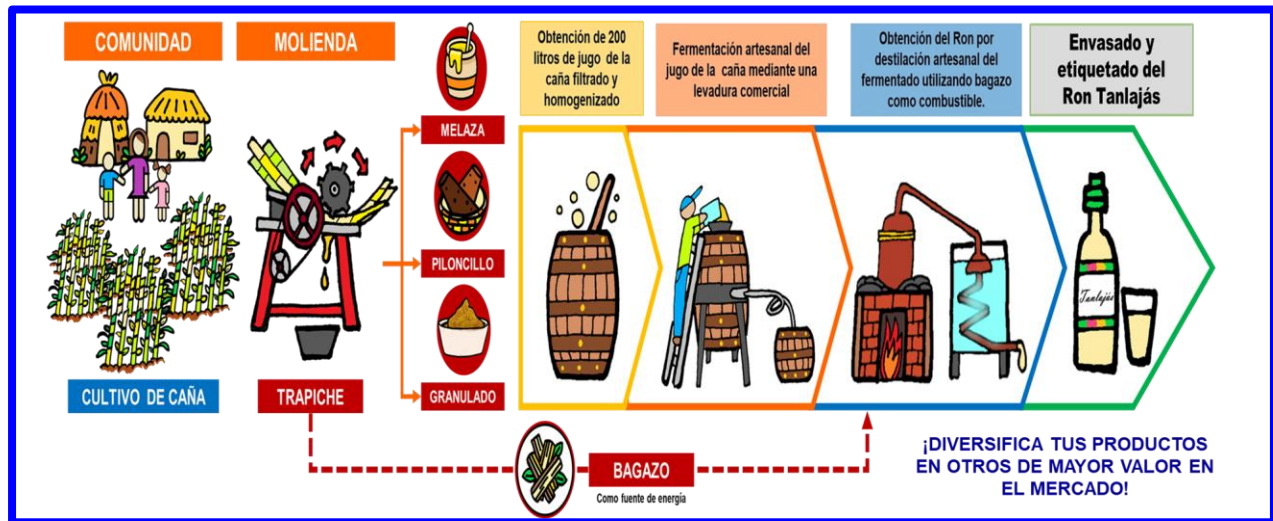


Paquete Tecnológico

PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE RON ARTESANAL



Dr. Marco Antonio Sánchez Castillo

M.C L. Fabiola Palomo González

M.C. Miriam Ricaño Pérez

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Dr. Agustín Jaime Castro Motoya

Dr. Pedro Eduardo Lázaro

Mixteco

Universidad Michoacana de San

Nicolás de Hidalgo

José A. de los Reyes Heredia

Universidad Autónoma Metropolitana



PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE RON ARTESANAL

Dr. Marco Antonio Sánchez Castillo

M.C L. Fabiola Palomo González

M.C. Miriam Ricaño Pérez

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Dr. Agustín Jaime Castro Motoya

Dr. Pedro Lázaro Mixteco

Universidad Michoacana de San

Nicolás de Hidalgo

José A. de los Reyes Heredia

Universidad Autónoma Metropolitana

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

San Luis Potosí, México, 2025

=

ISBN **XXX-XXX-XXX-XXX-X**

En trámite

Primera Edición Digital: Enero 2025

D.R. © Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Álvaro Obregón 64, Centro

San Luis Potosí, S.L.P., 78000

www.uaslp.mx

Este libro fue sometida a un estricto proceso de arbitraje por pares, con base en los lineamientos establecidos por la Dirección de Fomento Editorial y Publicaciones de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Este libro es producto del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia “Desarrollo social y económico de pequeñas unidades agroindustriales con base en la socialización, gestión, generación y/o uso eficiente de energía sostenible” (321073), financiado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) a partir de la convocatoria 2021-2024 “Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia para Transitar a un Sistema Energético Social y Ambientalmente Sustentable”.

Se autoriza la reproducción de este libro para propósitos de divulgación o didácticos, siempre y cuando no existan fines de lucro, se cite la fuente y no se altere el contenido. Cualquier otro uso requiere permiso escrito de los autores. Dirigirse a masanchez@uaslp.mx

Hecho en México / Made in Mexico.

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. Uno de estos productos es el ron, que puede ser fabricado en el trapiche a partir de las mismas materias primas, a través de un proceso artesanal que es sencillo y cuyos requerimientos energéticos se satisfacen con los residuos de biomasa disponibles en la unidad productiva.

En este escenario, en el marco del proyecto de investigación e incidencia auspiciado y apoyado económicamente por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (PRONACES 321073), un equipo de trabajo de profesores y estudiantes de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Universidad Autónoma Metropolitana, desarrollaron el paquete tecnológico “Producción Sostenible de Ron Artesanal”, a partir de la armónica integración de las experiencias y vivencias de las comunidades piloncilleras Tének alrededor del Municipio de Tanlajás, S.L.P., y de elementos de ciencia y tecnología que el equipo de trabajo académico identificó, validó y transfirió a campo para la producción artesanal de ron.

El paquete tecnológico está diseñado para que los micro y pequeños productores entiendan los conceptos básicos y conozcan la tecnología y la secuencia de acciones necesarias para usar el jugo de caña, la melaza y/o el piloncillo granulado en la producción de ron, usando un enfoque que privilegia la sostenibilidad. En este enfoque, se usan residuos de biomasa como fuente de energía y se promueve el uso de ecotecnologías para contar con los servicios necesarios para la operación del proceso; además, se inducen las condiciones para tener las condiciones de higiene y seguridad que coadyuven a la adecuada operación del proceso y manejo del producto. De forma relevante, el paquete tecnológico incluye los lineamientos para que los micro y pequeños productores se capaciten en los aspectos técnicos y, relevantemente, en la

comercialización en nuevos mercados, como premisa para lograr un mejor beneficio económico de sus unidades productivas y, en consecuencias, lograr el bienestar de las familias y las comunidades.

En este documento, presenta de forma sintética, con un lenguaje accesible a micro y pequeños productores, un conjunto de prácticas y recomendaciones que les permitirán implementar la producción sostenible de ron artesanal, con favorables beneficios desde el punto de vista tecnológico, energético, ambiental, económico y social. Estas prácticas y recomendaciones se han moldeado y validado a partir del intercambio de saberes entre los productores y el grupo de trabajo que entusiastamente participó en el proyecto.

La adopción de enfoques sostenibles en cada una de las etapas de la cadena de valor, contribuirán a la calidad del ron artesanal y permitirá identificar en el futuro cercano estrategias para el escalamiento de la producción. La preservación de algunas prácticas tradicionales en la operación del trapiche permitirá obtener un producto con rasgos originales de las comunidades piloncilleras Tenek, con características sensoriales muy propias, que puede potenciar la comercialización del ron artesanal en mercados nacionales e internacionales, contribuyendo al desarrollo económico local y a preservar las raíces culturales de los pueblos originarios, motivo de orgullo para todos los mexicanos.

Dr. Marco Antonio Sánchez Castillo

Responsable Técnico

PAQUETES TECNOLÓGICOS

En el contexto del promover el desarrollo sostenible de las comunidades piloncilleras Tének de la Huasteca Potosina, los autores han propuestos 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.**
- **TRAPICHE COMO MODELO DE UNA MICROBIORREFINERIA.**
- **CENTRO DE INNOVACIÓN PARA LA VALORIZACIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS Y ENERGÍAS RENOVABLES (CIVASORER).**

Con gusto podemos compartir con los interesados la información sobre los paquetes tecnológicos y los espacios de demostración y capacitación.

Agradeceremos que los lectores tengan la confianza que dirigirse con nosotros en caso de cualquier pregunta, duda o comentario. Además, pueden ponerse en contacto en caso de necesitar alguna asesoría, apoyo o análisis para la implementación del paquete

tecnológico en una unidad productiva rural, o para solicitar una demostración y capacitación sobre el paquete tecnológico.

El apoyo se extiende a diversos aspectos tecnológicos, ambientales energéticos, económicos y/o sociales.

Atentamente.

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

San Luis Potosí, S.L.P.

Dr. Marco A. Sánchez Castillo

masanchez@uaslp.mx

MC. L. Fabiola Palomo González

fabiola.palomo@uaslp.mx

Universidad Autónoma Metropolitana

Ciudad de México

Dr. Sergio A. Gómez Torres

sgomez@xanum.uam.mx

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 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.

=

x

INDICE

1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVO	5
3. BASES PARA EL DESARROLLO DEL PAQUETE TECNOLÓGICO	6
3.1. TÉCNICOS	6
3.2. AMBIENTALES	7
3.3. ENERGÉTICOS	7
3.4. ECONÓMICOS	8
3.5. SOCIALES	8
4. TRANSFERENCIA DE SABERES PARA MEJORA DEL PROCESO ARTESANAL	11
4.1. VENTAJAS DEL PROCESO DE TRANSFERENCIA DE SABERES	11
4.2. ACTIVIDADES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.	13
4.3. ESTRATEGIA PARA LA TRANSFERENCIA DE SABERES Y DESARROLLO DE PROPUESTAS	14
5. REVISIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS	16
5.1. PRODUCCIÓN ARTESANAL DE RON	17
5.2. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA	18
5.3. LEVADURA	18
5.4. PRODUCTO	19
6. PRODUCCION ARTESANAL DE RON CON ENFOQUE SOSTENIBLE	21
7. CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS, INTERMEDIARIOS Y PRODUCTOS	31
7.1. ESTRATEGIA DE CARACTERIZACIÓN	31
7.2. RECOMENDACIONES ADICIONALES PARA LOS PRODUCTORES	33
8. ESCENARIOS DE PRODUCTIVIDAD	35
8.1. ESTRATEGIAS TÉCNICAS PARA MEJORAR PRODUCTIVIDAD EN LOS TRAPICHES ACTUALES	36
9. FORMACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTORES	39
9.1. FORMACIÓN DE PRODUCTORES EN EL PAQUETE TECNOLÓGICO	40
9.2. FORMACIÓN DE PRODUCTORES EN EMPRENDIMIENTO SOCIAL	41
9.3. CURSOS / TALLERES DE CAPACITACIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA	45
9.3.1. <i>Características generales</i>	45
9.3.2. <i>Propósitos de los cursos / talleres complementarios</i>	46
9.4. TALLERES DE FORMACIÓN COMPLEMENTARIA	46
9.5. REDES DE APOYO Y SEGUIMIENTO	47
9.6. PRODUCTORES LOCALES COMO CAPACITADORES	48
9.7. CERTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS TÉCNICAS DE PRODUCTORES	49

10.	BASES PARA ESQUEMAS DE ECONOMÍA SOLIDARIA	51
11.	IMPACTOS	55
12.	GESTIÓN PARA EL DESARROLLO DEL PAQUETE TECNOLÓGICO	61
12.1.	GESTIONES CON PRESIDENTES MUNICIPALES	61
12.2.	DIRECTORIO DE INTERESADOS EN PAQUETES TECNOLÓGICOS	64
13.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	67
13.1.	IDEAS CONCLUSIVAS	67
13.2.	RECOMENDACIONES A CORTO Y MEDIANO PLAZO:	69
13.3.	INVITACIÓN A LA ACCIÓN PARA LAS COMUNIDADES RURALES:	70
14.	REFERENCIAS	71

1. INTRODUCCION

Las comunidades piloncilleras Tének de la Huasteca Potosina, a través de tradiciones centenarias, usan la caña de azúcar para producir pilón y piloncillo granulado, como elementos distintivos de su cultura y como principal fuente de ingreso económico para el sustento de las familias. A la fecha, estos procesos productivos enfrentan múltiples retos tecnológicos y económicos que les permitan mantener sus tradiciones y, a la par, mejorar la productividad, la calidad de sus productos y establecer nuevos canales de comercialización que incrementen los ingresos económicos necesarios para dar a sus familias mejor calidad de vida.

