajás, S.L.P., siendo las más visitadas: Paitzán, El Jomte, San José Xilatzén, y El Barrancón. Notoriamente, el nivel de habilitación de cada unidad productiva, identificada también como trapiche es distinto y, por lo tanto, las características del proceso y del producto son también diferentes. Los propósitos de cada visita incluyeron:

- a) Conocer a detalle las diferentes etapas del proceso artesanal de la producción de piloncillo.
- b) Identificar los residuos generados en el proceso.
- c) Obtener información respecto a procesos de valorización de los mismos.
- d) Conocer las necesidades de los productores de la comunidad.

Estas etapas se describen en mayor detalle en las secciones siguientes, incluyendo rasgos muy específicos de los trapiches visitados. El énfasis en este reporte se da a las acciones de carácter tecnológico, ya que los detalles agrícolas se discuten en los dos reportes de la caña de azúcar. Las imágenes que ilustran gráficamente cada una de las etapas del proceso de producción de piloncillo se incluyen en un documento adjunto para facilitar el manejo operativo de este reporte.

### **1.2. Cultivo de la caña en un campo**

Los productores de Tanlajás siembran caña en terrenos de cultivo de diferente extensión. Se hace notar que muchos productores locales siembran caña en campos menores de 1 ha. Por otra parte, en la comunidad se tienen dos variedades de caña de azúcar, la conocida como “piojota” y la MEX-55. Por lo general, la mayoría de los productores identifica que el cultivo de la caña tiene dos temporadas de cosecha al año. En la temporada de diciembre -enero se identifica la temporada alta, que da lugar una mayor producción que por lo general redundará en bajos precios de los productos. Por otra parte, la temporada de Junio – Agosto se identifica como la temporada baja, con menor producción que, a su vez, repercute en un mejor precio para los productos.

### **1.3. Corte y recolección de la caña.**

Cada productor cosecha en diferentes periodos, aunque en general la mayoría de los productores solo identifica dos temporadas preferentes. El corte de la caña se hace muy temprano por la mañana o bien la noche previa al punto. El corte de la caña se hace prácticamente al ras y se prefiere hacerlo en condiciones secas. En esta etapa se generan residuos verdes que no son levantados y que eventualmente se descomponen en el campo, sirviendo como abono. Algunos productores indican que los usan como alimento para ganado.

#### **1.4. Molienda de la caña en un trapiche para extraer el jugo de la caña.**

A pesar de ser un proceso artesanal, a escala familiar, se tiene un trapiche para extraer el jugo de la caña de azúcar. Algunos productores de la comunidad han recibido apoyos (subsidios) para adquirir un trapiche, que cuesta alrededor de \$40,000 – \$60,000 pesos. Sin embargo, indicaron que los productores deben tener más de 2-3 ha de terreno de cultivo para cumplir las garantías y ser elegibles para el apoyo económico. Tanto de forma individual como grupal demandan que el gobierno otorgue más apoyos económicos para los pequeños productores (0.5 a 1 ha). Los trapiches mostrados trabajan con motor de gasolina y representan un apoyo importante para mejorar la productividad del proceso.

#### **1.5. Colado del jugo para retirar las primeras impurezas (lodos)**

Para retirar las partículas de mayor tamaño presentes en el jugo de caña de azúcar, es necesario realizar limpieza a través de un colador.

#### **1.6. Cargar la miel en la puntera.**

Para las unidades piloncilleras visitadas se requiere alrededor de 120 a 240 L de jugo, para obtener de 20 a 45 kg de piloncillo, que es la producción típica de un lote diario. La cantidad de caña necesaria para lograr el volumen de jugo requerido depende, entre otros factores, de la variedad de caña utilizada y del periodo del año en que se muele. El jugo se vierte en una puntera de 1.80 X 0.9 m construida en acero inoxidable o aluminio galvanizado.

#### **1.7. Encender el horno para mantener en ebullición el jugo**

Para este proceso se utiliza el bagazo generado en la extracción de la caña y leña seca. Después de la extracción el bagazo se somete a un proceso de secado para mejorar su eficiencia de combustión. El bagazo se agrupa en atos que son alimentados al horno durante todo el proceso. El diseño artesanal del horno se ha ajustado para tener el tiro que, favorece la continua

combustión del bagazo o la leña, que deben ser apropiadamente esparcidos en el fogón. La ventaja de quemar bagazo es el aprovechamiento de residuos y la disminución del uso de leña.

### **1.8. Cocción del jugo de la caña**

Este proceso ocurre durante 3 o 4 h, en la que se identifican las etapas de evaporación y cristalización, hasta alcanzar el punto que se establece con base a la experiencia.

En las condiciones artesanales, el proceso de evaporación puede durar 3 h, hasta que se elimina gran parte del contenido de agua en el jugo. En este proceso los residuos en el sobrenadante de la puntera, conocidos como lodos, son colectados y desechados en el campo porque no representan una cantidad significativa ni tiene impactos negativos en el medio ambiente. A la fecha, los productores no identifican ninguna alternativa de valorización de estos residuos.

En una etapa subsiguiente que ocurre en la misma puntera, ocurre la caramelización, es decir la oxidación de azúcares. En esta etapa se obtiene, eventualmente, un líquido espeso. El punto final del proceso se reconoce empíricamente, con base en la experiencia que se pasa de generación en generación. Algunas de las estrategias para identificar que el producto está “a punto” incluyen la introducción de la pala, la agitación del producto y la elevación de la pala para ver la formación de “hilos”, el probar la miel y hacerla bola en la boca si está suficientemente sólida, introducir una cuchara y observar la cristalinidad de la miel. De esta forma, el control de calidad para el producto es únicamente sensorial, ya sea por la textura o la consistencia y el color de la miel. En el proceso de evaporación se remueve continuamente la cachaza, que es considerada como residuo y para la cual los productores de la zona de incidencia no visualizan ninguna alternativa de valorización.

### **1.9. Producción de melaza**

La melaza se forma durante la evaporación del agua que contiene el jugo de caña y es un producto meloso semi-cristalizado. Su apariencia es como de miel de abeja y tiene un sabor dulce y agradable, de forma que se puede ingerir de forma directa. Los productores identifican este punto en el proceso porque en ocasiones se constituye en producto final, siendo adquirido por intermediarios que al integrar la producción de varios productores, usan la melaza para generar diversos productos de mayor valor agregado, con la desventaja que los beneficios económicos no son para la comunidad.

## **1.10. Enfriamiento de la miel para llegar a “su punto” de moldeo**

Al lograr el “punto”, la puntera es retirada del horno para que enfríe progresivamente, mientras está sujeta a una continua agitación para evitar que se solidifique en la puntera. El residuo en el fogón es la ceniza del bagazo y de la leña que no recibe ninguna valorización.

## **1.11. Producción de pilón negro**

### **1.11.1. Moldeado**

El moldeado se hace en forma manual en moldes de barro que dan la forma característica al pilón. Para facilitar esta operación, el molde se cuelga del techo de la choza de uno de sus extremos. Los moldes son de aproximadamente 1 kg y se mojan previo al llenado.

## **1.12. Enfriamiento y descarga del pilón de los moldes.**

Los moldes llenos se dejan enfriar. Después de aproximadamente 1 h, el pilón se saca del molde y se dejan oreando al aire libre. Al final de un lote del proceso se obtiene por lo general 45 Kg de producto.

## **1.13. Producción de pilón granular**

### **1.13.1. Amasado**

Para obtener el producto granulado o en polvo, se realiza un cribado con malla y raspado con paleta de madera o metal.

### **1.13.2. Cribado**

El cribado se realiza manualmente con una malla de metal y mediante raspados con una paleta de madera los gránulos son forzados a pasar a través de los orificios de la malla. Sin embargo, en algunos casos se tienen problemas de aglomerado dando origen a gránulos de gran tamaño y que en muchos son considerados como mermas para los productores.

## **1.14. Comercialización del piloncillo**

Por lo general, una camioneta pasa recogiendo el piloncillo, el cual se vende en la mejor temporada en alrededor de \$10.00 por kg para el pilón y alrededor de \$20.00 por kg para el piloncillo granular.

## **1.15. Tipos de residuos generados en los procesos artesanales**

El sistema caña-piloncillo se identifican los residuos mostrados en la figura 1. En la materia prima se identifican podas verdes, constituida por hojarasca y tallos, bagazo y el plástico que aparece en las tierras de cultivo. En la producción de piloncillo se identifica los lodos y la cachaza. Se ha estimado que el procesamiento de la cantidad de caña producida en 2018, se generó un estimado de 1,704,690 ton/año de bagazo. Esta cantidad puede ser significativa como materia prima para productos de interés comercial.

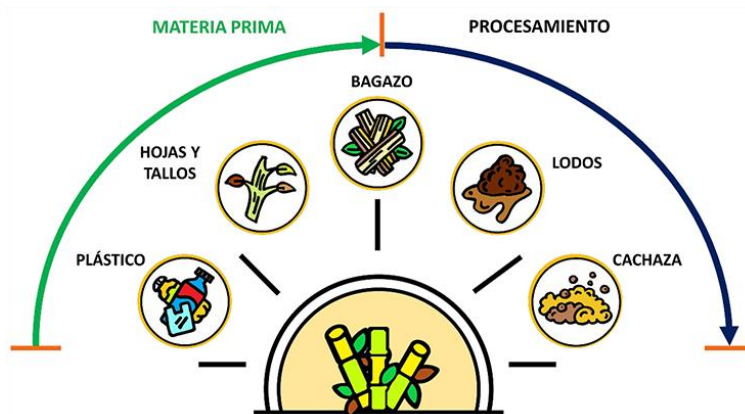


Figura 1. Residuos generados en el sistema caña-piloncillo.

### 1.15.1. Bagazo

Es el principal residuo que se obtiene de los trapiches tradicionales. Después de secarlo, los productores lo usan para generar la energía calorífica en las punteras o en las calderas usadas para los procesos de evaporación y cristalización. La propuesta inicial y la practicas de campo realizadas en la zona de incidencia documentan la diversidad de alternativas que pueden generar otros productos de valor agregado a partir del bagazo.

### 1.15.2. Lodos suspendidos

Obtenidos del proceso de eliminación de impurezas del jugo; puede incluir sedimentos sólidos, hojas o insectos (Osorio 2007). Las visitas a los trapiches de la zona de incidencia validan que es mínima la cantidad de lodos suspendidos y que no se usan de manera alternativa.

### 1.15.3. Cachazas

Impurezas flotantes generadas en el proceso de clarificación del jugo. En las visitas a los trapiches se documentó que la remoción de estos residuos determina en gran medida la calidad del producto. Sin embargo, no todos los productores lo remueven, dado que entonces “pierden

peso” en el producto final. Cuando es removido por lo general lo arrojan en campo. En los procesos de capacitación se ha hecho saber que hay algunas alternativas de aprovecharlo en otros procesos como, por ejemplo, en la preparación de alimentos para ganado.

## 2. SOSTENIBILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCION ARTESANAL DE PILONCILLO

### 2.1. Introducción

El enfoque de desarrollo tecnológico en la etapa 1 se centró en la “Producción artesanal de piloncillo con enfoque sostenible”. Este propósito implicó identificar, caracterizar y determinar si cada uno de los elementos de la cadena de producción cumple con una serie de criterios preestablecidos en las dimensiones tecnológicas, ambientales, energéticas y sociales, según corresponda, de tal manera que se puede determinar si cada etapa de la cadena y el proceso integral son o no sostenibles. En su momento, se emitieron una serie de recomendaciones para que las etapas y el proceso fueran, o al menos adquirieran una serie de elementos que contribuyan a la sostenibilidad.

El propósito del equipo de trabajo fue identificar el potencial y los retos implicados en las pequeñas unidades agroindustriales rurales, conocidas localmente como trapiches, para promover el desarrollo sostenible, con énfasis en la valorización de residuos para producir, de forma preferente energías alternativas que, al ser apropiadamente integradas a la unidad productiva y a los servicios doméstico de sus familias, se conviertan en un vector para lograr mejor calidad de vida y mejor ingresos en sus procesos productivos.