En este escenario, el equipo académico del proyecto PRONACES 321073 realizó un diagnóstico comunitario en las comunidades piloncilleras Tének de la Huasteca Potosina para identificar y validar las alternativas de interés para los productores y comunidades que les permitan diversificar su cartera de productos, desde un enfoque sostenible, privilegiando el uso de las materias primas y de los residuos disponibles e induciendo el uso de ecotecnologías para satisfacer las necesidades energéticas de la unidad productiva. Durante el diagnóstico realizado en la zona de incidencia se comentó con los productores que hay múltiples alternativas para usar los diferentes productos de la caña de azúcar, el jugo de caña, la melaza y el piloncillo, para generar productos de valor agregado que se pueden comercializar de forma preferente en el mercado, con mejorar beneficios económicos que los productos actuales. También se les hizo notar que un enfoque de economía circular, se pueden usar también los residuos, como las podas verdes y en el bagazo de caña, para generar diversos productos de valor agregado, en el contexto de una micro-biorrefinería rural, adaptada al tipo y cantidad de biomasa residual disponible en las comunidades. Como resultado colegiado del diagnóstico inicial se propuso la primera versión de una micro-biorrefinería con base en la valorización de los productos y residuos de la conversión de la caña de azúcar en el trapiche. De forma relevante, se convino desarrollar prioritariamente las líneas de productos sustentadas en tecnologías simples y de baja inversión económica (Figura 1).

El enfoque para desarrollar cada línea de producto fue mediante la implementación de paquetes tecnológicos, a partir de prototipos de procesos y/o equipos, que se diseñan, se implementan y/o se optimizan con perspectiva de sostenibilidad. En la estrategia propuesta, cuando el proceso o producto no ha sido implementado en campo, se propone primero una evaluación a nivel laboratorio, para garantizar las condiciones de operación y los referentes de productividad y calidad del producto. En una etapa subsiguiente, se hace la transferencia de la

tecnología a los productores, se implementa el proceso en el trapiche y se hace una validación de la operación, la productividad y la calidad del producto.

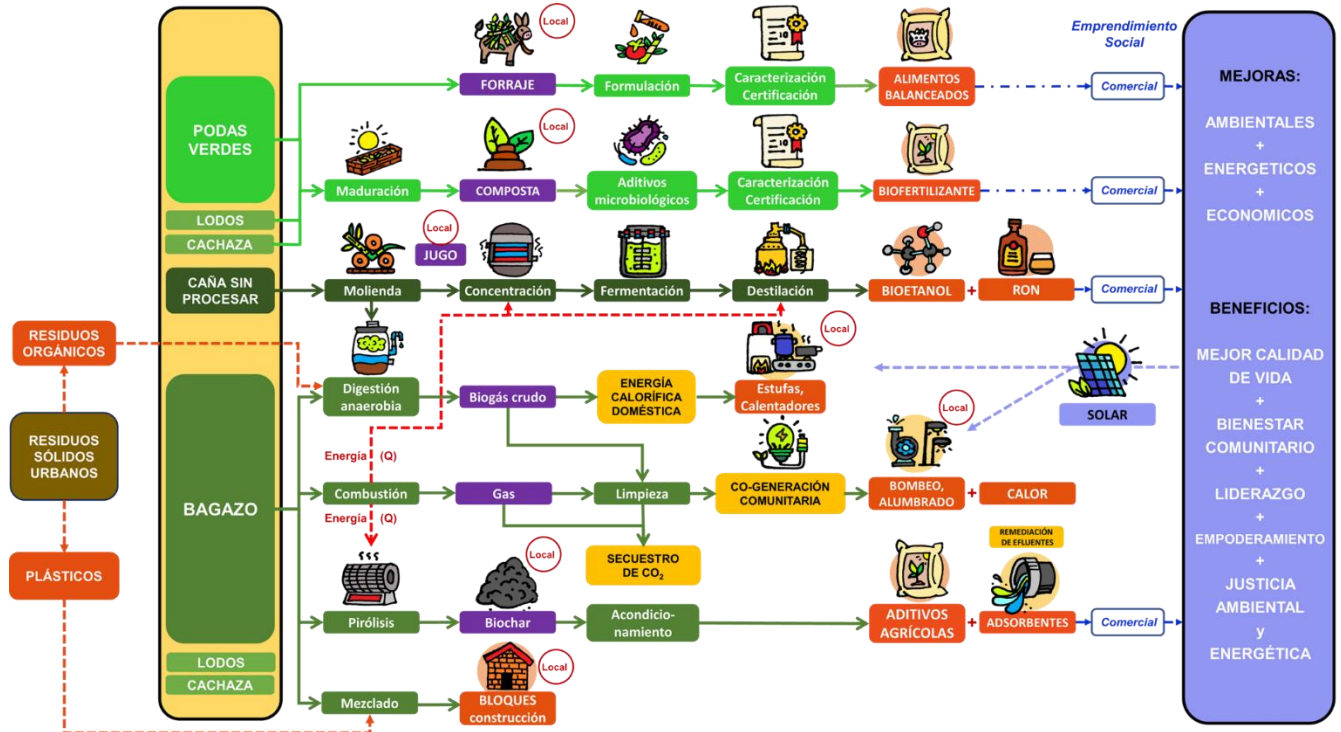


Figura 1 Alternativa de aprovechamiento de los recursos naturales, productos y residuos generados en las comunidades de incidencia para establecer una micro-biorrefinería rural.

El equipo de trabajo postula que la progresiva instalación de los paquetes tecnológicos para cada línea de producto, a escala demostrativa, validará la prueba de concepto, desarrollará las competencias de los productores, y permitirá obtener la información necesaria para que el proceso/producto pueda ser apropiadamente escalado. De forma importante, cada línea de desarrollo tecnológico está acoplada a una línea de emprendimiento social, desde la cual se establece un modelo de negocio favorable para que los productores comercialicen de forma directa sus productos en el mercado local, estatal y nacional. En perspectiva, la implementación y articulación de los paquetes tecnológicos en un trapiche son para postular una micro-biorrefinería rural, acorde a la naturaleza y disponibilidad de las materias primas, intermediarios y productos de los diferentes sistemas de producción de la zona de incidencia. A futuro, el concepto de la micro-biorrefinería rural facilitará el uso de los intermediarios y residuos del procesamiento primario de la caña de azúcar, para obtener productos de mayor valor agregado

en el sector industrial tales como etanol, el ácido láctico, el sorbitol, entre muchos otros que demandan más tecnología, servicios e inversiones.

En este paquete tecnológico, respetando los procesos que los productores identificaron como preferentes y que son viables de adecuarse en un trapiche, se propone en uso de jugo de caña, melaza y/o piloncillo granulado para la producción sostenible de ron artesanal.

En este documento se incluyen:

- Bases para el desarrollo del paquete tecnológico.
- Transferencia de saberes para mejora del proceso artesanal.
- Revisión de conceptos básicos.
- Producción artesanal de ron con enfoque sostenible.
- Calidad de materias primas, intermediarios y productos.
- Escenarios de productividad en la zona de incidencia.
- Formación técnica de productores.
- Bases para esquemas de economía solidaria.
- Impactos.
- Gestión para el desarrollo del paquete tecnológico.
- Conclusión y recomendaciones.
- Referencias.

Finalmente, se hace notar que los procesos/equipos/servicios con los que se demuestra la producción de ron artesanal en la zona de incidencia se desarrollaron tecnológicamente con el apoyo del personal académico de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, quienes lideraron el esfuerzo para la transferencia tecnológica en campo, a nivel de la instalación del prototipo y de la capacitación de productores. Así mismo, se contó con el invaluable apoyo económico de la Universidad Autónoma Metropolitana; los recursos económicos concurrentes aportados por esta institución, complementó el apoyo del CONAHCYT y se lograron instalar dos unidades demostrativas: en el trapiche modelo de una microbiorrefinería en la comunidad de El Barrancón y otro en el “Centro de Innovación para la Valorización Sostenible de Residuos y Energías Renovables” (CIVASORER) en la cabecera municipal de Tanlajás, S.L.P. El CIVASORER es el punto focal para la inducción, la demostración, la capacitación, la gestión y la socialización requeridas para detonar este paquete tecnológico en su etapa inicial.

La estrategia referida toma en cuenta las realidades y los retos de los productores, para construir “trajes a la medida” que contribuyan al desarrollo sostenible de las comunidades usando los conceptos de economía circular, de micro-biorrefinerías cero residuos y emprendimiento social. El mayor reto es encontrar los mecanismos de gestión para replicar el paquete tecnológico, como un favorable vector para que las comunidades rurales transiten a mejores escenarios de desarrollo personal, comunitario, social y económico.

2. OBJETIVO

El objetivo general del paquete tecnológico es:

Usar el jugo de caña, la melaza y/o el piloncillo granulado de forma alternativa para producir ron artesanal, con un enfoque sostenible, que genere un producto atractivo para el consumidor, de tal forma que se facilite su comercialización directamente en el mercado, como opción para detonar el desarrollo económico y el bienestar social de los productores y las comunidades.

Las acciones que contribuyen al desarrollo del paquete tecnológico incluyen:

- Validar a nivel laboratorio la producción de ron, a partir de jugo de caña, melaza y de piloncillo granulado producidos en las comunidades piloncilleras Tének de la Huasteca Potosina.
- Establecer un proceso sostenible para la producción de ron artesanal con las etapas, equipos y servicios mínimos necesarios para la producción en el trapiche.
- Transferir la tecnología a campo: instalación de unidades demostrativas y la validación de la calidad de producto.
- Exhibir y degustar el ron producido en la zona de incidencia, para que los productores se convenzan del potencial de ampliar su portafolio de productos.
- Articular con los productores una propuesta local para gestionar los recursos necesarios para instalar unidades piloto de producción de ron
- Acoplar a los productores participantes en el programa de capacitación en emprendimiento social.
- Ayudar a la formación de un grupo piloto de productores para promover la producción artesanal de ron.

3. BASES PARA EL DESARROLLO DEL PAQUETE TECNOLÓGICO

Los ejes rectores de este paquete tecnológico se indican a continuación.

3.1. Técnicos

- ***Diversificación de productos y fuentes de Ingresos***

La dependencia exclusiva de la producción y venta de piloncillo granulado es arriesgada sobre todo cuando la demanda fluctúa o el mercado local está saturado. La producción de ron artesanal abre nuevas líneas de ingresos, lo que mejora la estabilidad económica del trapiche y disminuye los riesgos económicos. Complementariamente, el ron artesanal tiene un mayor valor comercial que el piloncillo, permitiendo mejores márgenes de ganancia y maximizando el uso de los recursos naturales disponibles en el trapiche.

- ***Aprovechamiento integral de la materia prima***

El procesamiento de la caña de azúcar en el trapiche genera productos y subproductos que se pueden usar integralmente en la producción de ron artesanal. Este enfoque es más eficiente, optimiza los recursos y mejora la sostenibilidad del proceso. La posibilidad de utilizar estrictamente el bagazo como combustible favorece los aspectos ambientales y energéticos y contribuye a que el proceso artesanal sea rentable.

- ***Optimización del proceso productivo:***

Implementar estrategias y/o tecnologías viables, simples o económicas que mejoren, entre otros:

- la productividad y la calidad del producto,
- la generación y uso de energía calorífica,
- el uso de ecotecnologías para los servicios del trapiche (agua, energía eléctrica y drenaje).

- ***Oportunidad de innovación tecnológica***

La incorporación de elementos de ciencia y tecnología para validar y optimizar el proceso de producción de ron artesanal que se transfiere a campo abre un espacio para la innovación al integrar elementos diferenciadores en los procesos de fermentación y destilación acordes a las necesidades tecnológicas y a las condiciones de operación y servicios que prevalecen en los trapiches.

3.2. Ambientales

- ***Buenas prácticas ambientales***

La producción de ron artesanal en el trapiche con prácticas sostenibles en el uso eficiente de los recursos, la valorización de los residuos y el uso de energías renovables, contribuye al cuidado del medio ambiente, al uso responsable de energía y puede generar beneficios para las familias de pueblos originarios, lo que resulta en un producto que se puede comercializar como sostenible, de comercio justo, con sellos de producción local, generando una ventaja competitiva en mercados sensibilizados por estas causas. De hecho, muchos consumidores están cada día más interesados en el origen orgánico de los productos que adquieren. Por esta razón, las prácticas de producción responsable, segura, higiénica y sostenible del ron artesanal pueden a futuro recibir certificaciones que aumenten la aceptación en mercados internacionales.

- ***Impacto del cambio climático***

El productor debe entender la forma en la que las variaciones climáticas, como sequías o lluvias excesivas, afectan tanto el cultivo de caña de azúcar y el proceso de producción de ron, que repercute en la economía y la incertidumbre en la producción.

- ***Reducción del impacto ambiental:***

A través de las siguientes acciones:

- No usar fertilizantes ni herbicidas en el cultivo de caña.
- No quemar la caña para su corte (cosecha).
- No usar aditivos químicos en la producción del ron.

- ***Hacer la gestión adecuada de residuos del trapiche.***

Este aspecto es relevante para evitar daños al medio ambiente y a la salud, pero también una excelente alternativa “limpia” para generar distintos materiales y productos químicos (microbiorrefinerías).

3.3. Energéticos

- ***Aprovechamiento de los residuos.***

Fomentar el uso de biomasa generada durante la producción (bagazo) o de otra biomasa lignocelulósica residual (otates) para producir energías renovables (energía térmica) que sean utilizadas en el proceso de producción, reduciendo la dependencia de fuentes externas de energía.

- ***Aprovechamiento de los recursos naturales***

Inducir a los productores al uso de los recursos naturales, como la radiación solar, para generar energía eléctrica.

3.4. Económicos

Se debe habilitar a los productores para que resuelvan, entre otros, los siguientes retos:

- ***Incremento de valor agregado y atracción de nuevos mercados***

La producción de ron artesanal posiciona al trapiche como un productor no solo de alimentos básicos, sino también de bebidas de calidad, y le permite ofrecer productos de mayor valor agregado para consumidores nacionales e internacionales. Además, el ron artesanal puede reflejar una historia y una identidad cultural distintiva de la comunidad Tének, con amplio potencial para crear una narrativa de marca más sólida y diferenciada. El ron artesanal tiene un nicho de mercado creciente en la industria de bebidas alcohólicas, especialmente en mercados que buscan productos tradicionales, naturales y de origen local. Claramente, el ron artesanal de la Huasteca Potosina puede generar un valor agregado significativo frente a la competencia.

- ***Formalización de una cadena de valor por parte de los productores.***

- ***Desarrollo de esquemas de economía solidaria.***

- Modelo de emprendimiento social

Para habilitar a los productores a incorporarse a una cadena de valor más organizada, eliminando intermediarios o "coyotes".

- ***Fortalecimiento de la economía y el bienestar social***

Impulsar el desarrollo económico de las comunidades rurales al generar empleo local y promover la creación de pequeños negocios o cooperativas que comercialicen el ron artesanal en nuevos mercados.

- ***Gestión de recursos económicos e infraestructura a través de programas públicos y privados, incluyendo el acceso a financiamiento.***

La atención de estos retos les permitirá acceder a mercados más grandes y ofertar sus productos a mejores precios para tener mayores márgenes de ganancia y evitar la vulnerabilidad a la fluctuación de los precios.

3.5. Sociales

- ***Capacitación y empoderamiento de los productores:***

La producción de ron artesanal requiere de algunos conocimientos técnicos y de habilidades especializadas. Esto representa una oportunidad para capacitar a los micro y

pequeños productores, para mejorar sus competencias técnicas y de emprendimiento, lo que contribuye al desarrollo económico de la comunidad.

- ***Desarrollo económico y comunitario***

El enfoque de emprendimiento social propuesto complementariamente para la comercialización del producto promueve la autoestima y el empoderamiento de productores y las comunidades. Así mismo, les permite organizarse para generar empleos, los induce a comercializar el producto de forma directa en mercados nacionales e internacionales, y les da un marco de referencia para que tengan un modelo de negocio acorde a sus necesidades, orientado a resolver las barreras locales y hacerlos competitivos en el mercado. Estos y otros aspectos que forman parte del proceso de capacitación en emprendimiento, promueven directamente el desarrollo económico de las unidades productivas y es la génesis para lograr el bienestar comunitario.

- ***Fomento del turismo y la cultura local***

Si bien no es el objetivo inicial del proyecto, la producción de piloncillo granulado y de ron artesanal puede ser un foco de atracción turística, ya que muchas personas buscan conocer procesos y/o productos tradicionales. De esta forma, los productos del trapiche pueden ser la base para generar rutas turísticas o visitas guiadas que mejoren la visibilidad del trapiche y de las comunidades Tének.

- *Promover la gestión de condiciones socioeconómicas favorables.*

En particular, el acceso a servicios públicos en el trapiche y la vivienda.

- *Difusión de los temas que desarrollen el interés de los niñas(os), jóvenes y familias por el desarrollo personal y comunitario, el cuidado del medio ambiente, la valorización de residuos y el uso de ecotecnologías.*

4. TRANSFERENCIA DE SABERES PARA MEJORA DEL PROCESO ARTESANAL

Los ajustes o cambios necesarios en el proceso de producción artesanal de ron con enfoque sostenible deben surgir de procesos de transferencia de saberes entre los micro y pequeños productores de la zona de incidencia y el equipo de trabajado integrado por profesores y estudiantes de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, y la Universidad Autónoma Metropolitana.

4.1. Ventajas del proceso de transferencia de saberes

En el marco del desarrollo del paquete tecnológico, la transferencia de saberes es invaluable por las siguientes razones.

- **Valoración y respeto de las tradiciones locales y la experiencia de los productores.**

Los micro y pequeños productores tienen un amplio y valioso conocimiento de los métodos tradicionales de producción de caña de azúcar, jugo de caña, melaza y piloncillo granulado que se ha perfeccionado de generación en generación. Estos saberes son un patrimonio cultural y parte integral de la identidad de las comunidades de los pueblos originarios. La integración de estos conocimientos en el ajuste o los cambios propuestos asegura que la etapa de generación de materia prima en el proceso artesanal se mantenga auténtica y respetuosa con las tradiciones locales, lo cual es también fundamental para la aceptación y el éxito del producto en el mercado.

- **Adaptación de tecnologías a la realidad local:**

El intercambio de saberes con los productores permite que los académicos comprendan mejor las condiciones particulares en las que los productores trabajan, así como el tipo de materia prima disponible, las condiciones climáticas, las prácticas locales, las limitaciones de recursos y servicios y las necesidades específicas del proceso o producto. Este conocimiento y experiencia es imprescindible para adaptar las soluciones tecnológicas propuestas a la realidad de los productores y de su entorno, evitando enfoques que sean ineficaces, costosos o inviables para ellos. También se reduce el tiempo y los recursos para que los académicos diseñen soluciones pertinentes y que cumplan con las necesidades y capacidades locales, lo que incrementa la viabilidad y la sostenibilidad de las mejoras tecnológicas.

- **Innovación con base en la práctica:**

Los académicos pueden aportar nuevas ideas, metodologías y tecnologías basadas en ciencia y tecnología para mejorar la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad del proceso de producción de ron artesanal. Sin embargo, estas innovaciones deben ser validadas y adaptadas al contexto práctico de los productores. Los productores, con su experiencia práctica, pueden ofrecer retroalimentación para afinar o modificar las propuestas académicas, asegurando que las innovaciones sean realmente útiles y eficaces. Este intercambio permite un dialogo constante, que genera innovación, respeta las tradiciones y mejora los procesos.

- **Desarrollo de soluciones sostenibles:**

La sostenibilidad es el eje rector en desarrollo del paquete y el concepto puede ser un reto inicial para los productores. Sin embargo, los productores tienen un conocimiento intuitivo sobre las prácticas sostenibles que han desarrollado en su proceso a lo largo del tiempo, lo que requieren entonces es la información y/o los recursos para optimizar estas prácticas. De esta forma se facilita un enfoque común de productores y académicos para, por ejemplo, introducir tecnologías “limpias”, como el uso de energías renovables o la gestión eficiente de residuos, ayudando a que los productores utilicen sus recursos de manera más eficiente y con menor impacto ambiental.

- **Empoderamiento de la comunidad**

La transferencia de saberes permite compartir experiencias y desafíos e induce la adopción de conocimientos y de tecnologías en los dos extremos de la cadena de comunicación. El beneficio de este proceso para el sector académico es que se favorece una enseñanza más rica y contextualizada para los estudiantes participantes. Para las comunidades, este proceso empodera a los productores, dándoles la confianza para implementar cambios y adoptar nuevas prácticas de forma independiente. Además, el contacto directo con académicos y estudiantes puede aumentar la visibilidad de su trabajo y de sus productos en mercados más amplios, al participar en eventos académicos disciplinares.

- **Mejora de la competitividad en mercados más grandes:**

Los resultados de la transferencia de saberes generan la oportunidad de innovar en los procesos y mejorar la calidad de los productos. Esto permite a los productores competir en condiciones preferenciales en mercados más grandes, no solo en términos de precio, sino también en términos de calidad y sostenibilidad. Los académicos pueden ayudar a los productores, por ejemplo, a cumplir con normativas o a que se organicen en una figura legal,

aspectos que son indispensables para la comercialización de los productos artesanales en mercados nacionales e internacionales.

Colofón

De acuerdo con lo anterior, la sinergia de las experiencias de los productores con el enfoque científico de los académicos puede facilitar la creación de procesos más sostenibles, tanto desde el punto de vista económico como ecológico.

En el desarrollo de este paquete, los productores participantes fueron miembros de diversas comunidades piloncilleras Tének alrededor del municipio de Tanlajás, en la Huasteca Potosina. Solidariamente, más de una decena de productores compartió sus expectativas en la elaboración de ron artesanal y dos de ellos abrieron sus trapiches para ilustrar el proceso de forma práctica.

4.2. Actividades de ciencia y tecnología para la optimización de procesos.

La propuesta para el desarrollo de prototipos y paquetes tecnológicos implica diversas actividades de ciencia y tecnología, son imprescindibles para validar las propuestas de solución y asegurar que las mismas contribuyen efectivamente a la producción sostenible de ron artesanal, en un enfoque basado en la conjunción de la experiencia y el conocimiento técnico y que, además, promueve el desarrollo e integración de elementos diferenciadores con respecto a otros procesos, productos o servicios establecidos. En este escenarios, las actividades de ciencia y tecnología favorecen, entre otros, los siguientes aspectos:

- **Un mejor entendimiento y la optimización de los procesos en el trapiche.**
- **La mejora de productividad y calidad de los productos artesanales del trapiche.**
- **El desarrollo de nuevos procesos, productos o servicios.**
- **La documentación que las mejoras propuestas contribuyen a la sostenibilidad.**
- **La validación de los elementos diferenciadores y la transferencia de conocimientos / tecnologías**

- **Identificación de nuevos mercados y de alternativas de comercialización.**
- **La organización en equipos de trabajo y en negocios/empresas de carácter social.**

El equipo académico de trabajo para el desarrollo de este paquete tuvo un perfil interdisciplinar. Las acciones de ciencia y tecnología implicaron, entre otras, trabajo de laboratorio químicos, físicos y de alimentos, simulaciones de proceso en computadora, diferentes estrategias de trabajo en campo y el análisis integral de los resultados desde distintas perspectivas de sostenibilidad.

4.3. Estrategia para la transferencia de saberes y desarrollo de propuestas

Operativamente, la secuencia de integrar los elementos de la transferencia de saberes y las bases de ciencia y tecnología fue la siguiente.