En relación a esta premisa, el diagnóstico realizado en la zona de incidencia y las actividades de campo en esta etapa 1, documentaron que los productores piden que el enfoque de valorizar residuos en energía no es de su principal interés y, en su lugar o al menos de forma complementaria, piden desarrollar productos mejorados o nuevos productos, que puedan comercializar de mejor forma sin la intervención de intermediarios, para tener mejores ingresos. Con base en lo anterior, el grupo de trabajo considera que la promoción de los principios, estrategias y herramientas propias del desarrollo de procesos y productos sostenibles entre los productores y que representa su principal fuente de ingreso, puede despertar el interés y facilitar el desarrollo de las habilidades necesarias, que puedan ser después extrapoladas a otros procesos y productos. En un contexto más global, el grupo de trabajo se propone coadyuvar al establecimiento de las bases para el desarrollo de **micro-biorrefinerías** rurales, como estrategia para promoción el bienestar de las comunidades y el desarrollo sostenible.

Con base a lo anterior, en las siguientes secciones se documentan las premisas, las actividades y los avances alcanzados a la fecha en términos de promover la sostenibilidad en dos grandes áreas:

- a) la identificación y validación de los criterios de sostenibilidad para los eslabones de la cadena de producción artesanal del piloncillo en la zona de incidencia.

- b) la integración de premisas y de posibles beneficios para las comunidades en la zona de incidencia de detonar en el futuro mediano pequeñas ***microbiorrefinerías rurales***.

## 2.2. Análisis previos de sostenibilidad en el sistema productivo

En la propuesta del proyecto se documentó el estudio de sustentabilidad realizado por Romero-Morales y col. (2011) en 318 Unidades de Producción Familiar (UPF) que se dedican a la elaboración de piloncillo negro y granulado, localizadas en 14 comunidades indígenas de los municipios Aquismón, Tanlajás, Tancanhuitz, Tampamolón y San Antonio. Para caracterizar el nivel de sostenibilidad de la UPF, los autores utilizaron la perspectiva metodológica del Marco para la Evaluación del Sistema de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) propuestos por Masera et al. (1999). En total, consideraron 29 indicadores estratégicos correspondientes a los atributos de *productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autogestión, en sus vertientes económica, social, ambiental y cultural*. Los principales resultados para esta región indicaron que:

- a) el proceso de piloncillo granulado es una alternativa sustentable con respecto a la producción de piloncillo negro.
- b) las innovaciones tecnológicas en la producción de piloncillo granular mejoraron un 75.8% en los 29 indicadores utilizados.
- c) en algunos indicadores propios del área ambiental no hubo cambios favorables.
- c) 31% de los indicadores fueron menores al valor de 50%, lo que se debe considerar como un nivel de cumplimiento marginal de los criterios de sustentabilidad.

Las áreas de oportunidad identificadas por los autores para promover la sostenibilidad de proceso se destacan:

- a) mejorar la productividad en el cultivo de caña,
- b) la renovación de los cañaverales,
- c) la gestión y remediación oportuna de las plagas y enfermedades,
- d) la disponibilidad y migración de mano de obra,
- e) la capacitación de la mano de obra,
- f) la disponibilidad de equipo,
- g) una adecuada articulación organizacional y logística.

Notoriamente, una situación que no fue explícitamente indicada en estos estudios, pero que es pertinente incluir en el análisis, es el tema de energía implicada en el proceso de producción de piloncillo, tanto de la fuente de energía, como la eficiencia en la generación del

calor requerido en los procesos. El grupo de trabajo reconoce la pertinencia de atender las necesidades energéticas de la unidad productiva, así como de las familias o sus comunidades, desde una perspectiva que haga uso de los recursos renovables. Este enfoque debe tener un impacto en la optimización de los procesos de producción de piloncillo y mejorar los indicadores de sostenibilidad del proceso integral.

## 2.3. Identificación de los criterios de sostenibilidad

A la fecha, múltiples reportes en la literatura indican diversos enfoques, criterios e indicadores para determinar la sostenibilidad de procesos agrícolas y/o agroindustriales. La Unión Europea ha liderado los temas de Análisis de ciclo de vida y Sostenibilidad como premisas indiscutibles para guiar y validar el desarrollo de biorrefinerías cero residuos, en los cuales se propone generar energías limpias, combustibles alternativos y una variedad de productos químicos verdes. La figura 2, propuesta por Esparza y Cordova (2018) ilustra las diferentes estrategias y normativas que se han desarrollado progresivamente para fijar criterios e indicadores de cumplimiento de sostenibilidad en el desarrollo de biocombustibles.



Figura 2. Estrategias y normativas propuestas para fijar criterios e indicadores de sostenibilidad.

En el contexto de los biocombustibles para aviación, la Mesa Redonda en Biomateriales Sostenibles (Roundtable on Sustainable Biomaterials, RSB), propuso a nivel internacional una serie principios, criterios e indicadores para validar el cumplimiento de sostenibilidad de procesos y productos comerciales a gran escala, asociados a la conversión de biomasa residual (RSB, 2011). El modelo propuesto por la RSB incluye los 12 principios indicados en la figura 2, en cada uno de los cuáles hay criterios e indicadores claramente especificados.

Otras iniciativas similares han elaborado propuestas sobre herramientas para evaluar los impactos de la producción y uso de diferentes formas de bioenergía sobre el desarrollo sostenible.

Por ejemplo, la Global Bioenergy Partnership (GBEP), una iniciativa auspiciada por la ONU y la FAO, propuso medir los efectos del producción y uso de bioenergía en tres dimensiones del desarrollo, utilizando 24 indicadores: 8 relacionados con la sostenibilidad ambiental, 8 con la sostenibilidad social y 8 a la sostenibilidad económica (Tabla 1).

Tabla 1. Indicadores de sostenibilidad propuestos por la GBP

| a) Indicadores ambientales                                   | b) Indicadores sociales                                                                                | c) Indicadores económicos                                                            |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Emisiones de GEI.                                         | 9. Asignación de derechos y tenencia de la tierra.                                                     | 17. Productividad.                                                                   |
| 2. Calidad del suelo.                                        | 10. Precio y provisión de una canasta nacional de alimentos.                                           | 18. Balance energético neto.                                                         |
| 3. Extracción de recursos madereros.                         | 11. Cambios en el ingreso                                                                              | 19. Valor agregado bruto.                                                            |
| 4. Emisiones de contaminantes del aire distintos de los GEI. | 12. Empleo.                                                                                            | 20. Cambio en el consumo de combustibles fósiles y en el uso tradicional de biomasa. |
| 5. Uso y eficiencia en el uso del agua.                      | 13. Cambio en el tiempo empleado en recolectar biomasa por parte de mujeres y niños.                   | 21. Capacitación y recalificación de la fuerza laboral.                              |
| 6. Calidad del agua.                                         | 14. Bioenergía utilizada para expandir el acceso a los servicios energéticos modernos.                 | 22. Diversidad energética.                                                           |
| 7. Diversidad biológica.                                     | 15. Cambio en la mortalidad e incidencia de enfermedades atribuibles al humo generado en interiores.   | 23. Infraestructura y logística para la distribución de biocombustibles.             |
| 8. Uso del suelo y cambios en el uso del suelo.              | 16. Incidencia de daños ocupacionales, enfermedades y fatalidades en la producción de biocombustibles. | 24. Capacidad y flexibilidad en el uso de bioenergía.                                |

La **sostenibilidad ambiental** implica lograr resultados sin amenazar los recursos naturales y sin comprometer a futuras generaciones, logrando un equilibrio entre la sociedad y el ambiente de manera armónica. Entre las premisas asociadas a esta línea, de relevancia par el proyecto, es que:

- La velocidad a la que consumimos recursos no renovables no debe superar el ritmo de sustitución de los recursos renovables duraderos,
- el ritmo de emisión de contaminantes no debe ser mayor que la capacidad del aire, del agua y del suelo de absorberlos y procesarlos.

Por otra parte, la **sostenibilidad económica** busca impulsar un crecimiento económico que genere riqueza equitativa, sin perjudicar los recursos naturales. Las acciones en este caso se deben enfocarse hacia:

- el desarrollo económico,

- b) la viabilidad económica,
- c) la disponibilidad de recursos,
- d) la eficiencia de producción, conversión y distribución de productos,
- e) acceso a la tecnología y capacidades tecnológicas.

La **sostenibilidad social** fomenta el desarrollo de las personas, comunidades y culturas para conseguir un nivel global de calidad de vida, sanidad y educación adecuado y equitativo.

Las acciones se enfocan en:

- a) el bienestar social,
- b) las condiciones de trabajo,
- c) la salud humana y la seguridad,
- d) las condiciones sociales, como discriminación, la integridad, los derechos humanos.

De forma relevante, los principios de la RSB y la GBP, entre muchas otras propuestas, han sido plataformas muy pertinentes para la definición de indicadores regionales de sostenibilidad de otro tipo de bioprocesos, que sean más adecuados al entorno, barreras y marcos legales y normativos de la región de incidencia.

## **2.4. Premisas propuestas para promover la sostenibilidad**

En el marco del proyecto PRONACES 321073, y con base a diferentes reportes y casos de éxito documentados en la literatura, el grupo de trabajo propone que el desarrollo de procesos, productos y servicios desde una perspectiva de sostenibilidad implica comprender y atender varias aristas igualmente relevantes que se indican a continuación.

### **2.4.1. Disminución del consumo de recursos naturales**

Es urgente la necesidad de acotar el uso desmedido de recursos naturales, para garantizar que las futuras generaciones puedan acceder a ellos de la misma forma y con los mismos o mejores beneficios que nuestra generación ha disfrutado. Diversos modelos socioeconómicos documentan que no es posible seguir con las mismas tendencias de consumo y de desarrollo económico, sin detrimento de la disponibilidad de los recursos naturales disponibles.

### **2.4.2. Cuidado del medio ambiente.**

Es imperativo mejorar la calidad del medio ambiente, disminuyendo drásticamente los impactos negativos que los usos de recursos fósiles y la generación de productos de desecho

por el consumo social han originado en el cambio climático y en, en consecuencia, en el ecosistema y en la salud de seres vivos.

#### **2.4.3. Democratizar los beneficios de los recursos naturales**

Las necesidades de la sociedad se deben satisfacer haciendo uso más racional y democrático de los recursos naturales disponibles; de forma relevante, el procesamiento de los recursos naturales debe repercutir en mejores condiciones de bienestar y calidad de vida para las personas de todos los niveles socioeconómicos, principalmente de aquellas comunidades en las cuales se generan los recursos disponibles.

#### **2.4.4. Reestructurar los esquemas actuales de producción y uso de productos y servicios**

En la práctica, un enfoque más conocido es sustituir progresivamente los recursos fósiles por recursos renovables que no contribuyan a incrementar la huella de carbono. Sin embargo, se reitera la relevancia de las acciones siguientes:

- a) Responsabilidad de la sociedad
- b) Regular y aplicar la normativa por parte de la autoridad
- c) Reducir el consumo de bienes y servicios: Esto permite reducir el uso de los recursos naturales, sean o no renovables.
- d) Reuso de bienes: Se debe fomentar el cuidado de los bienes, para mantenerlos en la cadena productiva tanto como sea posible.
- e) Reciclaje físico: Cuando los bienes pierdan parcialmente su funcionalidad, se debe promover entonces el reciclaje de los productos para reincorporar la menos una fracción de los mismos a la cadena de valor.
- f) Reciclaje químico: Cuando las características funcionales de un producto se pierdan totalmente, se debe entonces proceder al reciclaje químico, como estrategia para recuperar las materias primas para la misma cadena productiva, o bien, para otras.

#### **2.4.5. Migrar hacia productos y servicios sostenibles por diseño**

El diseño de nuevos procesos y productos debe ser con base al uso de recursos renovables, a través de procesos sostenibles y una estrategia que, después del análisis de su ciclo de vida, garantice que el producto tendrá beneficios probados y no contribuirá a la huella de carbono.

#### **2.4.6. Implementar esquemas de innovación y emprendimiento social**

Se deben replantear los esquemas de comercialización de los bienes y servicios para que los beneficios para todos los actores de la cadena de valor queden mejor distribuidos y contribuyan así de forma más equitativa al desarrollo y bienestar social y económico.

#### **2.4.7. Colofón**

El enfoque sugerido por el grupo de trabajo es más incluyente que el promovido por la actual estrategia de economía circular, que es propuesta como alternativa viable para mitigar el impacto ambiental y para mantener el desarrollo económico. Las premisas complementarias aquí planteadas promueven paralelamente la equidad social y el bienestar humano. La economía circular establece bases metodológicas apropiadas para valorizar los subproductos y/o residuos de las unidades económicas del sector agrícola y agroindustrial, para generar productos y servicios útiles para las propias unidades productivas y sus comunidades, con el potencial de extender la comercialización de estos productos y servicios en diferentes sectores productivos: agrícola, ganadero, ambiental, energético, químico, de alimentos y farmacéutico. Sin embargo, las estrategias de la economía circular se deben complementar con otras acciones que además de la protección del medio ambiente garanticen el bienestar social y económico, sobre todo de pequeñas unidades económicas y de las comunidades que generan las materias primas.