- **Definir los equipos de trabajo, en campo y en academia.**
- **Entre ambos equipos, realizar un diagnóstico del proceso o producto a optimizar, identificando necesidades / oportunidades muy específicas.**
- **Proponer los diseños, ajustes o modificaciones iniciales para el proceso o producto.**
- **Validación de los diseños, ajustes o modificaciones en la academia a través de experimentos o simulaciones.**
- **Validación de los diseños, ajustes o modificaciones en campo**
- **Identificación de áreas de oportunidad en las 5 dimensiones de la sostenibilidad: tecnológicas, energéticas, ambientales, económicas y sociales.**
- **Desarrollo de un proceso o producto mejorado a nivel académico**
- **Nueva validación del proceso o servicio en campo.**

- **De ser el caso, definir los detalles de la transferencia tecnológica.**
- **Dar seguimiento y hacer evaluaciones en campo.**
- **Gestión conjunta de recursos para la transferencia/escalamiento de la tecnología, o bien, para la operación en campo.**
- **Acoplar el desarrollo del proceso o producto al programa de emprendimiento social.**
- **Adaptar una réplica el producto o servicio en los espacios que faciliten los procesos de capacitación de productores o de divulgación entre niñas(os) y jóvenes.**

5. REVISIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS

El ron es una bebida alcohólica destilada que se elabora a partir de la fermentación y destilación de los derivados de la caña de azúcar, como el jugo, la melaza o el piloncillo granulado. El ron mexicano tiene características únicas, que dependen de la región productora, de la materia prima y de los procesos de producción. En el país existen varias regiones productoras de ron, siendo una de las más destacadas la Huasteca de los estados de Veracruz, San Luis Potosí e Hidalgo.

La producción de ron a partir de los productos de jugo de caña de azúcar en las comunidades piloncilleras Tének de la Huasteca Potosina implica diversos retos técnicos, energéticos, económicos y logísticos. Sin embargo, los productores tienen toda la motivación y el interés en capacitarse para implementar la producción de ron artesanal en sus trapiches.

Las principales etapas en la producción incluyen:

- ***Etapas de Pasteurización del jugo.***
 - Se calienta el jugo hasta el punto de ebullición.
 - Para la eliminación de microorganismos presentes en el jugo.
- ***Etapas de fermentación del jugo.***
 - El sustrato/jugo se procesa en presencia de levaduras y de forma anaerobia (en ausencia de oxígeno).
 - La cantidad de glucosa en el sustrato es importante; con mayor concentración de glucosa aumenta el rendimiento de alcohol.
 - Es necesario el control de la temperatura de crecimiento de la levadura (34-36 °C).
 - El tiempo de fermentación es de ~96 h o 4 días para la producción de etanol.
- ***Etapas de destilación del jugo fermentado.***
 - El producto de la fermentación es etanol, que se separa de otros compuestos de la mezcla a través de una columna de destilación.
 - El ron obtenido tiene una concentración de alcohol de 50-55 °GL determinada por las variables de operación en campo.
- ***Etapas de dilución o ajuste de la concentración del etanol.***
 - A partir de la concentración de alcohol obtenida se diluye hasta la concentración 35° GL de un ron típico.
 - Posteriormente, el ron obtenido pasa a la etapa de embotellado para su comercialización.

5.1. Producción artesanal de Ron

De acuerdo a lo anterior, el azúcar del jugo, la melaza o el piloncillo granulado se fermenta con levaduras para convertirla en alcohol. Luego, el líquido fermentado se destila para concentrar el alcohol y eliminar impurezas. El destilado resultante tiene una concentración de alcohol y un sabor que varía según la técnica de producción y el tiempo de envejecimiento.

Las características sensoriales para el ron de acuerdo al origen están especificadas en la NOM-199-SCFI-2017 y corresponden a un líquido incoloro con sabor de acuerdo al origen.

En algunos casos el ron mexicano se puede envejecer /añejar en barricas de roble, lo que le otorga complejidad, color y sabores más profundos, como vainilla, caramelo, o toques de madera. El tiempo de envejecimiento varía, y mientras más tiempo pase en las barricas, más complejos serán los sabores del ron.

Es importante indicar que el potencial del ron de la Huasteca Potosina se puede incrementar si el ron no se añeja. Es suficiente que el ron se consuma después de su producción (ron blanco), tratando que en el proceso de producción, envase y almacenamiento no pierda el olor, sabor y color distintivo del jugo, melaza o piloncillo que le da origen.

La producción de ron en la Huasteca Potosina por micro y pequeños productores (MyPP) de caña de azúcar es en sus propios trapiches. La escala de producción puede ser limitada e inicialmente no puede dirigirse a mercados locales y regionales. No hay cifras oficiales precisas sobre el volumen de producción de ron en esta zona, pero se estima que es de pequeña a mediana escala. Aunque el ron artesanal en la Huasteca Potosina no es tan comercial, hay algunas marcas emergentes que han comenzado a posicionarse entre ellos: el Ron cañada, el Ron Arroyo Seco y el Ron Potosí el cual ofrecen versiones de ron blanco y añejo, y su precio de venta por litro es de \$ 220-\$300 pesos para el ron blanco y de \$350-\$800 pesos para el ron añejo.

En el contexto anterior algunos posibles elementos diferenciadores del ron artesanal de la Huasteca Potosina son los siguientes:

- ***Uso de materia prima orgánica***

Los MyPP no usan fertilizantes ni herbicidas en el cultivo de la caña de azúcar y no queman la caña durante su corte.

- ***Procesos artesanales de pequeña escala***

La producción de ron por los MyPP en los trapiches familiares, favorece una atención detallada del proceso y de la calidad del producto.

- ***Uso de métodos simples:***

Los MyPP pueden emplear en un mismo tanque las etapas de Pasteurización, Fermentación y Destilación para la obtención del ron artesanal.

- **Enfoque en la sostenibilidad:**

Los MyPP están comprometidos y cuentan con la capacitación para implementar los favorables beneficios de los procesos con enfoque sostenible desde el cultivo hasta la distribución del producto.

- **Potencial para atraer turismo.**

Con el auge del interés por los MyPP artesanales y el creciente turismo en la Huasteca Potosina, existe un potencial significativo para que la producción de ron artesanal en la región aumente.

- **Productos con certificación**

Las marcas locales podrían beneficiarse de la certificación de productos artesanales como comercio justo lo cual ayudaría a posicionar al ron de la Huasteca Potosina en mercados nacionales e internacionales.

5.2. Fermentación alcohólica

Es el proceso de oxidación de azúcares reductores a moléculas simples, con la generación de un producto final orgánico que es el etanol. En términos bioquímicos, es un proceso anaeróbico realizado por levaduras y algunas clases de bacterias, en el cual los azúcares, el sustrato celular, son transformados principalmente en alcohol etílico y dióxido de carbono, con la generación y empleo de equivalentes de reducción de los compuestos NADH/NAD⁺ y NADHP/NADP⁺ y moléculas de alta energía, el ATP. La energía que se sintetiza en forma de ATP como ATP es a partir de un proceso canónico de glicólisis hasta la obtención del piruvato, que entra al ciclo del ácido cítrico, para obtener el poder reductor que se utiliza en la cadena de transporte de electrones para generar energía, el ATP. Por otro lado, en la fermentación alcohólica, el etanol se sintetiza a partir de la molécula de piruvato. Par este proceso, en las levaduras, el piruvato se descarboxila a aldehído y luego se reduce a alcohol, por acción de una alcohol deshidrogenasa, que es el producto principal del metabolismo fermentativo de las levaduras alcohologénicas (Morales Martínez et al., 2017)

5.3. Levadura

Saccharomyces cerevisiae

Es una levadura que constituye el grupo de microorganismos más íntimamente asociado

al progreso y *bienestar* de la humanidad; su nombre deriva del vocablo *Saccharo* (azúcar), *myces* (hongo) y *cerevisiae* (cerveza). Es una levadura heterótrofa, que obtiene la energía a partir de la glucosa y tiene una elevada capacidad fermentativa. Puede aislarse con facilidad en plantas y tierra, (Suárez-Machín, Garrido- Carralero, & Guevara-Rodríguez, 2016).

Saccharomyces cerevisiae es la especie de levaduras utilizadas por excelencia para la obtención de etanol a nivel industrial debido a que es un microorganismo de fácil manipulación y recuperación, no es exigente en cuanto a su cultivo, no presenta alto costo, tolera altas concentraciones de etanol, en la fermentación produce bajos niveles de subproductos, es osmotolerante, capaz de utilizar altas concentraciones de azúcares.

Es una levadura cuya colonia es de color crema o blanco, apariencia húmeda y brillante, de bordes irregulares. La temperatura óptima de crecimiento es de 34-38 C. *Saccharomyces cerevisiae* y otras especies de levaduras en general, realizan fermentación alcohólica, en la cual el etanol es formado a partir de la D-glucosa; este azúcar es convertido en piruvato por la vía de Embden-Meyerhof Parnas en la cual el piruvato es descarboxilado a acetaldehído por la piruvato descarboxilasa y la tiamina pirofosfato y el acetaldehído reducido finalmente a etanol, (Suarez, Garrido, & Guevara, 2016).

Esta levadura requiere ciertos nutrientes y condiciones ambientales para tener un adecuado crecimiento y reproducción. Algunos elementos son necesarios como el carbono, hidrogeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo. El carbono sirve como fuente de energía, el nitrógeno forma parte esencial de las proteínas, aminoácidos y ácidos nucleicos, el fósforo se encuentra en los ácidos nucleicos, en la lecitina y en diversos compuestos fosforilados que participan activamente en los procesos de degradación oxidativa y de intercambio energético.

El crecimiento de la levadura se ve favorecido por un pH de 4.0 – 5.0 y no se desarrollan en medio alcalino.

Su composición química incluye 75 por ciento de agua y el otro restante es de materia seca (ceniza, carbohidratos, proteína y grasa).

5.4. Producto

Etol

El etanol, o alcohol etílico, es un químico que es volátil, incoloro e inflamable. Se puede producir a partir del petróleo a través de la transformación química del etileno, pero también se puede producir por fermentación de glucosa, utilizando levadura u otros microorganismos; las plantas actuales de etanol combustible hacen etanol vía fermentación, (Dutton, 2023).

Propiedades fisicoquímicas

- Grado alcoholimétrico: 96° min
- Aspecto: Líquido transparente e incoloro.
- Olor: Característico alcohólico pH: neutro
- Punto de inflamación: 14°C Punto de ebullición :78,3°C Punto de fusión : -114°C
- Temperatura de auto ignición : 365°
- Límites de explosión (inferior/superior): 3,3 / 19 v/v. % Presión de vapor: (20°C) 59,2 mbar
- Densidad (20°C): 0,806 g/l Solubilidad: Miscible con agua
- Líquido Inflamable, miscible totalmente con agua, incoloro, olor etéreo y sabor acre.

Los usos del etanol incluyen:

- Además de usarse con fines culinarios (bebida alcohólica), el etanol se utiliza ampliamente en muchos sectores industriales y en el sector farmacéutico, como excipiente de algunos medicamentos y cosméticos (es el caso del alcohol antiséptico 70° GL y en la elaboración de ambientadores y perfumes).
- Es un buen disolvente, y puede utilizarse como anticongelante. También es un desinfectante.
- La industria química lo utiliza como compuesto de partida en la síntesis de diversos productos, como el acetato de etilo (un disolvente para pegamentos, pinturas, etc.), éter dietílico, etc.
- Se emplea como combustible industrial y doméstico, (Cornejo, 2023).
- Fabricación de bebidas alcohólicas, por ejemplo, ron

6. PRODUCCION ARTESANAL DE RON CON ENFOQUE SOSTENIBLE

Las acciones para llevar a cabo la producción artesanal de ron con enfoque sostenible se ilustran secuencialmente en la figura 2 y se describe sintéticamente en la tabla 1 incluyendo las siguientes secciones principales.

- ***Previo al proceso de producción***
 - Unidad Productiva.
 - Espacios y Servicios.
 - Equipos y Utensilios necesarios.
 - Equipo de Medición deseable.
 - Ecotecnologías deseables.
 - Higiene y Seguridad.
 - Materia Prima.
 - Energía calorífica.

- ***Proceso de producción.***
 - Recepción de la caña de azúcar.
 - Molienda de la caña de azúcar.
 - Revisión del horno.
 - Pre limpieza del jugo.
 - Pasteurización del jugo de caña.
 - Fermentación del jugo de caña.
 - Instalación de la torre de destilación.
 - Destilación.

- ***Posterior al proceso de producción.***
 - Dilución.
 - Envasado.
 - Almacenaje.
 - Comercialización.

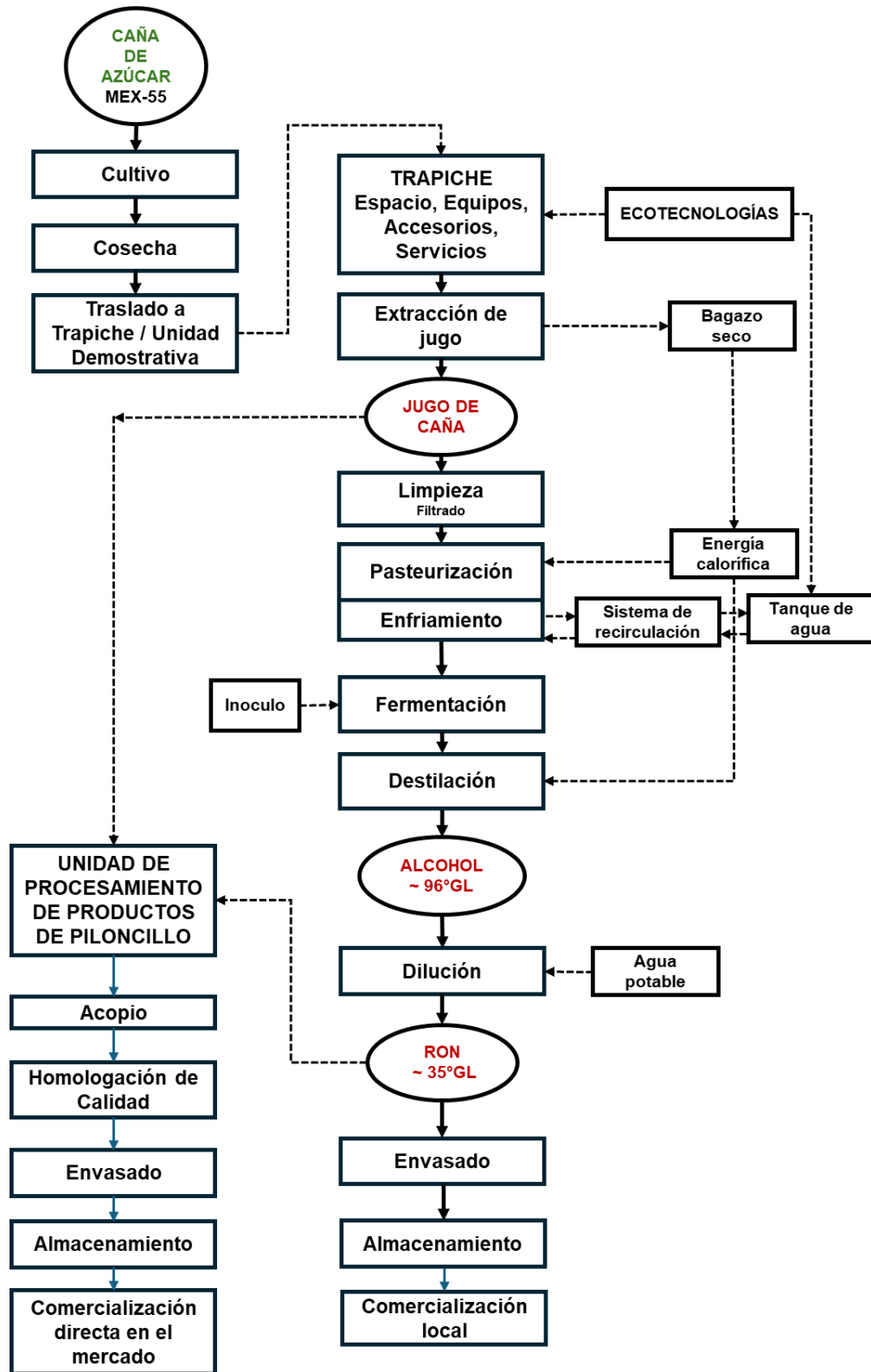


Figura 2 Secuencia de producción sostenible de ron artesanal

Con base a lo anterior se presenta el paquete tecnológico para la producción sostenible de ron artesanal proponiendo y sugiriendo los pasos para cada una de las etapas que conforman el proceso productivo. Con bases de ciencia y tecnología a partir, de los resultados en laboratorio y en campo. La información recabada se presenta como un conjunto integral de la cadena productiva que, además, promueve las buenas prácticas de manufactura, seguridad e higiene para la obtención de un producto de calidad competitivo (Tabla 1).

Tabla 1. Proceso de producción sostenible de ron artesanal

Elemento	Revisión previa al proceso de producción
	Infraestructura
	<ul style="list-style-type: none"> • Techo: lámina o paja. • Pisos: concreto, tierra firme o piedras. • Cercado: malla, bambú u otates, y puertas. • Baño: letrina o baño seco. • Espacio para secado de bagazo. • Espacio para bagazo seco usado como combustible. • Espacio para guardar las herramientas, los instrumentos y los accesorios. • Tener señalética para el trapiche.
	Agua
	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Captar el agua de lluvia en un tinaco de almacenamiento localizado en la parte alta del trapiche. • Conectar un tinaco de agua desde el depósito comunitario al trapiche y llenarlo al tanque de almacenamiento. • Filtrar el agua utilizada en el trapiche. • Recircular el agua: recuperar el agua filtrada en un tanque y bombearla al tanque de almacenamiento usando una bicibomba. <p><i>De no existir alternativa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Acarrear el agua en botes desde un pozo cercano al trapiche. <p>Producción de ron:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conectar la manguera de agua en el tanque de fermentación y el agua de salida (caliente) recuperarla en un bote de 200 L. • Tener almacenado un segundo tinaco de 1100 L con agua fría. • Conectar la manguera en el tinaco de 1100 L con una bomba de agua para llevarla hacia el tinaco de almacenamiento de 700 L para la recirculación del agua. • Almacenar agua purificada para la dilución del ron concentrado.
	Luz
<ul style="list-style-type: none"> • Instalar paneles fotovoltaicos para iluminación, carga de teléfonos, radio y / o ventiladores. <p><i>De no existir alternativa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Usar generador eléctrico a gasolina. • Usar lámparas recargables y baterías solares. 	

	Residuos (basura)
	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar contenedores en el trapiche para la disposición de basura y reciclaje. • Contenedor para bagazo y cachaza.

Unidad productiva (Trapiche): Equipos, accesorios y herramientas	Equipos, accesorios y herramientas	
	Producción de jugo:	
	Acción necesaria	Acción recomendable
	<ul style="list-style-type: none"> • Trapiche con motor a gasolina de 6 HP de 3 rodillos de acero inoxidable. • Trapiche con motor a gasolina de 9 HP de 3 rodillos de acero inoxidable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trapiche eléctrico de 2 HP de 3 rodillos de acero inoxidable.
	Producción de ron:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque fermentador de 77 cm de diámetro, 55 cm de altura, con capacidad nominal de 250 L. <ul style="list-style-type: none"> ○ Un serpentín de calentamiento y/o enfriamiento con un tubo de 3/4 de pulgada de diámetro en acero inoxidable 304 grado alimenticio calibre 16. ○ Válvulas de salida de 1". ○ Un termómetro frontal sin patas ni faldón. ○ Una bomba de alta eficiencia con cabezal de acero inoxidable 304 de 15 W. ○ Una columna de destilación de 5 platos de cobre y acero inoxidable de 2" con reflujo condensador y perico. ○ Entradas para conexiones de enfriamiento. • Placa de metal de 68 cm X 83cm. • Manguera de 50m – 100m. • Extensión eléctrica uso rudo calibre 16 de 20 m. • Linterna recargable de leds. • Pala carbonera T-22 de 1.20 m. • Horno para tanque fermentador-destilador: <ul style="list-style-type: none"> ○ sobre el suelo (interior: 65 cm X 78cm, exterior: 50cm X 100cm). • Llave de jardín latón 125 PSI 1/2". 	
	Producción de jugo:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Caja de herramientas básica: <ul style="list-style-type: none"> ○ juego de pinzas, juego de desarmadores, perica, juego de llaves, cinta métrica, aceite aflojatodo, aceite para motor para generador eléctrico, grasa. 	
	Producción de ron:	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Teflón. ○ 1 paquete de conectores: <ul style="list-style-type: none"> ○ Adaptador para poliducto de 1/2" de rosca hembra. ○ Abrazaderas de 1" y 2". ○ Niple galvanizado 1/2" x 2 1/2" y 1/2" x close ○ Conectores tipo Tee galvanizado 1/2" y macho-hembra 1/2" de latón ○ Cople liso galvanizado 1/2". ○ Codo 45° galvanizado de 1". <p style="text-align: center;">Válvula de paso 1/2" rosca PVC-1.</p>	

	Utensilios
	<p>Producción jugo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 pala de acero inoxidable o madera. • 1 cedazo de aluminio de 31cm de diámetro • Tela para filtrar el jugo. • Contenedores de gasolina para el trapiche (motor a gasolina). <p>Producción de ron:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 cuchara de 45 cm. • 1 embudo de vidrio. • Botellón o bidón de 20 L con tapa R-53 con arandela y contratapa. • Botellas de 750 mL de vidrio y tapas.

	Mobiliario
Mobiliario	<ul style="list-style-type: none"> • Mesas plegables de 1.80 m de largo. • Estantes para almacenar materia prima y productos terminados. • Tarja de aluminio para limpieza de utensilios.

	Equipos de medición (Deseable)
Equipos de medición	<p>Solicitar información a la UASLP y / o Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Morelia, Mich.).</p> <p>Producción jugo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cronómetros. • Báscula recargable de plataforma capacidad 100 kg. • Medidor recargable de grados Brix. • Medidor de pH portátil. • Termómetro de termopar digital tipo K de 25 a 200° C de 50 cm. • Termómetro infrarrojo de rango de -50-1800° C. <p>Producción de ron:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Termómetro de inmersión • Kit de densímetros de alcohol

	Ecotecnologías
Ecotecnologías	<ul style="list-style-type: none"> • 1 bici bomba conectado al tanque de agua de almacenamiento. • 1 panel fotovoltaico conectado a lámparas, radios, ventiladores solares. • Uso de bagazo como combustible en el horno para la producción de ron.

	Papelería
Papelería	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla con clip. • Cutter de plástico. • Bitácora. • Paquetes de hojas blancas de 500 hojas tamaño carta. • Tijera de 7" red top de acero inoxidable.

	<ul style="list-style-type: none"> • Paquete de lapiceros. • Cinta super adhesiva. • Pistola de calentamiento para los sellos termoadheribles. • Sello termoadherible. • Etiquetas de la marca de ron.
--	---

	Seguridad e higiene
Higiene	<p>Unidad de producción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar diariamente la unidad <ul style="list-style-type: none"> ○ Equipos ○ Utensilios ○ Herramientas ○ Pisos <p>Horno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar que el horno y los ductos de humo se encuentren limpios y que se favorece el flujo del aire y de los gases de combustión. <p>Tanque:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lavar el tanque antes de iniciar la fermentación-destilación. <p>Personal:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Delantal. ○ Cofia. ○ Mascarilla o cubrebocas para polvos. ○ Lentes de protección. ○ Calzado cerrado y antiderrapante.
	<p>Unidad de producción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extintor polvo químico seco para incendios de madera, plástico y eléctricos). • Extintor de bióxido de carbono en áreas con almacenamiento de gasolina o pintura). • Delimitar las áreas en el trapiche. • Colocar señalética en el trapiche. • Ubicar salidas de emergencia. • Tener los números de emergencias de la comunidad y / o municipio. • Recomendable la participación de otros productores en cada fermentación. • Considerar el apoyo de ayudantes para incrementar la producción. • Recomendable que los niños solo estén con supervisión de un adulto.
Seguridad	

	TANQUE - HORNO
Energía usada para la cocción: TANQUE	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendable un solo tanque que contenga las tres funciones: pasteurización-fermentación-destilación (PFD) para la producción de ron. Solicitar información con la UASLP y / o Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Morelia, Mich.). • Recomendable acero inoxidable 304 grado alimenticio. • Limpiar el tanque PFD antes de cada proceso. • Colocar una placa de metal para transferencia de calor entre el horno y el tanque.