### **2.5. Fuentes de consulta de indicadores de sostenibilidad en unidades productivas rurales**

En primera instancia se buscaron indicadores de sostenibilidad y análisis de ciclo de vida para ingenios azucareros, considerando que esta información puede dar la pauta para identificar aspectos que sean críticos para pequeñas unidades productivas como las unidades piloncilleras. En cada caso se buscaron enfoques para que los indicadores fueran clasificados de acuerdo a las dimensiones ambientales, sociales y económicas. También se hizo énfasis en la búsqueda de elementos o indicadores en una categoría específicamente dirigida a la temática energética.

La mayoría de los instrumentos de evaluación de procesos y productos sostenibles se ha desarrollado en Europa, Estados Unidos y Japón, pero algunos de ellos se han utilizado para la caracterización de sistemas productivos asociados al procesamiento de caña de azúcar en zonas rurales de Latinoamérica, como el referido en el manual “Principios rectores de sostenibilidad para la Agroindustria Azucarera de Honduras”. Este manual incluye indicadores con sus respectivos rangos para determinar el adecuado cumplimiento de las acciones distintivas de las tres dimensiones de la sostenibilidad. Se reportó que la aplicación del instrumento identificó áreas

de mejora; al ser implementadas las acciones correctivas necesarias en los ingenios, el resultado fue un impacto favorable en acciones como mejoras con el uso de agua de riego, o logar que los niños y jóvenes de las comunidades cañeras tuvieran acceso a una mejor educación.

Con relación a referencias den el contexto nacional, se ha realizado estudios de análisis de ciclo de vida y de sostenibilidad dirigidos al aprovechamiento de la bioenergía, particular relevancia en el sentido que describen y justifican indicadores directamente asociados a la dimensión energética. Los ejemplos consultados tienen como fuentes primarias de información los marcos de sostenibilidad definidos por la Unión Europea a los cuales se les hicieron ajustes para los entornos característicos de nuestro país.

## **2.6. Identificación y validación de indicadores para el sistema caña de azúcar piloncillo.**

A continuación, se propuso preliminarmente una serie de indicadores de sostenibilidad para el proceso productivo caña de azúcar – piloncillo, aplicables a la zona de incidencia. La integración de los indicadores sugeridos en cuatro dimensiones: ambiental, social, económica y energética. La elección de los indicadores se realizó con base en la literatura especializada sobre el tema, con énfasis en las que reportan casos de éxitos para sistemas productivos rurales, las condiciones del entorno social, económico y cultural de la zona de incidencia, los resultados del diagnóstico del sistema productivo y las experiencias y resultados de las actividades realizadas durante las visitas de campo.

La información anterior se presentó y se discutió con los productores de las comunidades de Tanlajás. En primera instancia no hubo mucho interés de participar en el desarrollo del instrumento y fue solo hasta el final de la etapa que hubo más apertura y participación para opinar sobre la pertinencia y posible impacto de contar con este instrumento de validación de la sostenibilidad en sus procesos productivos. De hecho, como resultado de los análisis de la comunidad surgieron temas como el de producción de la caña de azúcar orgánica, que fue impulsado por el Instituto Nacional de Pueblos Indígenas y que fue adoptado por varios productores sin tener una clara de las implicaciones y beneficios de adoptar el compromiso por el desarrollo de productos orgánicos. A la fecha, se logró ya un consenso sobre los indicadores de sostenibilidad en las dimensiones ambiental, social y económica. En relación a la parte energética se está a la espera de los resultados del equipo de trabajo que realizan el análisis de la puntera y el horno de combustión, para perfilar mejor los temas energéticos, aunque es evidente que el tema energético se debe incluir desde el cultivo, corte y traslado de la caña, hasta las etapas de comercialización de los productos. En los reportes de la etapa 1 del proyecto

PRONACES 321073 al CONAHCYT se incluyeron los indicadores propuestos y validados en campo a la fecha.

## **2.7. Diagnóstico de sostenibilidad de los trapiches en la zona de incidencia.**

Las tablas con los criterios de sostenibilidad fueron la referencia para realizar un cuestionario propio, a partir del cual se pudiera determinar el cumplimiento de indicadores de sostenibilidad en los trapiches de la zona de incidencia. Este cuestionario se aplicó a trapiches con diferentes características en relación a: i) tipo de molino disponible en la unidad productiva, ii) procesos productivos para obtener pilón convencional o piloncillo granulado, iii) características en relación a la tenencia de la Tierra, iv) variedad de caña, estrategias de cultivo y cosecha, y v) diferentes formas de hacer el procesamiento del producto y la comercialización del mismo. El estudio se centró no solamente en los aspectos técnicos de la producción, sino también en aspectos que tienen que ver con el cuidado ambiental, la generación y el uso de energía, el aspecto económico de la venta del producto, de los beneficios que genera a la familia, los temas sociales que tienen que ver con las condiciones en las que el proceso se lleva a cabo, temas de higiene y seguridad y la participación de diferentes miembros de la familia en el proceso productivo, entre otros. Los resultados de estos análisis se incluyeron en los reportes de la etapa 2 del proyecto 321073 dirigidos al CONAHCYT y fueron la base para establecer los cambios y ajustes necesarios en los trapiches para promover la operación sostenible de estas unidades productivas. Así mismo esta información fue la base para identificar los elementos necesarios para la integración de los diferentes paquetes tecnológicos desarrollados en el proyecto y que constituyen las bases para el establecimiento de un modelo de microrrefinería refinera rural.

### 3. MICROBIORREFINERÍA RURAL

#### 3.1. Introducción

Uno de las metas finales del proyecto era hacer una propuesta para crear un “Centro de Innovación para la valorización sostenible de Residuos” (CIVASORE) que tomará forma a partir de las experiencias y resultados del proyecto, e integrará los aspectos asociados a la recolección y de residuos orgánicos, la conversión de los mismos en el esquema de una micro-biorrefinería rural. La estrategia inicial era integrar los paquetes tecnológicos (PT) desarrollados en el proyecto, acoplando a un centro de atención social que integra y da cauce a las necesidades de la comunidad y que establece también las bases para que, el marco de emprendimiento social, los beneficios preferentes sean para la comunidades (Figura 3).

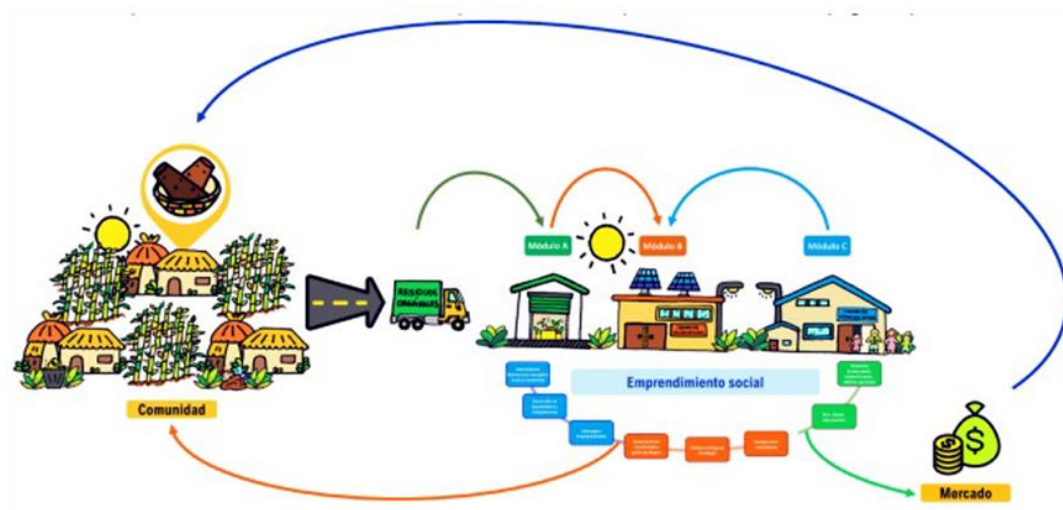


Figura 3. Esquema del concepto del “Centro de Innovación para la valorización sostenible de Residuos” (CIVASORE).

Los conceptos de “microbiorrefinería rural” y de “Centros de Innovación para la Valorización Sostenible de Residuos” se validaron inicialmente a partir de las realidades y los retos de las comunidades. Dado que las condiciones del entorno cambian, es necesario ajustar progresivamente las premisas, estrategias y herramientas que se propone utilizar en el diseño del CIVASORE. Este enfoque facilitará el desarrollo de un “traje a la medida” de cada comunidad, a la par que se consolidan los procesos de capacitación de los productores para generar y aprovechar las energías renovables y todos los valiosos productos colaterales, y que se nuclean las voluntades y los apoyos de los actores del sector gubernamental, productivo y social que deben catalizar este tipo de proyectos.

### 3.2. Biorrefinería

Operativamente, el enfoque de valorizar los residuos agrícolas y agroindustriales se puede ejecutar a través del diseño y la operación de una biorrefinería. En general, una biorrefinería es un concepto amplio cuyo objetivo central es la conversión de biomasa, así como de los intermediarios y/o subproductos derivados de la misma, a través de procesos integrales y sostenibles, para generar diversos tipos de productos que tienen aplicación en el sector social, productivo y de servicios. Claramente, este enfoque usa materias primas alternativas a las convencionales y al usar residuos como insumos contribuye a la preservación del medio ambiente; en su contexto más integral, favorece la producción de energías limpias, de combustibles verdes y de productos químicos alternativos. En el contexto de este proyecto, se propone que una biorrefinería es una opción viable para que las comunidades obtengan beneficios sociales y económicos a través del adecuado aprovechamiento y/o comercialización de los bioproductos generados.

### 3.3. Materias primas

En las biorrefinerías más recientes, la biomasa utilizada como materia prima es no comestible (o de segunda generación) y hay ya una tendencia irreversible para el uso de biomasa residual como materia prima preferente. Un ejemplo del primer caso son los cultivos energéticos, tales como *Jatropha Curcas* e higuera. En el segundo caso, ejemplos representativos son la biomasa lignocelulósica que se obtiene como residuo del sector forestal, agrícola, residuos de la ganadería, desechos agroindustriales e inclusive, residuos urbanos de carácter orgánico. Por otra parte, los productos derivados del tratamiento inicial de biomasa no comestible o residual, tales como lignina, azúcares, bioaceites o biogás, también son identificados como materias primas para biorrefinerías más específicas.

### 3.4. Procesos

Los nuevos enfoques para la conversión integral de biomasa energética y/o residual incluyen una combinación de procesos físicos, termoquímicos, químicos catalíticos y biológicos (con base en el uso de enzimas y microorganismos). Los procesos físicos incluyen las operaciones unitarias usadas para las etapas de limpieza, separación, densificación, molienda y extracción de la biomasa. En los procesos termoquímicos la biomasa residual se descompone químicamente en una compleja variedad de productos en un amplio rango de atmósferas y condiciones de tratamiento térmico. Los intermediarios del proceso anterior se pueden valorizar

hacia productos de interés comercial mediante una conversión química selectiva usando catalizadores sólidos con diferentes funciones ácidas, metálicas o híbridas, en función del tipo de reacciones implicadas. Finalmente, en los procesos bioquímicos, se usan enzimas, microorganismos y microorganismos genéticamente modificados, para dirigir selectivamente la conversión de la biomasa residual y/o de sus intermediarios.

Por otra parte, es ya una estrategia generalizada la adecuada intensificación de procesos, así como la integración de las redes de energía y de los servicios implicados en las diferentes etapas. Además, el diseño, validación, construcción, operación, optimización y escalamiento de una biorrefinería están sujetos a estudios técnico-económicos y de análisis de ciclo de vida, en diferentes etapas del desarrollo de la biorrefinería, para validar que se cumple el enfoque de sostenibilidad. Estas estrategias han favorecido que el diseño, operación y escalamiento de las biorrefinerías “cero residuos”, en las cuales se asegura el adecuado tratamiento y/o valorización de todas las corrientes residuales de proceso, cumpliendo de mejor forma el objetivo de sostenibilidad. En este escenario, la valorización de los residuos en productos de mayor valor agregado se ha convertido en el eje rector del desarrollo de las biorrefinerías, independientemente de su escala.