Energía usada para la cocción: HORNO	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendable diseñar el horno (interior 65 cm X 78 cm, exterior 50 cm X 100cm). • Utilizar materiales refractarios como ladrillo y barro. • Aislar las paredes del horno junto con la placa de metal con cenizas. • Colocar fuera del trapiche el ducto de humos. • Utilizar bagazo seco (humedad menor al 10%) verificar con un medidor de humedad.
---	--

Previo al proceso.

Materia Prima	Recomendaciones	
	Acción necesaria	Acción recomendable
Caña de azúcar: Variedad, Buenas prácticas de cultivo	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar alternar la variedad de caña: MEX-55 y/o RD-19. • Hacer uso de aditivos orgánicos o naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estar capacitado en buenas prácticas en agricultura. Consultar en la UASLP, SENASICA, AGRICULTURA, FIRA, AGD. • Solicitar la certificación de producto orgánico para la caña de azúcar. Consultar en la UASLP, SENASICA, AGRICULTURA, INPI, MEXICOCERT.
Cosecha de la caña	<ul style="list-style-type: none"> • Medir el índice de madurez (IM) con un medidor de grados Brix. • Realizar el corte en condiciones secas y soleadas, preferentemente. • Limpiar la caña removiendo la raíz, hojas adheridas a la base y podas. • Para la temporada de alta temperatura, realizar el corte una noche anterior. • Recolectar alrededor de 450 kg de caña para cada PFD. • Registrar las cantidades de caña de azúcar en una bitácora. 	
Traslado o acarreo de caña	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la limpieza del camino al trapiche. • Trasladar la caña al trapiche: camioneta de carga, moto, animal de carga o acarreo en carretilla por productores. 	
Cepa para fermentación	<ul style="list-style-type: none"> • Reservas de sobres de 5g de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (<i>S. cerevisiae</i>) levadura marca Red Star. <ul style="list-style-type: none"> ○ Por cada 20L de jugo se añade 5g de levadura <i>S. cerevisiae</i>. 	

Etapa de proceso	Acciones por ejecutar en el trapiche	
	Acción necesaria	Acción recomendable
Recepción de la	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar la caña en una rejilla cercana al trapiche. • Estimar el peso del lote de caña. • Registrar las características distintivas del lote de caña. <ul style="list-style-type: none"> ○ Variedad, edad de corte, índice de madurez, longitud, diámetro. 	

caña de azúcar		
Molienda de la caña de azúcar	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar y asegurar las piezas ajustables del trapiche. • Alinear y definir la distancia de separación de los rodillos. • Añadir el combustible en el tanque de los trapiches con motor a gasolina. • Colocar el cedazo a la descarga del trapiche para coleccionar fibras de la caña arrastrada por el jugo. • Iniciar la molienda de la caña, alimentando a los rodillos caña por caña (una por una) • Colectar de 180 L (9 latas de 20 L) de jugo de caña de azúcar. • Registrar el tiempo de molienda o extracción de jugo. • Limpiar el trapiche una vez terminada la molienda. • Registrar las cantidades de jugo caña de azúcar obtenidos y el rendimiento de jugo de caña en una bitácora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Medir la concentración inicial de azúcares en el jugo de caña con un refractómetro (alrededor de 16°Brix). • Medir el pH del jugo inicial (alrededor de 4).
Revisión del horno	<ul style="list-style-type: none"> • Tener a la mano varios atos de bagazo que serán alimentados como combustible. <ul style="list-style-type: none"> ○ La humedad del bagazo deber ser menor a 10% (usar el medidor de humedad). ○ Pesar el bagazo seco disponible. ○ El peso total estimado de bagazo seco para pasteurización: 10-20 kg y destilación 30 kg, total 50 kg de bagazo seco. ○ Tratar que los atos tengan un peso similar. 	

Durante el proceso.

Carga y pre limpieza del jugo	<ul style="list-style-type: none"> • Tener el tanque en la base de metal colocada sobre el horno. • Sellar las uniones de la base de metal con el horno para evitar fugas de calor usando ceniza. • Colocar el cedazo de aluminio sobre el tanque. • Filtrar el jugo vaciándolo sobre el cedazo en lotes de 20 L (1 lata). • Mantener encendido el horno para la etapa de pasteurización. • Llevar el control de la humedad de bagazo en una bitácora.
--------------------------------------	--

<p>Pasteurización del jugo de caña</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que se cierre correctamente el tanque. • Mantener encendido el horno. • Llevar el jugo hasta una temperatura de 100° C para la ebullición y medir la temperatura en el tanque de fermentación. • Mantener la ebullición por 15 min y al finalizar retirar el bagazo del horno. • Abrir la llave de paso para enfriar el tanque de fermentación con agua fría (hasta llegar a 35°C) y recircular el agua caliente que pasa en el tanque de fermentación. • Llevar el control de la cantidad de atos bagazo suministrados en el horno en una bitácora. • Llevar el control del tiempo de pasteurización en una bitácora.
---	--

<p>Fermentación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abrir la tapa del fermentador cuando se tiene una temperatura de 35°C. • Medir los ° Brix del jugo pasteurizado con un refractómetro e inocular la levadura en el jugo pasteurizado: <ul style="list-style-type: none"> ○ Se recomienda agregar un sobre por cada 20 L de jugo. • Mezclar el jugo más levadura con una cuchara / cucharón de acero inoxidable y cerrar la tapa del fermentador. • Mantener el tanque con el jugo fermentando por 72h. • Llevar el control de la cantidad suministrada de la levadura. • Llevar el control del tiempo de fermentación en una bitácora.
----------------------------	--

<p>Conexión de la torre de destilación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar la torre de destilación en el tanque de fermentación una vez finalizado las 72 h y asegurar que la torre de destilación no golpee o choque con el techo u otros equipos en el trapiche. • Colocar el reflujaador sobre la torre de destilación y asegurar con abrazaderas y sobre la torre colocar el condensador el perico o loro y ajustar con las abrazaderas. • Colocar la manguera para la entrada de agua (parte superior del reflujaador) y la manguera para la salida de agua (parte inferior del reflujaador). • Colocar la manguera para la entrada de agua (parte inferior del condensador) y la manguera para la salida de agua (parte superior del condensador). • Colocar la manguera en la salida del perico para la recolección del alcohol y colocar un bidón.
<p>Destilación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar los atos de bagazo seco para utilizar en el horno y encender el horno con atos de bagazo. • Colocar el densímetro en la salida del condensador. • Abrir la llave de paso de agua fría para recircular en el reflujaador y en el condensador. • Aumentar la temperatura del jugo hasta 78 °C y mantener la temperatura. • Se recomienda evitar una temperatura mayor a 78°C, a mayor temperatura se comienza a destilar agua y los grados de alcohol son menor a 30°GL • Se recomienda mantener los grados de alcohol alrededor de 70°GL. • Finalizar el proceso cuando el densímetro marque menos de 10°GL. • Remover las brasas con la pala. • Llevar el control de atos suministrados en el horno y el control de la temperatura del destilador en una bitácora. • Llevar el control de los °GL del alcohol destilado en una bitácora.

Después del proceso.

Empacado	<ul style="list-style-type: none"> • Diluir con agua potable la concentración del alcohol obtenido hasta la concentración requerida para el ron. Verificar con el densímetro de alcohol que la concentración sea de 35 °GL • Colocar los bidones de ron con ~35°GL para rellenar las botellas de vidrio. • Colocar el embudo en las botellas de vidrio de 750 mL y rellenar con el alcohol obtenido. • Tapar las botellas de vidrio con el ron obtenido • Colocar el sello termoadherible en la boquilla de la botella. • Colocar la etiqueta con la marca del ron y colocar las botellas en los estantes.
Almacenaje	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar las botellas en estantes para el almacenaje (en ausencia de humedad). • Es recomendable almacenar en un lugar fresco, seco y lejos de la luz solar. • Registrar las cantidades de botellas de ron obtenidos en una bitácora.
Comercialización	<ul style="list-style-type: none"> • Estar capacitado en el modelo o proyecto de emprendimiento social. Solicitar informes a la UASLP o a la UAM.

7. CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS, INTERMEDIARIOS Y PRODUCTOS

La calidad de la materia prima y de los principales productos de su procesamiento se determina a partir de las caracterizaciones químicas, físicas, microbiológicas, organolépticas y/o bromatológicas. Estas caracterizaciones son también indispensables para conocer el efecto de los parámetros de procesamiento en las propiedades finales del producto.

7.1. Estrategia de caracterización

La estrategia de análisis para la evaluación de la calidad del ron artesanal debe ser apropiadas para el contexto rural del trapiche, pero también suficientemente robusta para garantizar la calidad del producto. Las técnicas sugeridas son las siguientes (Tabla 2).

Tabla 2 Análisis para la evaluación de la calidad del ron artesanal.

Análisis físicos	Descripción
Propiedades Físicas	
Color	<ul style="list-style-type: none"> • Indica la madurez del ron y si se añeja, del tipo de madera utilizada. <ul style="list-style-type: none"> ○ Comparar el color del ron con estándares visuales o utilizar una carta de colores para determinar si el tono es adecuado para el tipo de ron que se está produciendo. ○ Utilizar un espectrofotómetro para observar la variabilidad en los lotes.
Viscosidad	<ul style="list-style-type: none"> • Refleja el contenido de azúcares y otros compuestos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilizar un viscosímetro de baja tecnología para evaluar la textura y consistencia del ron.
Propiedades Químicas	
Contenido de alcohol:	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe asegurar que el producto esté dentro de los límites legales y sea seguro para el consumo. <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilizar un alcoholímetro que es un método sencillo y efectivo para medir el grado alcohólico del ron.
pH:	<ul style="list-style-type: none"> • Influye en el sabor y la estabilidad del ron. <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilizar un pH-metro digital o ○ Utilizar tiras reactivas para indicar si el producto es demasiado ácido o básico, lo que podría afectar la percepción del sabor.

<p>Compuestos volátiles:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Son los responsables de los aromas y sabores del ron. <ul style="list-style-type: none"> ○ Usar técnicas de cromatografía de gases. Requiere equipo especializado, solicitar información con la UASLP y/o Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.
-------------------------------------	---

<p style="text-align: center;">Propiedades Bromatológicas</p>	
<p>Contenido de azúcares residuales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la cantidad que queda en el ron, ya que puede afectar su sabor y estabilidad. <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilizar un refractómetro para medir la concentración de azúcares residuales en el líquido.
<p>Presencia de metanol y otros alcoholes no deseados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El metanol es un alcohol tóxico que puede formarse durante la destilación. <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilizar un destilador simple para obtener una fracción del ron y analizar la presencia de metanol mediante una prueba de destilación fraccionada.
<p style="text-align: center;">Propiedades Microbiológicas</p>	
<p>Conteo de microorganismos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los análisis microbiológicos permiten detectar la presencia de bacterias, levaduras o mohos que podrían afectar la seguridad del ron. <ul style="list-style-type: none"> ○ Realizar cultivos en medios específicos para levaduras y bacterias (como agar Sabouraud para hongos y agar MacConkey para bacterias). ○ Permite validar que el ron sea seguro para el consumo, evitando la presencia de microorganismos patógenos o contaminantes. ○ <i>Requiere equipo especializado, solicitar información con la UASLP y/o Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.</i>
<p>Análisis de acidez y pH</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Un pH bajo o un aumento en la acidez puede indicar contaminación microbiológica o una fermentación no controlada. <ul style="list-style-type: none"> ○ Monitorear el pH y realizar pruebas de acidez utilizando un pH-metro y ○ Tiras de medidor de acidez.
<p style="text-align: center;">Propiedades Sensoriales</p>	
<p>Cata sensorial</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una prueba de cata con un panel entrenado o consumidores locales para evaluar las características sensoriales del ron (sabor, aroma, cuerpo, suavidad).