### 3.5. Productos

Es importante indicar que diversos estudios y proyectos realizados en nuestro país en la última década han documentan la pertinencia de generar diversos productos en una biorrefinería, como estrategia para hacerla más eficiente y económicamente viable. Típicamente, los productos de una biorrefinería incluyen:

- a) Energía: calorífica y eléctrica,
- b) Combustibles gaseosos (biogas, biometano), líquidos (bioetanol, biodiesel, bioturbosina) y sólidos (pellets energéticos),
- c) Productos químicos para el sector agrícola ( $\text{CO}_2$ , fertilizantes y aditivos), ganadero (alimentos balanceados), químicos (biolubricantes, biopinturas, biorecubrimientos, bioresinas, bioadhesivos, etc.), de alimentos (productos funcionales, aditivos, saborizantes, colorantes, etc.), de polímeros (biopolímeros, biocompositos, caucho, etc), de construcción (como bloques ecológicos), etc.

En la situación que prevalece en la zona de incidencia, las prioridades que colegiadamente se discutieron con los productores fueron las siguientes

- a) Diversificación de los productos derivados del piloncillo y establecimiento de canales alternativos de comercialización en el marco de emprendimiento social
- b) Uso de residuos agroindustriales, preferente del bagazo, para obtener productos convencionales como alimento para ganado, fertilizantes y bloques ecológicos
- c) Uso de residuos agroindustriales, preferente del bagazo, para obtener productos de mayor valor agregado: bioetanol y ron.
- d) Uso de residuos agroindustriales, preferente del bagazo, para obtener productos químicos usando en la industria química.
- e) Uso de residuos agroindustriales, preferente del bagazo, para obtener energía alterna.

### 3.6. Factores clave

Es muy importante reiterar que el concepto de biorrefinería es muy amplio y que se puede generar a diferentes escalas y niveles de desarrollo tecnológico. Nuevamente, una biorrefinería debe ser un “traje a la medida” a las condiciones del entorno en donde se proponga instalarla. Es decir, tipo y el tamaño de una biorrefinería queda determinado, entre otros factores por:

- a) El tipo y cantidad de materia prima disponible.
- b) La logística de recolección y acopio de esta.
- c) La tecnología o nivel de inversión disponible para la construcción y operación.
- d) Los servicios y el tipo de energía o fuentes de energía disponibles.
- e) Las características de los productos o servicios de interés local, que sean susceptibles de comercializarse.

Un reto relevante para el escalamiento a futuro de una biorrefinería es que no hay un estimado de la materia prima realmente disponible en cada municipio, ya que no hay información estadística de la materia prima, ni de los productos ni de los residuos generados localmente por esta agroindustria, como tampoco lo hay de la generación de los residuos domésticos.

### 3.7. Relevancia del desarrollo progresivo de la biorrefinería rural

En este contexto, es posible el diseño de una biorrefinería de capacidades modestas y con tecnología básica, como punto de partida para valorizar residuos orgánicos en productos de interés. En etapas subsiguientes, se pueden entonces incorporar los procesos y las tecnologías que permitan escalar o diversificar los productos, para conseguir el crecimiento, optimización y mayores beneficios de la biorrefinería en la comunidad donde esta instalad.

Este enfoque se ha validado en otros países, por ejemplo, en el caso de las biorrefinerías de biogás. En estas unidades, el concepto inicial tenía como objetivo la producción de calor y electricidad y ha evolucionado, progresivamente, para generar productos adicionales como biometano, composta, biofertilizantes, ácidos grasos volátiles (carboxilatos), PHA (bioplásticos) y otros bioproductos. Estos enfoques sucesivamente más integradores han mostrado, entre otras, las siguientes ventajas: mayor flexibilidad para que la biorrefinería se adapte a contextos específicos a lo largo del tiempo, diversificación de los productos y los beneficios de la biorrefinería, incremento de la rentabilidad de los procesos, independencia económica, mejores resultados medioambientales, creación de más y mejores empleos. Estos enfoques ilustran la pertinencia de integrar diferentes procesos no solo para asegurar la pertinencia tecnológica y económica del proyecto, sino también al desarrollo de procesos sostenibles bajo el enfoque de contar con unidades productivas “cero residuos”, representativas del enfoque de economía circular.

### 3.8. Oportunidades

México tiene un favorable potencial para el desarrollo de biorrefinerías y algunas zonas geográficas de San Luis Potosí exhiben este mismo potencial. Algunos de los factores que validan la oportunidad para el establecimiento de las biorrefinerías en San Luis Potosí, incluyen:

- a) Existe una amplia variedad y disponibilidad de residuos orgánicos que provienen del sector agrícola, ganadero y municipal de la zona Huastecas.
- b) El sector agroindustrial ya contribuye de forma significativa al producto interno bruto del estado y existen proyectos para incentivar la productividad y competitividad del sector, potenciado así la disponibilidad de una mayor cantidad de residuos orgánicos.
- c) La mayoría de los residuos agrícolas, ganaderos y agroindustriales se generan en zonas rurales del estado, muchas de ellas de elevada marginación social y económica, donde hay migración de la mano de obra por falta de oportunidades. El establecimiento de biorrefinerías en estas zonas contribuirá a la creación de mejores empleos y, sobre todo, de empleos estables que no estén supeditado a la estacionalidad de los cultivos.
- d) El desarrollo de nuevos esquemas de comercialización de los productos de una biorrefinería, basado en un modelo de emprendimiento social, empoderará a los productores a las micro-agroindustrias generadoras de los residuos y les permitirá mejorar sus ingresos económicos.

- e) La capacitación técnica, el desarrollo de habilidades, hábitos y actitudes de los miembros de la comunidad, en el marco del respeto a su cultura y tradiciones y con un enfoque de inclusión, repercutirá en desarrollo de perfiles personales más seguros, más independientes, con mayor iniciativa para mejorar como individuo y como su comunidad.

Finalmente, los proyectos realizados en el país en la última década en temas de conversión de biomasa para la producción de biocombustibles gaseosos, líquidos y sólidos, han desarrollado y/o consolidado las capacidades científicas y tecnológicas de organizaciones educativas y de investigación en el país. En particular, en San Luis Potosí existen los grupos de ciencia y tecnología para el desarrollo de procesos, productos y servicios sostenibles, requerido para valorizar los residuos orgánicos.

### 3.9. Retos

De forma general, el establecimiento de una micro-biorrefinerías que hagan uso de los residuos disponibles en comunidades rurales requiere la reestructuración de las cadenas de valor establecidas para los diferentes sistemas agrícolas y/o agroindustrias ya establecidas, así como establecer nuevas cadenas de valor con novedosos modelos de comercialización de los productos y servicios sostenibles generados en la micro-biorrefinería, de acuerdo a las características del entorno socioeconómico y con beneficio preferente para las comunidades.

En este contexto y para las características más distintivas de las comunidades ubicadas en San Luis Potosí, las materias primas para la micro-biorrefinerías incluyen, entre otras:

- a) los residuos de cultivo como las podas verdes, las hojas y los tallos, ensilados y similares,
- b) los residuos no comestibles de la agroindustria como el bagazo, las cáscaras, y las pulpas residuales;
- c) los productos agrícolas que no llegan al mercado por temas económicos;
- d) los residuos de la producción de alimentos y bebidas: como el vino, la cerveza, el queso, las grasas y los aceites;
- e) residuos orgánicos de animales como estiércoles y purines.

Las micro-biorrefinerías que procesen este tipo de residuos se podrán extender progresivamente para incluir como materias primas residuos generados en otras unidades económicas y/o comunidades, así como los residuos sólidos municipales, de los cuales se puede recuperar la fracción orgánica y los desechos plásticos como materia prima de la micro-biorrefinería. La validación del potencial de esta estrategia determinará la conveniencia de extender su enfoque a otros residuos como textiles y materiales de construcción.

Entre otros, los retos para el establecimiento de biorrefinerías incluyen los siguientes.

- a) Identificar y ajustar las tecnologías ya validadas para el establecer procesos que resuelvan las necesidades específicas, que sean posibles de implementar en las realidades imperantes en las comunidades y que cumplan con los indicadores de sostenibilidad.
- b) Instalar las biorrefinerías piloto requeridas para la validación del concepto y de los criterios de sostenibilidad, así como para los datos técnicos y económicos de su escalamiento.
- c) Garantizar una red de suministro suficiente y estable de biomasa residual a las biorrefinerías, diversificando las fuentes de materias prima y estableciendo la logística adecuada para la recolección y acopio de residuos.
- d) Garantizar la gestión sostenible de la energía y recursos periféricos requeridos para la operación de la biorrefinería.
- e) Disponibilidad de la inversión pública y privada necesaria para estudio técnico-económicos, obra civil, adquisición de infraestructura, instalación y operación de los procesos y de los servicios requeridos, así como para la comercialización de los productos.
- f) Disponibilidad de inversión requerida en ciencia y tecnología para desarrollar tecnologías inéditas que sean demandadas para biorrefinerías locales.
- g) Identificar la escala necesaria para validar económicamente el proyecto.
- h) Desarrollar las capacidades y competencias del personal de las comunidades.
- i) Promover y lograr la aceptación de las biorrefinerías en las organizaciones financieras públicas, privadas.
- j) Promover la demanda de bio-productos.
- k) Establecer la cadena de valor para asegurar la comercialización de los bioproductos generados en las micro-biorrefinerías locales.
- l) Gestionar los estímulos legales y fiscales para mejorar la competitividad de los productos de las biorrefinerías con respecto a los productos convencionales.

### **3.10. Aspectos económicos**

Se hace notar que es posible plantear un análisis económico rápido en la etapa de concepción de un proyecto sostenible a partir del cálculo del Potencial Económico (PE). Los cálculos iniciales son sencillos e involucran el potencial económico inicial (PEo) que indica si el proyecto es viable:

$$PE_o = Ventas - Costo de materias primas$$

Donde *Ventas* = (*Capacidad de Producción*) x (*Precio de Venta*) y *Costo de materias primas* = *Costo de materias primas fósiles convencionales* o bien para el caso de materias primas renovables, el costo de materias primas depende fuertemente del costo del transporte, entonces:

$$PE_1 = PE_o - Costo de transporte$$

$$PE_2 = PE_1 - Costo de capital$$

$$Costo de capital = (Capital de Inversión) / (Tiempo de recuperación de la inversión).$$

El tiempo de recuperación depende de distintos factores, pero usualmente se plantea en 3 años. Evaluación del desarrollo sostenible integral:

Por otra parte, un método reportado por Korevaar (2004) permite una evaluación rápida del desarrollo sostenible integral aplicable a nuevos procesos. Para esto, se cuantifica, por diferentes expertos, el puntaje cualitativo entre 1 y 5 de aspectos relativos a seguridad, salud ambiental, economía, mercadotecnia, el cumplimiento de leyes vigentes, necesidades del consumidor, aceptación social, toxicidad humana y accidentes personales y criterios económicos. Este método permite el análisis y la comparación sobre las bondades de un nuevo proyecto respecto a una referencia; un nuevo proyecto debería por lo menos ser igual en la mayoría de los aspectos a la referencia y tener mayor puntaje en algunos otros aspectos. La subjetividad de la evaluación se reduce al involucrar evaluadores de diferentes disciplinas. De forma importante, no hay a la fecha elementos de referencia para un trapiche piloncillero habilitado como una micro-biorrefinería rural.

### 3.11. Impactos esperados

Con base a lo anterior, los impactos esperados de una micro-biorrefinería sostenible, independientemente de su escala, son los siguientes:

a) Energéticos

Se dispone de biomasa residual que se puede usar para la generación y/o cogeneración de energía eléctrica y/o calorífica, que se puede usar en el mismo proceso y que se debe extender a las comunidades aledañas.

b) Medioambientales:

Ayuda a resolver el reto que representa el apropiado manejo de los residuos agrícolas y agroindustriales, reduciendo los impactos negativos en el medio ambiente y los impactos en salud

subsecuentes. Además, representa una alternativa para generar energía limpia ya que se acota la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmosfera.

c) Económicos:

Los residuos tienen escaso valor comercial, pero se pueden transformar en productos de interés comercial para las industrias química, forestal, farmacéutica, alimentos, etc. La integración de los beneficios obtenidos de la producción paralela de energía y de otros productos químicos es lo que realmente hace rentable el proceso de conversión de residuos. Además, la documentación de estrategias adecuadas de la gestión de residuos contribuye a mejorar la competitividad de las cadenas de valor nacionales e internacionales.

El establecimiento de una biorrefinería y la cadena de servicios necesarios alrededor de la misma contribuye a crear fuentes de empleo en las comunidades donde se genera la materia prima y se instala la unidad productiva, a través de los procesos de recolección, transporte, pretratamiento y transformación de la biomasa y de los, subproductos o residuos derivados de su tratamiento.

d) Sociales:

El enfoque de una biorrefinería local debe ser un vector de desarrollo social al facilitar el acceso a energía limpia, a empleos seguros, a comercializar nuevos procesos y productos. Debe ser también un mecanismo para empoderar a las comunidades y facilitar la gestión de servicios, infraestructuras y otros beneficios sociales para los grupos más vulnerables de las comunidades.

De manera general, la cuantificación de la aceptación social de un nuevo proyecto requiere involucrar a la sociedad o comunidad a la cual por medio del diseño de cuestionarios se les pregunta su opinión. Debido a que existe mucha información sobre esto, puede indicarse que la aceptación social depende del comportamiento del proceso o producto en términos relacionados con la salud, la seguridad y el bienestar humano.

### 3.12. Colofón

Las bases conceptuales anteriores sobre el establecimiento de una biorrefinería rural y de los elementos de sostenibilidad que la misma debe cumplir fueron las bases para la propuesta de que un trapiche piloncillo de las comunidades Tének de la Huasteca Potosina puede adecuarse para integrar diferentes paquetes tecnológicos, desarrollados en el marco del proyecto PRONACES 321073, se le pueden adecuar los servicios necesarios y se puede plantear un marco de referencia para tomar en cuenta el cumplimiento de parámetros ambientales energéticos económicos y sociales. De esta forma se postula un trapiche piloncillo puede

constituirse en el modelo de una micro biorrefinería rural. Esta es una propuesta inédita que no tiene un referente como guía en la literatura, pero que abre la oportunidad y el espacio para que conjuntamente, productores y académicos, puedan hacer una propuesta que sea viable a las condiciones que prevalecen en la zona de incidencia, que sea atractiva y que tenga beneficios para el productor y que deje información de carácter logístico técnico y económico al grupo de académicos, de tal forma de que este concepto de microbiorrefinería rural cuente con la información necesaria para su optimización en el futuro próximo.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Adecuar un trapiche piloncillero en una unidad productiva que integre diferentes paquetes tecnológicos como una alternativa para aprovechar al máximo los recursos naturales y los residuos, mejorar los servicios necesarios y para extender la cartera de productos del trapiche, como premisas para mejorar los ingresos económicos del productor, las condiciones de trabajo en el trapiche y, en un contexto más general, la calidad de vida de las familias que viven alrededor del trapiche.

### **4.2. Objetivos específicos**

**Los objetivos específicos son los siguientes.**

- Adaptar y ampliar un trapiche piloncillero propiedad del C. Venancio Martínez Valentín, localizado en la comunidad de “EL Barrancón”, en el municipio de Tanlajás, S.L.P., para que tenga las características y los servicios necesarios para operar diferentes paquetes tecnológicos.
- Equipar el trapiche con el mobiliario, los equipos y los accesorios necesarios en cada uno de los paquetes tecnológicos.
- Capacitar y validar las habilitaciones logísticas, técnicas y económicas del productore para asegurar la correcta operación de los paquetes tecnológicos.
- Arrancar y mantener en operación la micro-biorrefinería en las condiciones que garanticen el nivel de productividad y de calidad adecuado para comercializar los productos.
- Definir el mercado y desarrollar las estrategias de comercialización de los productos.
- Gestionar la marca distintiva de nuestros productos.
- Establecer formalmente la empresa a través de la cual se hará la comercialización de los productos.

## 5. DESCRIPCIÓN GENERAL

La descripción general del proyecto se hace de acuerdo con los objetivos y metas propuestos.

- ***Trapiche Piloncillero.***

Se eligió el trapiche del C. Venancio Martínez Valentín, en la comunidad de “El Barrancón”, en Tanlaajás, S.L.P., para hacer los cambios necesarios para transformar un trapiche artesanal en una unidad que, preservando su estructura básica y sus tradiciones, incorpore elementos resultantes de tecnologías estudiadas y optimizadas en el proyecto para optimizar sus procesos actuales y para diversificar sus productos artesanales.

La imagen del espacio referido se muestra en la figura 4. Se ha sugerido formar un grupo de micro-productores que trabaje la obra civil colaborativamente, y que reciba la asesoría técnica de personal de la UASLP, en el marco del proyecto PRONACES 321073, para asegurar la adecuada construcción.



Figura 4. Espacio en el cual se construyó TMM en El Barrancón

El propósito es adecuar el espacio disponible y anexar la nueva construcción para crear un almacén y poder incluir los paquetes tecnológicos:

- a) Producción sostenible de piloncillo artesanal.
- b) Producción de biochar para aplicaciones agrícolas.
- c) Producción Sostenible de ron artesanal.

Estos procesos serán instalados y optimizados por parte del personal del proyecto PRONACES 321073, quienes colaborarán también en los procesos de capacitación de los

miembros del proyecto que participan en estas funciones. El personal propuesto cuenta con la capacidad y experiencia en los paquetes tecnológicos. Así mismo, implica también la capacitación en el manejo y cumplimiento de rúbricas y formatos a través de los cuales se dé apropiado seguimiento a los procesos y aspectos de calidad básicos que deberán ser documentados.

El espacio de TMM se adecuará para cumplir con las normas oficiales de higiene y seguridad en la elaboración de productos alimenticios. La obra civil del proyecto será ejecutada por los productores, apoyados por prestadores locales de servicios de instalación y mantenimiento. El espacio contará con un piso firme, el techo de palma, cercado de bambú, modificación del horno incluyendo chimenea; se insta una tarja para el lavado y desinfectado de utensilios, la cual debe de estar alimentada con agua potable y libre de impurezas que estará almacenada en un tanque externo. El espacio tendrá una adecuada iluminación y ventilación, por lo cual se adecuarán mosquiteros que impidan la entrada de insectos y basura (hojas y ramas).

Por otra parte, en consideración a una propuesta previa de parte de los propios productores, el espacio de TMM se podrá utilizar también para promover el desarrollo de productos alternativos a base de piloncillo para los cuales un grupo de participantes ya tiene experiencia en su elaboración. Esta alternativa incrementa el potencial económico del proyecto a futuro, abre espacio para la participación de más miembros de la comunidad e incrementa en consecuencia el favorable impacto del proyecto. Los productores con el apoyo de las autoridades locales y del equipo PRONACES se propone conseguir alternativamente apoyos complementarios mejorar el equipamiento que detone del desarrollo de productos alternativos.

Por otra parte, un total de 12 de los actuales participantes en el proyecto recibieron capacitación en: Introducción al emprendimiento social, identificación y validación de retos y oportunidades en emprendimiento, desarrollo de nuevos productos, buenas prácticas de higiene y seguridad y seguimiento de actividades en campo. Paralelamente, 4 de los productores recibieron capacitación sobre buenas prácticas en el cultivo y cosecha de caña, buenas prácticas sobre higiene y seguridad en el proceso y alternativas para valorizar los residuos agroindustriales. Con base en lo anterior, se sugiere complementar los proceso de capacitación de los participantes del proyecto que no hayan recibido la capacitación. Una opción es acotar la capacitación según el perfil de las acciones que ejecutarán en el proyecto y, de forma más pertinente, que se imparta el temario del Programa de Capacitación en Emprendimiento para Jóvenes, Mujeres y Productores de las Comunidades Piloncilleras de Tanlajás, S.L.P. Este programa se puede

ejecutar en campo, en módulos, que se pueden programar en sesiones quincenales, en función del perfil y/o de la disponibilidad del grupo de trabajo. Como también ya fue referido, para asegurar que los micro-productores que participan en el proyecto cumplan con el nivel de productividad y calidad de producción, se validará su habilitación en el trapiche escuela. Esto permitirá mejorar las condiciones de producción de piloncillo granulado, en respeto de los valores y tradiciones comunitarias, apoyados por algunos elementos de tecnología que permitirán mejorar los procesos y los productos. El protocolo de capacitación se desarrollará como parte de la primera etapa de la operación del trapiche escuela, pero implica las etapas de:

- a) capacitación técnica de la conversión del jugo de caña en piloncillo,
- b) compartir buenas prácticas de higiene y seguridad en el proceso,
- c) describir las implicaciones de la caracterización de la calidad del producto,
- d) sugerir las estrategias para incrementar productividad,
- e) la práctica de campo que consiste en la demostración de un lote de producción.

La dinámica implicará un intercambio de ideas continuo entre los participantes, quienes deberán manifestar su nivel de comprensión y potencial de implementación del proceso. En una sesión subsecuente, el micro-productor deberá mostrar sus capacidades y recibir retroalimentación sobre las áreas de oportunidad que se visualicen. La documentación de las capacidades se realizará por parte del equipo del Proyecto PRONACES 320173, a través de los mecanismos que determinen las coordinaciones académicas de las instituciones educativas implicadas, la UASLP y la UAM-I. Estas acciones son inéditas y se documentarán conforme los resultados de las mismas estén disponibles, para ser susceptibles de mejoras a lo largo de la ejecución del proyecto. En términos de resultados, se estiman 8 sesiones generales, que incluyen actividades teóricas y prácticas, para todos los participantes en el proyecto.

Se propone que los procesos de capacitación sean impartidos por integrantes del equipo PRONACES 320173 en la Línea de acción de Emprendimiento. Los contenidos de los procesos de capacitación en emprendimiento fueron desarrollados en el marco del proyecto PRONACES 321073 se adaptarán al perfil y disponibilidad de los participantes. En relación con los costos, el equipo PRONACES está proponiendo la ejecución de los cursos como parte de la concurrencia en especie para el proyecto y los gastos asociados están referidos a los viáticos del traslado de los equipos de trabajo y de los materiales requeridos en los procesos de capacitación, que son adaptables a las condiciones que prevalezcan en campo.

- ***Una estrategia de creación, actualización y extensión de cartera de clientes y una***

***estrategia de comercialización.***

Varios de las productoras y los productores que forman parte de este proyecto, participaron en el programa de capacitación en emprendimiento de jóvenes, mujeres y productores de las comunidades piloncilleras de Tanlajás, S.L.P, que esta formalmente documentado en el reporte del Proyecto PRONACES 321073 dirigido a CONAHCYT. Uno de los temas que se desarrolló fue el identificar el mercado potencial de los productos de piloncillo. Para este propósito se dio un taller de capacitación y se hizo la visita a dos diferentes clientes potenciales: La UNITIENDA y SORIANA, ambas en San Luis Potosí.

Los productores tuvieron la oportunidad de ser atendidos por los gerentes respectivos, quienes les informaron los procedimientos técnicos, administrativos y legales que deben cumplir los productores para que sean considerados como proveedores. Así mismos, fueron alertados de los requisitos que deben cumplir para mantenerse dentro del catálogo de proveedores y de las penalidades a las que están sujetos en caso de incumplimiento.

Algunos de los productores participantes en el proyecto asistieron a la Feria Internacional Agropecuaria celebrada en San Luis Potosí en octubre de 2022, para hacer la presentación y comercialización de sus productos de piloncillo, incluyendo el granulado. Estos eventos capacitan y alertan al grupo de trabajo sobre los tipos de cliente, las características del producto que desea el cliente, los canales de comercialización, los requisitos para llegar a ser proveedores y, en general, de los retos implicados en generar la cartera de clientes, de mantenerla y extenderla progresivamente. Mas reciente, representantes del grupo de trabajo participaron la 1ª. Expo Alimentaria realizada en las instalaciones de la Feria Nacional Potosina del 7 al 9 de junio de 2023, en donde los productores exhibieron y vendieron sus productos. La experiencia fue muy relevante porque en esta oportunidad los productores tuvieron oportunidad de tener reuniones de trabajo con diferentes comercios interesados en sus productos. A nivel nacional, se destaca la reunión con HEB y con representantes de panaderías y tiendas naturistas. A nivel internacional tuvieron reunión con representantes de dos comercializadoras de productos al extranjero, quienes les dieron a conocer las normas de calidad que deberán cumplir los productos y los aspectos legales y fiscales que deben satisfacer como organización para la comercialización del producto.