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Utilizar una escala hedónica o ○ Formato de puntuación estructurado para evaluar atributos como sabor, aroma, cuerpo, después del gusto y la impresión general. ○ El panel debe estar compuesto por personas capacitadas para identificar aspectos específicos del ron. ○ <i>Solicitar información con la UASLP y/o Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.</i>
Aroma y sabor:	<ul style="list-style-type: none"> • Evalúa el equilibrio entre el dulce, ácido y amargo, así como la presencia de aromas como madera, caramelo o frutas. <ul style="list-style-type: none"> ○ Realizar pruebas de olfato y ○ Degustación a intervalos durante el proceso de destilación y maduración. ○ Registrar las notas de cata y comparar con las características deseadas. ○ <i>Solicitar información con la UASLP y/o Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.</i>
Prueba de transparencia y sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Los sedimentos o turbidez pueden indicar impurezas o una destilación deficiente. <ul style="list-style-type: none"> ○ Observar visualmente del ron para evaluar su claridad. Si es necesario, realizar una filtración para eliminar cualquier impureza visible. ○ <i>Solicitar información con la UASLP y/o Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.</i>

7.2. Recomendaciones adicionales para los productores

Por lo anterior, durante la capacitación del proceso de producción es necesario:

- Realizar un muestreo adecuado en donde se asegure que las muestras obtenidas y llevadas para sus análisis sean representativas del lote producido.
- Sugerir la colaboración con laboratorios para hacer los análisis para acotar el costo de los análisis y/o para realizar análisis más complejos (como cromatografía de gases o espectrometría) en las muestras. Solicitar información con la UASLP y/o Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.
- Enfatizar un control de calidad riguroso y constante.

- Sugerir la implementación un sistema de control de calidad regular, donde los análisis se realicen de forma periódica durante la producción y el envejecimiento del ron (según el caso).

8. ESCENARIOS DE PRODUCTIVIDAD

Para establecer una referencia, la productividad de ron artesanal en un trapiche modelo representativo en la zona de incidencia se puede establecer a partir de las siguientes suposiciones.

- Operación realizada por un micro-productor de caña de azúcar con:
 - Un terreno de cultivo propio, a una distancia del trapiche menor a 300 m.
 - Extensión de cultivo 1 ha o menor.
 - Producción anual de caña: 100 (90 – 110) ton/ha.
- Un trapiche equipado con 1 molino, 1 puntera, 1 horno convencionales y 1 tanque de Pasteurización-Fermentación-Destilación, así como los accesorios y mobiliario mínimos indispensables.
 - Cantidad de caña procesada por lote: 450 kg/lote
 - Cantidad de jugo colectada por lote: 180 L/lote (202 kg/lote)
 - Cantidad de bagazo colectada por lote: 248 kg/lote
 - Cantidad de alcohol 96° GL producido por lote: 20 L/lote
 - Cantidad de ron 35° GL producido por lote 57.14 L/lote
 - Precio de botella de ron de 750 mL (estimado): \$100 / 750 mL

De acuerdo con las prácticas realizadas en campo, los tiempos implicados en un lote de producción de ron, para las etapas sugeridas en este paquete, son las siguientes (Tabla 3):

Tabla 3. Tiempo de cada etapa en el proceso de producción.

Proceso Unitario	Tiempo del proceso (h)	Etapas realizadas en días de la semana
<i>Molienda</i>	1.00	Día 1
<i>Revisión del horno</i>	0.25	
<i>Carga y prelimpieza del jugo</i>	0.25	
<i>Pasteurización</i>	2.00	
<i>Enfriamiento</i>	6.00	
<i>Fermentación</i>	72.00	Día 2, 3, 4
<i>Conexión de la torre de la destilación</i>	0.25	Día 5
<i>Destilación</i>	7.00	
<i>Dilución de alcohol a ron</i>	1.00	Día 6
<i>Envasado y almacenamiento</i>	1.00	
Total de tiempo producción (h)	90.75	

De esta forma, el tiempo total de producción de un lote de ron es de aproximadamente 6 días, en donde cada etapa se distribuye durante la semana de producción. Con base a lo anterior, la proyección de trabajo para la producción de ron en un trapiche convencional es a partir de 1 lote / semanal.

La tabla 4 refiere a los ingresos brutos en la producción de ron en el trapiche para el productor de manera mensual.

Tabla 4 Productividad por semana e ingresos brutos mensuales en el caso de estudio considerado.

# Operadores	Caña necesaria semanalmente kg/sem	Productividad semanal L ron/sem	Ingresos brutos para el productor \$ / mes
Productor + 1 ayudante	450	57.14	\$ 24,476.19

Las condiciones de operación, la productividad del ron es de 57 L /sem. La productividad está sujeta al control de los grados de alcohol ($^{\circ}$ GL) en función de la temperatura. Por otra parte, es necesario un alcohol con $\sim 96^{\circ}$ GL al final de la destilación para aumentar la cantidad de ron a 35° GL.

8.1. Estrategias técnicas para mejorar productividad en los trapiches actuales

En el marco del desarrollo del paquete tecnológico, se analizaron y estudiaron diversos aspectos técnicos que pueden ayudar a mejorar la productividad del ron artesanal, para la configuración del trapiche actualmente usada en la zona de incidencia. Estas estrategias se indican de forma general a continuación y se pueden discutir a detalle con el equipo de trabajo del proyecto PRONACES 321073.

- *Optimización del proceso y aumento de productividad en el trapiche:*
 - Aumentar la capacidad de extracción de jugo (reducir el tiempo de extracción)
 - Usado con el ajuste de apropiado de rodillos
 - Mantenimiento de los trapiches
- *Mejoras en el proceso de Pasteurización*
 - Disminuir el tiempo de enfriado, el agua de enfriamiento debe tener una temperatura menor a 20° C.
 - Reducir el tiempo de calentamiento para alcanzar la ebullición del jugo (100° C).
- *Mejoras en el proceso de Fermentación*

- inmovilización o recubrimiento del microorganismo para aumentar el rendimiento de producción de etanol y aumentar la fase logarítmica
- *Mejoras en el proceso de Destilación*
 - Llevar el control de temperatura y presión en el tanque para mantener la cantidad de grados de alcohol obtenidos en la destilación.
- *Aumento en la productividad, logrando uniformidad en la calidad del producto de distintos productores.*
- *Optimización de servicios: energía*
 - Promover energías alternativas que permitan contar con iluminación para horarios extendidos de trabajo y de condiciones de trabajo más confortables.
 - Reutilizar el calor residual de los hornos en el proceso y para generación de electricidad.
- *Capacitación / Habilitación de recursos humanos*

Capacitación y/o desarrollo de habilidades de productores y ayudantes para la operación eficiente del proceso, para que reducir los tiempos muertos y reducir los riesgos y errores en el proceso.

9. FORMACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTORES

Las estrategias de capacitación de productores en la producción de ron artesanal con enfoque sostenible también se desarrollaron en el proyecto PRONACES 321073. Inicialmente, las estrategias tenían un enfoque mayoritariamente académico que evolucionó al incorporar los resultados de los diagnósticos comunitarios y en la medida que se optimizaron los procesos de transferencia de saberes entre productores y académicos, que permitió la comunicación más directa, clara y continuo, propiciando realmente el intercambio de ideas productivas. En su etapa subsiguiente del proyecto PRONACES 321073 surgió un modelo interdisciplinar en el cual se establecieron elementos comunes para los procesos de capacitación técnica y social. De esta forma, el modelo permite difundir de forma más integral y eficiente los conceptos de:

- Proceso productivo caña de azúcar – ron artesanal.
- Valorización de recursos naturales y residuos de las unidades productivas.
- Uso de ecotecnologías en las unidades productivas y viviendas.
- Sostenibilidad y emprendimiento social como vectores para el desarrollo económico y social.
- Desarrollo personal, familiar y comunitario para empoderar a los miembros de la comunidad.

El modelo de capacitación interdisciplinar tiene definidas una serie de premisas para establecer los modelos educativos más pertinentes para los procesos de capacitación, incluyendo enfoques pedagógicos, estrategias de enseñanza, incidencia y evaluación, así como los programas temáticos propios de la línea de acción que se atiende. Además, el modelo establece las alternativas para que estos planteamientos sean revisados y comentados por especialistas de organizaciones del sector público y privado con experiencia en procesos de capacitación rural. La implementación o ejecución de las acciones de capacitación de los productores en campo están sujetos a procesos de seguimiento y evaluación, que permitan dar retroalimentación a todos los actores del proceso: productores y capacitadores. La evaluación del impacto de los procesos de capacitación ha sido mayormente cualitativa, pero se deberá evolucionar a una evaluación cuantitativa de la capacitación de los productores, contar con espacios comunes y públicos, en los cuales los productores podrán mostrar su habilitación en los diferentes paquetes tecnológicos y su potencial para integrarse a una cadena de comercialización de sus productos artesanales en mercados alternativos al actual.

El modelo interdisciplinar se utilizó para para dos grandes áreas de capacitación de los productores en el marco del proyecto PRONACES:

- 1) Formación en los paquetes tecnológicos desarrollados.
- 2) Formación en emprendimiento social.

9.1. Formación de productores en el paquete tecnológico

De forma operativa, entre las alternativas evaluadas, la opción preferente para el proceso de formación de productores en el paquete tecnológico son los talleres demostrativos en campo. En este caso, las actividades se realizan en grupos de 10 – 30 personas. El taller es teórico practico. Para ello se sugiere realizar el registro previo de los participantes, para conocer su perfil e intereses. El taller teórico se inicia con la descripción de los objetivos de las capacitación y de las actividades a realizar para conseguir la metas. Además, se realiza un sondeo sobre el conocimiento de los asistentes en el tema. Por lo general, se cuenta con un pizarrón, pantalla o rotafolio, para escribir/documentar las ideas que van surgiendo a lo largo del taller. De ser posible, el taller se acompaña de la proyección de imágenes y se proyectan videos de acciones de campo del grupo de trabajo o de información útil reportada en la literatura. Cuando el taller es teórico/práctico, el 20% del tiempo se usa para la revisión de conceptos y el resto para la diversas acciones prácticas. Por lo general, el tema se desarrolla por módulos. Al finalizar cada módulo, se recapitula el tema tratado y se acuerda grupalmente sobre las conclusiones o avances logrados.

Para los productores interesados en implementar el paquete tecnológico en sus trapiches, el taller incluye la demostración de conceptos, herramientas o prototipos incluidos en el paquete, que en la zona de incidencia se puede realizar de dos formas diferentes:

- En la unidad demostrativa del paquete, en este caso instalada en el Centro de Innovación para la Valorización Sostenible de Residuos y Energías Renovables” (CIVASORER), con sede en Tanlajás, S.L.P.
- En el trapiche del productor.
En estas dinámicas los elementos más distintivos incluyen:
 - la revisión del entendimiento de protocolos,
 - la definición de roles,
 - la verificación de la disponibilidad de caña de azúcar y bagazo apropiados,
 - la revisión del conocimiento y operación de equipos y accesorios,
 - la verificación de los servicios necesarios,

- la revisión de los tiempos implicados,
- la ejecución práctica del protocolo,
- la discusión de las etapas del proceso,
- la toma de datos y registro en bitácoras,
- la discusión de los retos que surgen y de los resultados parciales,
- la propuesta y análisis de alternativas,
- la toma de decisiones,
- la evaluación de los parámetros de rendimiento,
- la apropiada gestión de los residuos generados
- la limpieza del espacio al finalizar la práctica.

En el caso del taller en la unidad demostrativa, se cuentan con los equipos, accesorios y servicios para el desarrollo de una práctica, de la cual se tienen ya resultados previos, que son útiles para contrastar la eficiencia de la práctica y la habilitación de los productores para replicar procesos y resultados, y para determinar el nivel de productividad y calidad alcanzados en condiciones estándar. En este caso, el mayor reto es el traslado de la caña de azúcar y bagazo a la unidad demostrativa.

En el caso del taller en el trapiche del productor, se invita también a un número acotado de otros productores y miembros de la comunidad. En esta alternativa se facilita el intercambio de experiencias con el productor anfitrión y sus invitados, quienes recibe una instrucción más personalizada, resolviendo dudas específicas y compartiendo sugerencias que faciliten la optimización del proceso. Esta alternativa genera más confianza al productor y es una opción que permite plantear pequeños retos al productor para evaluar su nivel de entendimiento y/o habilitación práctica. La validación de las propuestas de solución que hacen los productores y el reconocerles las mismas, incentiva y empodera a los productores.