En consistencia con lo anterior, se aplicarán estos conocimientos y experiencias para lograr la adecuada comercialización del producto. Inicialmente, la secuencia de acciones es la siguiente:

- a) estudio de los productos, presentaciones, marcas y precios de los productos de piloncillo granulado en el mercado,
- b) la identificación y validación de las presentaciones comerciales requeridas,
- c) la validación del cumplimiento de requisitos de calidad e higiene del producto generado por el grupo de trabajo por parte de los clientes,
- d) el registro de la marca de los productos propios,
- e) la formalización de la empresa,
- f) la gestión para ser aceptado como proveedor de producto por parte de diferentes comercios.

Se propone que los puntos de venta iniciales sean la tienda de la UASLP, Soriana, panaderías y tiendas naturistas; también se concretará el interés y compromiso de ventas del producto a granel en comercializadoras localizadas en Guadalajara y Guanajuato, que son un canal preliminar de exportación a Estados Unidos. En el proyecto del INPI se trabajará en la consolidación de la cartera de clientes desde el inicio del proyecto, catalizando el cumplimiento de los requisitos administrativos y legales. Así mismo, el perfil de los clientes validará las estrategias de comercialización sugeridas. Como se indicó, hay avances específicos en la definición de una marca, que está en proceso de registro formal con el apoyo de la UASLP. Una vez aprobado el registro se realizará la presentación formal de la marca y el diseño de etiquetas y empaques que está a cargo del equipo de trabajo PRONACES 321073 a cargo de la Dra. Escudero Lourdes.

## **6. CONSIDERACIONES FINANCIERAS**

### **6.1. Valor agregado de los productos de piloncillo**

El productos de piloncillo cuenta con diferentes aspectos diferenciadores de valor agregado a diferencia del producto ofertado actualmente. Entre las características se pueden mencionar:

- Producto orgánico.
- Producto con aporte nutricional.
- Cumple con las especificaciones organolépticas, físicas, químicas y microbiologías de acuerdo con lo establecido al proyecto de norma PROY-NMX-F-596-SCFI-2015.
- Marca comunitaria.
- Trabajo organizacional y en equipo de los productoras y emprendedoras de la comunidad.
- Canales de comercialización final.
- Modelo de negocio, que consiste en la venta directa del piloncillo eliminando los intermediarios.

### **6.2. Viabilidad técnica.**

La viabilidad técnica del proyecto se sustenta en los siguientes aspectos.

1. Los productores cuentan con suficiente materia prima, caña de azúcar de diversas variedades cosechable en diferentes épocas del año, para cumplir con la demanda de producción establecida. Se tiene la alternativa de que otros productores de la comunidad se pueden incorporar a la cadena de valor como proveedores de caña de azúcar., para satisfacer o incrementar la producción.
2. Los productores cuentan con la experiencia técnica, sustentada en sus valores y tradiciones para la producción del piloncillo, han recibido la asistencia técnica para mejorar productividad y calidad, inducción al emprendimiento, y tienen el compromiso de seguirse capacitando.
3. Los productores se han organizado para hacer la propuesta del proyecto y están desarrollando su capacidad de gestión con las autoridades locales como con las dependencias públicas a cargo de los programas de apoyo.
4. Como parte del proyecto, se validarán las competencias y habilidades de los productores, así como aspectos técnicos que garanticen la higiene y calidad del piloncillo y, en ambos casos se cuenta con el apoyo del equipo del proyecto PRONACES 321073, respaldado por el CONAHCYT.

5. Se contará con una marca formalmente registrada.
6. Los productores tendrán la orientación y apoyo para la formalización de su empresa.
7. Los productores tendrán apoyo en la gestión de una cartera de clientes y en la consolidación de los canales de venta local, así como venta directa en supermercados y con distribuidores mayoritarios a nivel regional y nacional.
8. Se promoverán la capacitación continua en los temas que favorezcan el emprendimiento y el empoderamiento de los productores y de los miembros de la comunidad.

### **6.3. Viabilidad Operativa.**

La viabilidad operativa del proyecto está determinada, entre otros, por los siguientes factores:

- a) La capacidad de los productores para la producción de piloncillo granulado artesanal, con base en sus principios y tradiciones, y con el apoyo de la tecnología para optimizar la productividad y calidad del producto.
- c) La capacitación en emprendimiento con la que ya cuentan varios participantes, incluyendo el conocimiento de las estrategias para la comercialización directa, la gestión y el registro de una marca, y la creación y desarrollo de una empresa.
- d) El soporte técnico y logístico del equipo PRONACES 320173 para el desarrollo tecnológico, la gestión y los procesos de capacitación implicados en el desarrollo del proyecto.
- e) El análisis de la situación actual del grupo de trabajo, la visión sustentada en escenarios realistas y una secuencia de acciones estratégicas para lograr la visión.

El proyecto se sustenta en un diagnóstico realizado en la comunidad y atiende las necesidades identificadas como prioritarias colegiadamente. Ha sido respaldado por una asamblea de la comunidad y los participantes tienen toda la actitud, interés y responsabilidad para lograr la gestión y el desarrollo del proyecto.

### **6.4. Infraestructura.**

La infraestructura consiste principalmente en los materiales que se requerirán para la obra civil, así como de los equipos y mobiliarios necesarios para la operación de estas unidades. El equipo de participantes en el proyecto se encargará de realizar la obra civil y de las operaciones técnicas y administrativas de los módulos.

## 6.5. Asistencia Técnica.

Como ya se indicó, los productores y emprendedoras de la comunidad han contado con soporte y apoyo técnico de parte del equipo del proyecto PRONACES 321073 durante más de una año, recibiendo capacitación para mejorar la calidad del piloncillo y para lograr la venta directa del mismo por parte de los productores. Se plantea que el equipo PROANCES 321073 siga apoyando a los productores y emprendedoras en temas de desarrollo tecnológico, emprendimiento, gestión de clientes y de marca, creación de la empresa y asistencia social.

## **7. PARTICIPANTES EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

### **7.1. Miembros de la comunidad de El Barrancón**

Las productoras y los productores de El Barrancón son los ejecutores del proyecto y contribuirán, entre otras actividades a:

- a) Construcción y/o adecuación de los espacios donde se instalará las unidades productivas y el centro de acopio,
- b) Instalación de servicios, mobiliario y equipo,
- c) Optimización y operación de los procesos productivos,
- d) Desarrollo de las estrategias de comercialización,
- e) Formalización de la figura legal para constituir el negocio o empresa rural,
- f) Gestión, administración y rendición de cuentas de los recursos recibidos,
- h) Elaboración de reportes de avances y resultados.

### **7.2. Autoridades comunitarias de El Barrancón y municipales de Tanlajás**

Las autoridades comunitarias y municipales de El Barrancón contribuirán en las siguientes acciones de gestión para el proyecto:

- a) Validación de la decisión de la asamblea para el uso de espacio comunitarios,
- b) Autorizaciones y permisos para los servicios públicos requeridos en la unidad productiva,
- c) Socialización del proyecto en la comunidad y el municipio,
- d) Representación y gestión de contactos para recursos complementarios y la comercialización del producto,
- e) Acciones para escalar y/o replicar las unidades productivas,
- f) Reconocimiento y divulgación de los avances y logros del proyecto.

### **7.3. Equipo de trabajo del Proyecto PRONACES 321073**

El equipo de PRONACES 321073 puede seguir colaborando con las siguientes actividades:

- a) Apoyo en la optimización y operación de los procesos productivos y asesoría en la validación y operación de la micro-biorrefinería.
- c) Apoyo en la gestión de la marca y de las estrategias de comercialización.
- e) Capacitación y apoyo en la elaboración de propuestas, solicitudes de servicios y apoyos, elaboración de reportes,

- f) Realización de análisis periódicos de los productos para asegurar que se mantiene la calidad.

## 8. ADECUACION DEL TRAPICHE PARA LA MICROBIORREFINERIA

En la tabla 2 se resumen las Acciones requeridas para la adaptación del espacio. De forma sintética, por cuestiones de espacio, una descripción grafica de la adecuación del espacio de la Microbiorrefineria se incluye en los conjuntos de fotos asociados a este documento. Se hace notar el liderazgo, entusiasmo y capacidad de trabajo de los productores y emprendedoras participantes.

Tabla 2. Acciones requeridas para la adaptación del espacio

| Por parte del Ejido                                                                                                                                                                                            | Por parte de la Comunidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Por parte del Proyecto PRONACES 321073                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) Acceso a baños públicos.<br>b) Agua y drenaje habilitados en el inmueble y conectados a la red pública.<br>c) Apoyo en las gestiones de servicios públicos complementarios: pavimentación.<br>d) Seguridad. | a) Iluminación.<br>b) Baño con lavamanos y ventilación.<br>c) Techo: Limpieza, revisión de infiltraciones, poda de árboles y canaleta de colección de agua.<br>d) Piso nivelado.<br>e) Cisterna.<br>f) Construcción del almacén para bagazo<br>g) Firme de exteriores.<br>h) Traslado e instalación de equipo y mobiliario.<br>i) Participar como facilitadores en procesos de capacitación.<br>j) Divulgación de resultados e impactos. | Elementos técnicos, logísticos, energéticos y ambientales para la instalación y demostración de:<br>a. Eco-tecnologías para mejorar las condiciones de trabajo en:<br>• Calentador solar.<br>• Bicibomba.<br>• Sistemas fotovoltaicos para iluminación.<br>b. Módulo de recolección y separación de residuos.<br>c. Capacitación en emprendimiento social, como base para sistema de economía solidaria.<br>d. Acciones de sensibilización social y divulgación. |

La adecuación del TMM contó con el apoyo de un grupo de 3 voluntarios-productores que apoyaron en las modificaciones del inmueble, liderados por el C. Venancio Martínez Valentín. La lista de las acciones principales se incluye a continuación.

### LOGISTICA

- Distribuir los espacios y los servicios para cada paquete tecnológico.
- Conformar el grupos de apoyo para las adecuaciones del espacio físico del inmueble.
- Realizar un plan de acción para la implementación del inmueble y puesta en marcha del TMM.

- Listado y adquisición de los equipos y accesorios para la adecuación del inmueble y la realización de actividades en el TMM.
- Adquisición y transporte de ecotecnologías, equipos, materiales, insumos y herramientas requeridos para la adecuación del inmueble.
- Gestión de residuos alrededor del inmueble y de los generados en la adecuación y operación del espacio.

### **LIMPIEZA**

- Revisar, reparar y/o limpiar los techos del inmueble.
- Adaptar la canaleta de colección de agua de lluvia sobre el techo del inmueble.
- Podar los árboles alrededor del inmueble para tener la radiación solar necesaria para operación de los equipos.

### **OBRA CIVIL**

- Dar nivel de los pisos de cemento del interior del inmueble.
- Dar nivel a los diferentes espacios exteriores del inmueble y construir los desniveles necesarios.
- Construir la plataforma para colocar el tinaco de agua.
- Cercado del exterior para delimitar las áreas del inmueble.

### **HIDRÁULICO**

- Construir el desagüe al drenaje de cada uno de los espacios internos.
- Instalar los servicios hidráulicos para los tinacos desde el aljibe.
- Instalar 1 tarja de lavado.

### **CARPINTERIA**

- Construir la bodega con otates y palma.
- Fijar la cadena de block para el montaje de otates y postes de madera.
- Calcular la cantidad de palmas, otates y postes de madera requeridos.
- Identificar los lugares donde se localiza y se puede adquirir la palma, los otates y los postes de madera con las características necesarias.
- Cortar en campo los otates, bambús y postes de madera y trasladarlos.
- Armar el almacén o bodega.

## HIGIENE Y SEGURIDAD

- Recolección diaria de los residuos.
- Traslado semanal de los residuos al sitio de disposición final del municipio.

## INSTALACION DE EQUIPOS:

- Instalar y validar los paneles fotovoltaicos.
- Instalar y validar la secuencia para la producción de biochar.
- Instalar y validar la secuencia para la producción de ron.
- Instalar la unidad de recolección y separación de residuos

## TALLERES DESARROLLADOS

- Producción sostenible de piloncillo artesanal.
- Producción sostenible de biochar.
- Producción sostenible de ron artesanal.
- Reciclaje de plásticos.
- Modelo y Programa de Emprendimiento social (para jóvenes, mujeres y hombres que laboran en Unidades Productivas Rurales).

## ACCESORIOS O PERIFERICOS

Tabla 3. Accesorios y periféricos requeridos

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Valorización de residuos.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tambos de 200 L azules con tapa y cincho para la estación de separación de residuos</li> </ul>                                                                                                                                         |
| <b>Mobiliario.</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesas hechas a la medida para:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Proceso de producción</li> <li>○ Almacén</li> </ul> </li> </ul>                                                                                  |
| <b>Higiene</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 Delantales, 10 Cofias, 10 Mascarillas o cubrebocas para polvos, 10 Lentes de protección.</li> </ul>                                                                                                                                 |
| <b>Seguridad</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Extintor polvo químico seco para incendios de madera, plástico y eléctricos,</li> <li>• 1 Extintor de bióxido de carbono en áreas con almacenamiento de gasolina o pintura,</li> <li>• Señalética</li> </ul>                         |
| <b>Servicios.</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Báscula plegable de plataforma capacidad 100 kg</li> <li>• Tambo de 200 L azul sin tapa</li> </ul>                                                                                                                                     |
| <b>Papelería</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitácoras, Paquetes de hojas blancas, Tijera, Paquete de lapiceros, Cinta super adhesiva, Pistola de calentamiento para sellos termoadheribles, Revistero, Packing tape scotch heavy duty, 400 hojas de notas autoadhesivas</li> </ul> |

Los recursos requeridos para el TMM se clasifican en gasto corriente y de inversión:

1) Gasto de inversión:

Adaptación y compra de equipos y herramientas para la implementación de CIVASORER.

Este recurso es proporcionado por la UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA como recurso concurrente al proyecto PRONACES 321073

2) Gastos corrientes para el mantenimiento del centro.

De manera muy general se propone la gestión de los recursos a partir de:

- Aportaciones y apoyo de parte de la presidencia municipal.
- Trabajo y aportaciones en especie de la comunidad.
- Aportaciones económicas y en especie del proyecto PRONACES 321073.

Además de la implicación de los recursos humanos especializados para la validación de la micro refinería rural en la zona de incidencia.

## 9. MODELO DE NEGOCIO

El modelo de negocio es la descripción de la manera en que la empresa genera ingresos y beneficios a través de sus operaciones. Por ello, la empresa tiene que definir clara y detalladamente su modelo de negocio antes de iniciar sus actividades. A los productores se les indicó que los modelos de negocio varían entre el tipo de empresas, pero que existen nueve elementos que son básicos y comunes a todos los modelos y estos son:

- 1) **Propuesta de valor**, es decir se debe de identificar claramente las características únicas y la manera que el producto o servicio satisface las necesidades o resuelve los problemas del cliente.
- 2) **Segmento de clientes**. Se deben de identificar los clientes (personas o empresas) que la empresa tiene o quiere llegar a tener.
- 3) **Canales de distribución y venta**. Se describe la manera en que la empresa va a vender los servicios o productos y la manera en que se los hace llegar al cliente.
- 4) **Relación con el cliente**. Es la descripción de la manera en que la empresa se comunica o interactúa con los clientes, por ejemplo, atención directa, red social, o por teléfono.
- 5) **Fuentes de ingresos**. Aquí se detallan las formas en que la empresa generará sus ingresos, por ejemplo, a través de una tienda local, tiendas de autoservicio, plataforma digital, redes sociales, etc.
- 6) **Recursos clave**. Se refiere a la maquinaria, equipo, autos, motos, edificios, etc, que son necesarios para que la empresa opere y pueda hacer llegar su propuesta de valor al cliente.
- 7) **Actividades clave**. Son aquellas que son críticas para el funcionamiento de la empresa, como la mercadotecnia, el estandarizado de procesos, la distribución, etc.
- 8) **Socios estratégicos**. Son aquellas personas, transportistas, universidades, instituciones, etc con las que la empresa colabora o tiene acuerdos para que funcione o se pueda cumplir con los objetivos.
- 9) **Estructura de costos**. Aquí se detallan todos los costos asociados a la operación del negocio, desde la producción hasta la distribución de los productos, pasando por la mercadotecnia.

Los productores después de realizar varias reuniones para hablar sobre los diferentes elementos del modelo de negocio para la producción de los dulces de piloncillo y llegaron a la propuesta indicada en la figura 4.

Con base al análisis crítico del modelo de negocio, del precio de venta y utilidades que se obtienen, así como del número de unidades es importante que se realice un cálculo de las unidades de dulces deben de venderse a la semana o al mes para recuperar la inversión y obtener suficientes utilidades. Es importante hacer notar que, en la mayoría de los casos, la venta de piloncillo, biochar y ron como una estrategia de diversificación de la empresa, no puede substituirse por la producción y venta del piloncillo, sino que debe de incluirse al negocio como una fuente adicional de obtención de recursos, principalmente para mujeres amas de casa, y en las temporadas del año en que el cliente busca más los dulces.

## MODELO DE NEGOCIO

| Elemento                            | Descripción                                                                                             | Nuestra propuesta                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROPUESTA DE VALOR.</b>          | Son los productos que la empresa ofrece a sus clientes, y las ventajas que tienen.                      | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Productos artesanales derivados de caña y piloncillo:</b> Melaza, pilón, Piloncillo Granulados, Biochar, Ron.</li> </ul>                                                                                                                                               |
| <b>SEGMENTO DE CLIENTES.</b>        | Son las personas o empresas a las que se desea ofrecer los productos                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Local:</b> Familias, Restaurantes y Cafés</li> <li><b>Regional:</b> Panaderías, Tiendas Naturistas, Fabricantes de licores, Supermercados,</li> </ul>                                                                                                                  |
| <b>CANALES DE DISTRIBUCIÓN.</b>     | Forma en la que se entregan los productos a los clientes                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Local:</b> Venta directa</li> <li><b>Regional:</b> Venta directa, tienda en línea (plataformas digitales)</li> </ul>                                                                                                                                                   |
| <b>COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE.</b> | Formas de contactar a los clientes.                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Local:</b> Personal</li> <li><b>Regional:</b> What'sApp, Facebook, Otras plataformas digitales.</li> </ul>                                                                                                                                                             |
| <b>FUENTES DE INGRESOS.</b>         | Formas en que la empresa recibe sus ingresos                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Local:</b> Pago directo: Personas y Ferias de la comunidad.</li> <li><b>Regional:</b> Pago directo: Ferias Regionales<br/>Pago en línea: Ventas en tiendas, negocios y supermercados.</li> </ul>                                                                       |
| <b>RECURSOS CLAVE.</b>              | Recursos necesarios para que la empresa opere y haga llegar su producto a los clientes                  | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Recursos Humanos:</b> Miembros de la comunidad</li> <li><b>Espacios físicos, equipos y/o accesorios de proceso:</b> TMM</li> <li><b>Materias Primas:</b> Jugo y Melaza de la comunidad</li> <li><b>Transporte de Producto terminado:</b> Servicios Externos</li> </ul> |
| <b>ACTIVIDADES CLAVE.</b>           | Actividades para el buen funcionamiento del equipo de trabajo.                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Capacitación del Personal, Incremento de Producción, Validación de Calidad, Funcionamiento de TMM, Mercadotecnia, Venta y distribución de Producto.</b></li> </ul>                                                                                                     |
| <b>SOCIOS ESTRATÉGICOS</b>          | Personas u organizaciones que tienen acuerdos con el grupo de trabajo para lograr el éxito del negocio. | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Universidad Autónoma Metropolitana, Unitienda.</b></li> </ul>                                                                                                                                                                 |
| <b>ESTRUCTURA DE COSTOS.</b>        | Detallar todos los costos asociados a la operación del modelo de negocio.                               | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Costos fijos y variables; Costos de producción, empaque, acopio, distribución, mercadotecnia, transporte, etc.</b></li> </ul>                                                                                                                                          |

Figura 5. Modelo de negocio para la TMM

## 10. ASPECTOS FINANCIEROS COMPLEMENTARIOS

La gestión de los recursos económicos que asegure la operación sostenible de TMM implica la combinación de estrategias que involucren tanto la creación de ingresos propios como financiamiento externo. Algunas estrategias puntuales son las siguientes

- ***Emprendimiento Social y Comercialización de Productos***

También enfocado al actual proyecto, es imperativo que los productores puedan concretar las iniciativas de emprendimiento social, haciendo uso de las habilitaciones personales y grupales que lograron sobre modelos de negocio que les permitan comercializar directamente en el mercado sus productos artesanales que pueden generar en el CIVASORER, en el TMM o en la UP3, entre ellos: melaza, piloncillo granulado, ron, biochar mejorado o dulces de piloncillo con semillas. Este enfoque, así como el desarrollar por sí mismos otros productos haciendo uso de las instalaciones con las que ahora cuentan, son una excelente oportunidad para generar y comercializar otro tipo de productos, como alimentos deshidratados, jaleas o mermeladas o, entro giro, las estufas ecológicas de leña.

- ***Creación de una Sociedades de Productores Rurales (SPR)***

Los grupos asociados al proyecto están capacitados para la gestión de cooperativas y/o de SPR, que pueden jugar un papel clave en la gestión de recursos, recaudando fondos a través de sus propios esfuerzos de comercialización o asociándose con inversionistas interesados en los productos derivados de las tecnologías desarrolladas en el CIVASORER, el TMM y la UP3.

- ***Búsqueda de Financiamiento Institucional y Gubernamental***

Una primera opción es la continuidad del proyecto PRONACES 321073, a través de convocatorias que pueda emita la actual Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación para los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e incidencia social, orientados a las problemas identificados como prioritarios para el país. Ciertamente, los temas de energía renovable, desarrollo sostenible, economía solidaria, innovación y bienestar social serán sin duda una constante en la que se deben seguir realizando acciones en beneficio de las zonas de alto nivel de rezago socioeconómico.

A la par se debe buscar también iniciativas de organizaciones no gubernamentales y de programas internacionales que abren convocatorias para otorgar recursos a proyectos que atiendan necesidades particulares en países en vías de desarrollo, bajo cumplimiento de

lineamientos que promuevan, por ejemplo, procesos y/o productos sostenibles, modelos de economías justas o la atención a las necesidades de pueblos originarios.

En ambos casos, es imperativo involucrar a los productores como parte importante de un equipo de trabajo interdisciplinar e interinstitucional, así como sustentar los proyectos sobre un diagnóstico actualizado de las necesidades, usando los resultados del actual proyecto y con metas pertinente validadas para maximizar y el impacto de los proyectos.

- ***Colaboración con Gobiernos Municipales***

Una opción es sensibilizar a las autoridades municipales sobre los beneficios del CIVASORER, El TMM y la UP3 para sus comunidades y pedirles directamente el apoyo en términos de recursos operativos, servicios o infraestructura. De forma relevante, cada gobierno puede destinar recursos públicos para catalizar iniciativas de innovación, capacitación y emprendimiento social y que mejor que puedan ser a unidades que tienen ya una capacidad instalada y validada. De forma particularmente útil, el equipo académico de trabajo y los propios productores, pueden apoyar en la definición de los programas de desarrollo municipal, en la gestión de recursos económicos de fondos federales y recibir un estipendio por este tipo de acciones, que se dirijan para facilitar la operación del CIVASORE, el TMM y/o la UP3.

- ***Alianzas con Instituciones del sector educativo***

Se pueden establecer convenios con universidades locales y hasta con las instituciones del nivel medio y medio superior, que apoyen con recursos operativos como pago por procesos de divulgación, inducción, prácticas en campo o capacitación del personal académico o de estudiantes, en el marco de las temáticas del CIVASORER, el TMM y la UOP3. Estos espacios son ideales para el desarrollo de iniciativas como:

**Talleres y Cursos Especializados:**

Cursos dirigidos a demostrar los beneficios de las ecotecnologías, la valorización de residuos o la implementación de un pequeño negocios.

**Eventos de Difusión y Recogida de Fondos:**

Participar en eventos como ferias de innovación, agrícolas y comerciales a nivel estatal, en donde se presenten los avances y logros del CIVASORER del TMM y de la UP3. Estos eventos pueden ser una forma de darse a conocer, comercializar productos, ampliar cartera de clientes o de contactar a empresas con el potencial e interés de otorgar fondos a iniciativas rurales con un buen potencial de desarrollo.

**Programa Aula Escuela Comunidad (PAEC):**

Este programa es auspiciado por la Secretaría de Educación Pública a nivel medio y medio superior. El programa, y los propios padres de familia en la medida de sus posibilidades, pueden financiar proyectos específicos de interés e impacto para su comunidad.

## 11. SEGUIMIENTO Y EVALUACION DEL TMM

Como en el caso de los paquetes tecnológicos, el CIVASORE, el TMM y la UP3 se encuentran en etapa de arranque, pero es muy pertinente definir preestablecidamente los indicadores de éxito para las etapas de seguimiento y evaluación de estos espacios comunitarios de desarrollo productivo. Si bien los indicadores aquí incluidos son ciertamente muy exigentes, deben dar la pauta para evaluar el impacto real de las iniciativas en promover el desarrollo sostenible, la mejora de las condiciones de vida, la innovación tecnológica, el emprendimiento y el empoderamiento social. Los indicadores propuestos son los siguientes.

- **Indicadores Cualitativos:**

Estos indicadores pueden reflejar el cambio social y la percepción de los actores involucrados. Se centran en aspectos intangibles como la mejora en la calidad de vida, el empoderamiento y el cambio cultural.

| Indicador                                             | Descripción                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • Satisfacción de los productores                     | Percepción de los productores sobre las mejoras en sus condiciones de trabajo, calidad de vida y bienestar.                                          |
| • Autonomía y empoderamiento                          | Medición del nivel de autonomía adquirido por los productores en la toma de decisiones y la gestión de sus negocios.                                 |
| • Cambio en la relación entre productores y comunidad | Evaluación de la cooperación y solidaridad entre los productores y otros miembros de la comunidad.                                                   |
| • Reconocimiento de la calidad de los productos       | Nivel de reconocimiento de alta calidad de los productos por parte de los consumidores y los mercados.                                               |
| • Percepción de la sostenibilidad                     | Opiniones de los productores sobre la sostenibilidad del proceso / producto (aspectos tecnológicos, ambientales, energéticos, económicos y sociales) |

- **Indicadores de Impacto Social y Comunitario:**

| Indicador                          | Descripción                                                                                                        |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • Número de beneficiarios directos | Número de productores, familias y miembros de la comunidad capacitados o beneficiados por las actividades del TMM. |

| Indicador                                                                                                   | Descripción                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejoras en el bienestar social</li> </ul>                            | Percepción de mejora en el nivel de vida de los productores y sus familias, medida a través de encuestas o entrevistas con los beneficiarios.              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de proyectos de emprendimiento social establecidos</li> </ul> | Número de Cooperativas o SPR formadas o iniciativas comunitarias en marcha como resultado de las actividades del TMM.                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de empoderamiento de la comunidad</li> </ul>                   | Nivel de participación y liderazgo comunitario en las actividades del TMM, evaluado mediante encuestas de satisfacción, entrevistas y observación directa. |

• **Indicadores de Innovación Tecnológica y Desarrollo Sostenible**

| Indicador                                                                                        | Descripción                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de tecnologías validadas y escaladas</li> </ul>    | Número de paquetes tecnológicos desarrollados, validados y escalados a un nivel de uso común dentro de la comunidad.          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Desempeño y eficiencia de las tecnologías</li> </ul>      | Validación exitosa de un número definido de tecnologías, como el uso de recursos naturales o residuos.                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de prototipos instalados y en operación</li> </ul> | Número de prototipos de tecnologías implementadas (Trapiches, estufas ecológicas, pirolizadores, unidades productoras de ron) |

• **Indicadores de Capacitación y Formación de Recursos Humanos**

| Indicador                                                                                           | Descripción                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de participantes en capacitaciones</li> </ul>         | Número total de personas capacitadas en desarrollo sostenible, <b>gestión de residuos, uso de ecotecnologías, emprendimiento social</b> , etc.                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de estudiantes involucrados en el proyecto</li> </ul> | Número de <b>estudiantes de nivel licenciatura y posgrado</b> que participan en actividades de investigación, prácticas y proyectos relacionados con el CIVASORER, el TMM o la UP3 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de productores o miembros de la</li> </ul>            | Número de jóvenes, mujeres y/o productores que participan en actividades de socialización, inducción o capacitación en                                                             |

| Indicador                                                                                                                      | Descripción                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| comunidad que son capacitadores                                                                                                | las prácticas y proyectos relacionados con el CIVASORER, el TMM o la UP3                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de satisfacción de los participantes en los programas de capacitación</li> </ul> | Grado de satisfacción de los participantes respecto a la calidad y aplicabilidad de las capacitaciones recibidas evaluada al terminar la actividad implicada. |

### Indicadores de Sostenibilidad / Viabilidad económica

| Indicador                                                                                     | Descripción                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingreso generado a través de emprendimiento</li> </ul> | Monto de ingresos generados por las actividades de emprendimiento (venta de productos, servicios de consultoría, alquiler de infraestructura) gestionadas por el TMM. |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de autofinanciamiento alcanzado</li> </ul>  | Porcentaje de los costos operativos del TMM cubiertos por ingresos propios frente a fondos externos (subvenciones, donaciones).                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Eficiencia en la utilización de recursos</li> </ul>    | Nivel de eficiencia en el uso de los recursos económicos asignados al centro, medido a través de auditorías financieras y evaluaciones de desempeño                   |

### Indicadores de Gestión y Coordinación del Proyecto

| Indicador                                                                                          | Descripción                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de cronogramas y metas establecidas</li> </ul> | Porcentaje de actividades del proyecto que se completan a tiempo, dentro del presupuesto y con los resultados esperados              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Grado de colaboración interinstitucional</li> </ul>         | Porcentaje de los costos operativos del CIVASORE cubiertos por ingresos propios frente a fondos externos (subvenciones, donaciones). |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Eficiencia en la utilización de recursos</li> </ul>         | Nivel de colaboración efectiva entre las universidades, autoridades locales y otros actores clave del proyecto                       |

## 12. IDEAS CONCLUSIVAS

Es de particular relevancia hacer un balance sobre las propuestas de las iniciativas como el CIVASORE, el TMM y la UP3. Estas acciones no estaban inicialmente contempladas ni presupuestas y, por el apoyo concurrente otorgado por la Universidad Autónoma Metropolitana se han logrado importantes avances en el cumplimiento del establecimiento, puesta en marcha y operación de estos tres espacios. Una de las grandes ventajas es que ahora se tiene la oportunidad de demostrar y/o validación el uso e impacto de las tecnologías, de dar capacitaciones totalmente prácticas y de motivar más convincentemente a un mayor número de personas que es posible y pertinente diversificar la cartera de productos artesanales y de comercializarlos directamente en el mercado para tener mayores beneficios.

Por otra parte, el proceso de creación e implementación de estos espacios ha favorecido el empoderamiento de varios miembros de la comunidad: El CIVASORE, el TMM y la UP3 han demostrado ser clave para el empoderamiento de los grupos que ahora se proponer establecer una SPR. La participación de los productores locales en el diseño y ejecución de las tecnologías y su habilitación como capacitadores ha sido un factores muy importantes para fomentar la transferencia de saberes y el compromiso con los resultados.

Los paquetes tecnológicos desarrollados en el marco del proyecto PRONACES 321073 han mostrado un buen desempeño en las pruebas en campo. Sin embargo, se requiere mayor práctica de los productores para identificar que otros aspectos se deben mejorar para mejorar su en diferentes condiciones y a mediano plazo y en condiciones variables. El otros aspecto es que hay paquetes en los que es relativamente directo darse cuenta cómo se puede aumentar la productividad en la unidad productiva, que repercute en mejores ingresos. Sin embargo, en otros casos, se demandan de cambios tecnológicos que implican fuertes inversiones, inviables para la mayoría de los productores. Por esta razón, el enfoque de micro-biorrefinería tiene un rol crucial para promover la producción de diferentes productos, que representa un mejor escenario en términos de ingresos económicos.

Otro favorable aspecto es la estrecha colaboración que se estableció entre las instituciones educativas (UASLP, UAM, UMSNH), con los miembros de la comunidad y con las autoridades locales, que ha sido fundamental para el éxito del proyecto. Las sinergias establecidas se deben mantener y fortalecer, porque han demostrado ser un excelente canal para identificar necesidades reales y proponer soluciones útiles, viables y económicas cuando se trabajan conjuntamente con la comunidad. El notorio y favorable impacto que tiene el intercambio de saberes comunidad-academia en la ejecución de este tipo de proyectos es uno de los aprendizajes más significativos que tendrá un rol preponderante en futuros proyectos.

Por otra parte, hay retos que persisten a la fecha. Uno de ellos es la gestión de los recursos económicos para la operación del CIVASORE, el TMM y la UP3. que persisten a la fecha. El reto principal es contar con recursos en esta etapa de arranque en la cual no se estabilizan las operaciones, falta mayor difusión para que sean conocidas las acciones que ofrece cada espacio y se genere el interés en visitarlos, conocerlos y/o colaborar directamente con los responsables. La gestión del recursos interno y la consecución de financiamientos externos son clave para la viabilidad de los espacios a corto y mediano plazo. A este respecto, es urgente establecer redes de colaboración con organizaciones de distintos sectores, nacionales e internacionales para la difusión de las iniciativas y para atraer el interés que redunde en un apoyo o una inversión. Como ya se indicó, la viabilidad de operación, crecimiento e impacto de los espacios se dará en la medida que se concreten las iniciativas de emprendimiento locales. En otro orden de ideas, un aspecto no menor es que las diversas instituciones involucradas deben mejorar significativamente la gestión administrativa del proyecto, agilizando la ejecución de los recursos y responsabilizándose de las acciones administrativas y financieras, para que el equipo técnico se puede concentrar preferentemente en sus funciones.

En suma, los espacios como el CIVASORER, el TMM y la UP3 son elementos de un modelo innovador que integra armónicamente la valorización de recursos naturales y residuos para la generación de energías limpias y la extensión de la cartera de los productos en una unidad productiva rural, con el emprendimiento y la gestión social en comunidades rurales con elevados niveles de marginación social. Si bien surgido desafíos en su implementación y en la operación del proyecto, los avances conseguidos hasta la fecha reflejan un impacto positivo significativo en las comunidades de la zona de incidencia. Para asegurar su sostenibilidad de las acciones a la conclusión del proyecto es fundamental continuar con la fortalecimiento de la participación local, la optimización de los procesos tecnológicos y el desarrollo de estrategias de financiamiento autónomas, en esquemas que evoluciones a sistemas de economía solidaria. De esta forma, los espacios como el CIVASORER, el TMM y la UP3 se validarán como elementos diferenciadores de un modelo que se propone ser un apoyo para detonar el desarrollo sustentable y la innovación y equidad social en las unidades productivas rurales de nuestro país.

### 13. REFERENCIAS

- Acciona. (2019). Sostenibilidad para todos: Acciona. Obtenido de Acciona: [https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-es-la-sostenibilidad/?\\_adin=02021864894](https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-es-la-sostenibilidad/?_adin=02021864894)
- Acciona. (2020). *¿Qué es el Desarrollo Sostenible y los Objetivos Globales?: Acciona*. Obtenido de Acciona: [https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/?\\_adin=02021864894](https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/?_adin=02021864894)
- Cepal. (2021). *Acerca de Desarrollo Sostenible: Cepal*. Obtenido de Cepal.org: <https://www.cepal.org/es/temas/desarrollo-sostenible/acerca-desarrollo-sostenible>
- De Lucas, A., Del Peso, C., Prieto, P., & Encarna, R. (2012). *Biomasa, Biocombustibles y Sostenibilidad*. Obtenido de Biomasa, Biocombustibles y Sostenibilidad: <http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/Biomasa%2C%20Biocombustibles%20y%20Sostenibilidad.pdf>
- Fundación Aquae. (2020). *Sostenibilidad social y otros tipos: Fundación Aquae*. Obtenido de Fundación Aquae: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/sostenibilidad-social/>
- Korevaar, G., Sustainable Chemical Processes and Products: New Design Methodology and Design Tools (2004). <http://resolver.tudelft.nl/uuid:b261f904-bdbd-4bce-b9eb-32ad19ad3eb2>
- Jonker, G., Herman, J., Ingeniería para la sostenibilidad: Guía práctica para el diseño sostenible. Ed. Reverté, S. A., 2013. ISBN 978-84-291-7978-1]
- INECC gob. (Octubre de 2008). *Análisis integrado de las tecnologías, el ciclo de INECC*. Obtenido de INECC gob: [http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/e2008e\\_bioenergia.pdf](http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/e2008e_bioenergia.pdf)
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). *Objetivos de Desarrollo Sostenible-ODS:Ministerio del Medio Ambiente*. Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente: <https://ods.mma.gob.cl/>
- Portal Académico del CCH. (2017). Los tres pilares: Portal Académico del CCH. Portal Académico del CCH: <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia2/unidad2/desarrolloSustentable/tresPilares>
- World Wildlife Fund. (s.f.). *Guía de Principios Rectores de Sostenibilidad SAH2: WWF*. Obtenido de Panda org: <https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/sostenibilidadhonduras.pdf>