9.2. Formación de productores en emprendimiento social

Las comunidades Tének de la zona Huasteca en San Luis Potosí son importantes productores de piloncillo a nivel nacional. Sin embargo, a pesar de su dedicación al trabajo, viven en drásticas condiciones de marginación social y económica, que impiden el favorable desarrollo de sus pequeñas unidades productivas agroindustriales y el bienestar de sus familias. El actual paquete tecnológico coadyuva a la optimización de las prácticas artesanales de manufactura para incrementar la productividad y la calidad de los productos de piloncillo. Sin embargo, históricamente, el principal reto de los micro y pequeños productores es que la comercialización

de sus productos artesanales se realiza a través de intermediarismo injusto, que es difícil de evitar por diversos factores, por mencionar algunos: la baja calidad del producto, la falta de canales de comercialización de los productos directamente con los clientes del mercado a nivel regional, nacional e internacional, la falta de integración de los productores para trabajar colectivamente y la falta de confianza y liderazgo de los miembros de la comunidad para gestionar sus propias soluciones. Es evidente que la solución al desafío del intermediarismo permitirá a los micro-productores obtener mayores beneficios económicos y, en consecuencia, tener mejores escenarios de desarrollo y bienestar para sus familias.

En este escenario, las acciones de diagnóstico comunitario en las comunidades piloncilleras Tének mostraron su interés por ganar confianza y empoderarse para independizarse del intermediarismo, así como para participar en procesos de integración de productores para fomentar la creación de negocios o empresas rurales a través de las cuales se obtengan beneficios directos en su economía. Para atender esta necesidad, en el proyecto PRONACES 321073 se propuso un enfoque de Emprendimiento Social como primera alternativa para que los productos artesanales de las comunidades piloncilleras Tének de la Huasteca Potosina se puedan comercializar directamente en el mercado. En la práctica, se desarrolló un modelo de capacitación en emprendimiento social dirigido a jóvenes, mujeres, micro y pequeños productores que tiene los siguientes elementos distintivos:

- La definición de las necesidades de capacitación en emprendimiento a partir de los resultados de un diagnóstico comunitario, destacando un enfoque de género e inclusión.
- La documentación y análisis de las bases conceptuales y operativas del modelo en términos de programas y experiencias de capacitación en sistemas productivos rurales y de capacitación en emprendimiento social, a nivel local, nacional e internacional.
- La propuesta de un modelo educativo basado en el desarrollo de competencias de los participantes que favorece:
 - el desarrollo de competencias de los productores para incrementar la productividad y calidad del producto actual y para diversificar la cartera de productos,
 - la asociatividad de los productores para optimizar procesos productivos y de comercialización,
 - el desarrollo de capacidades de emprendimiento y de gestión,
 - la selección de la estrategia y figura asociativa para la comercialización,
 - el desarrollo de carteras de clientes y de marca comercial,
 - la gestión propia de recursos.

- Un programa temático de capacitación que incluye conferencias, talleres y experiencias de campo.
- Estrategias de evaluación y retroalimentación, que faciliten la mejora continua del modelo de capacitación.
- La definición del perfil del instructor y la propuesta de manuales para el instructor.

El modelo de capacitación en emprendimiento social se considera inédito ya que identifica uno equivalente con el propósito de lograr la suma de potenciales de los jóvenes, mujeres y productores, de zonas rurales, enfatizando el valor y el empoderamiento de las personas y de la familia, como bases fundamentales para promover el desarrollo socioeconómico de la comunidad. El programa de capacitación en emprendimiento social se impartió a un grupo piloto de distintas comunidades de Tanlajás, S.L.P. En general, el programa de capacitación motivó en los participantes un mayor interés y compromiso en sus proyectos de emprendimiento. Sobre su nivel de habilitación, los emprendedores adquirieron claridad sobre los temas asociados a logísticas, trámites y costos implicados para consolidar, optimizar y escalar su proceso productivo, así como en los temas de productividad y la calidad de sus productos, la creación y desarrollo de una empresa rural, el desarrollo de carteras de clientes, la gestión de la marca y logotipo comerciales, las estrategias de mercadotecnia y la gestión propia de recursos, todo ello en un marco con sólido fundamento social. Los resultados del programa de capacitación en emprendimiento validaron la pertinencia de:

- valorizar las etapas críticas para garantizar la productividad y calidad del producto,
- diversificar la cartera de productos,
- comercializar productos artesanales de forma directa.

Así mismo, los resultados del modelo de capacitación enfatizan la pertinencia e impacto del trabajo colaborativo entre los miembros de la comunidad para crear y desarrollar las empresas rurales a través de las cuales se comercialicen los productos artesanales.

En la práctica, el programa de capacitación en emprendimiento se desarrolla a base de pláticas de inducción, conferencias, clases magistrales, talleres e intercambio de saberes y experiencias. Se promueve preferentemente la capacitación por medio de talleres por diferentes razones, entre ellas:

- es una experiencia de aprendizaje más interactiva y participativa,
- desarrolla habilidades prácticas,
- fomenta la colaboración y el intercambio de ideas entre los participantes
- tienen aplicación inmediata.

Los temas que forman parte del programa académico de la capacitación en emprendimiento se listan en la tabla 5.

Tabla 5 Lista del temas y estrategias didácticas del programa de capacitación de emprendimiento social

Número	Nombre del taller	Estrategia didáctica
1	¿Cuál es nuestro potencial productivo? -Cálculo de la capacidad de producción	Trabajo colaborativo
2	Buenas prácticas e inocuidad del proceso productivo-Trapiche Escuela.	Capacitación en el área de trabajo
3	E-commerce-comercio electrónico-Proceso de registro en Mercado Libre, posteo de fotografías de los productos en Instagram.	E-learning
4	Inocuidad alimentaria-Aplicación de la inocuidad alimentaria en casa o lugar de trabajo.	Capacitación en el área de trabajo
5	Nuevos productos-Elaboración de dulces, pan, mermeladas y ron a base de piloncillo.	Capacitación en el área de trabajo
6	Proceso de empaque-Empacado de piloncillo granulado, pilón y dulces en diferentes presentaciones.	Trabajo colaborativo
7	Etiquetado-análisis de las etiquetas de productos de piloncillo comerciales.	Trabajo colaborativo
8	Costos y precios-Determinación de costos de producción y precio de venta de sus productos.	Resolución de problemas
9	Fuentes de financiamiento-Revisión de una propuesta de apoyo económico al INPI e identificación de elementos.	Trabajo colaborativo
10	Figuras Asociativas-Formación de una SPR y cómo cubrir la demanda del cliente.	Juego de roles.
11	El Acta Constitutiva-Revisión de un acta constitutiva e identificación de sus elementos.	Juego de roles
12	La Marca y la percepción del cliente.	Resolución de problemas
13	La Marca-Identifica la clase del producto o servicio y determinación si la marca ya está registrada.	Trabajo colaborativo
14	Mercadotecnia: Realizando un comercial sobre tu marca.	Trabajo colaborativo

Más recientemente, el equipo de trabajo de la UAM desarrolló 4 talleres adicionales que fueron impartidos al grupo piloto en Tanlajás, S.L.P:

- Fortalecimiento de Capacidades Asociativas Solidarias a Pequeños Productores Agroindustriales.
- Manejando mis cuentas.
- Elaboración de un Plan de negocio estratégico para mi negocio.
- Estrategias efectivas para la venta de productos artesanales: ¿cómo vender mis productos”?

La capacitación en emprendimiento de los productores es una condición imprescindible para que los paquetes tecnológicos y/o las actividades productivas de los trapiches piloncilleros

en la zona de incidencia se puedan capitalizar favorablemente en beneficio de los productores. Se hace notar que el programa de capacitación en emprendimiento es aplicable y/o ajustables a otros sistemas productivos rurales. Los detalles de cada uno de los talleres, así como el apoyo para que sean impartidos en beneficio de los productores rurales de distintos sistemas productivos se pueden solicitar al grupo de trabajo en la UASLP y de la UAM-I.

9.3. Cursos / talleres de capacitación técnica complementaria

9.3.1. Características generales

Además del proceso de capacitación del paquete tecnológico, el grupo de trabajo propone cursos o talleres adicionales para profundizar la discusión de una etapa particular de un paquete tecnológico o para discutir otras temáticas necesarias para la justificación o adecuada gestión de los mismos.

Como se ha indicado, las premisas para los procesos de capacitación quedaron inicialmente sustentadas en los elementos de los modelos educativos de las instituciones responsables del proyecto. La apropiada selección de estos elementos de planeación estratégica, pedagógicos y didácticos, que han mostrado ser pertinentes en la formación de recursos humanos de ambas instituciones, se enriquecieron con algunas de las tendencias nacionales e internacionales en las capacitaciones rurales, y con la incorporación de productores locales entrenados como capacitadores, que marca una notoria y favorable ventaja en los procesos de capacitación.

Por otra parte, el desarrollo de los cursos se ajusta a los días y horarios de trabajo de los productores a ser capacitados, a quienes en ocasiones se les dificulta asistir a procesos formativos que impliquen varias sesiones secuenciales. Por esta razón, es más pertinente que los cursos de capacitación se impartan en módulos únicos. Cuando es imperativo una secuencia en los cursos, los mismos deben ser modulares o flexibles, que se puedan tomar inclusive en diferente orden, para adaptarse a la disponibilidad de los productores.

En los cursos y/o talleres cortos, la experiencia del grupo de trabajo indica que se debe privilegiar el uso de materiales visuales. Por lo general, los productores no tienen el hábito de la lectura o de la revisión de la información como trípticos, volantes, o notas del curso. La experiencia muestra que en las zonas donde no hay electricidad es más exitoso el uso de infografías impresas en mantas y el diálogo dirigido de forma clara, sintético, con palabras simples y, de preferencia, siempre con el apoyo de los productores que hablan español-tének.

9.3.2. Propósitos de los cursos / talleres complementarios

Los cursos / talleres de capacitación técnica complementaria contribuyen a:

- Resolver los problemas identificados por los productores.
- Desarrollar las capacidades para ejecutar los paquetes tecnológicos.
- Inducir el uso de ecotecnologías asociadas a energía en las unidades productivas y viviendas.
- Valorizar los residuos en esquemas de economía circular.
- Adaptar tecnologías a las realidades locales:

En particular, el proyecto PRONACES 321073 ha validado mejoras en diversas etapas de los procesos productivos en el trapiche con trabajo a nivel laboratorio y de simulación y, a continuación, se han transferido los resultados a campo con las limitantes propias de la zona de incidencia. En todo momento se cuida que los protocolos transferidos sean funcionales y cumplan con los estándares de las normas vigentes. En este ejercicio está implícito un ajuste o adecuación de las tecnologías, debido al equipo, espacio o recursos disponibles en la zona de incidencia. Así, es imperativo que en el proceso de capacitación el productor desarrolle esta habilitación: la adecuación de las tecnologías a las condiciones de su entorno.

- Liderazgo:

Los productores deben ser líderes que capaciten con el ejemplo; es la mejor forma. El perfil ideal es que los productores muestren un liderazgo natural, que tengan interés en aprender y transferir los saberes y un sentido comunitario muy elevado. Además, deben contar con el respeto de parte de las autoridades locales y de sus pares.

9.4. Talleres de formación complementaria

La lista de los cursos o talleres de capacitación técnica complementaria disponibles son los siguientes:

- Ecotecnologías en las unidades productivas rurales.
- Generación y optimización de energía en el trapiche piloncillero.
- Estufas de leña ecológicas.
- Producción de biochar con aplicaciones agrícolas.
- Producción sostenible de ron artesanal
- Gestión de Protección de Marca de Productos Artesanales en Comunidades Rurales.

La estrategia para el desarrollo de cada curso o taller es flexible y se adapta siempre a las condiciones del entorno, tanto por el perfil, género y número de participantes, como por las situaciones logísticas y tecnológicas que condicionan la ejecución de la actividad. En este escenario se propone que el programa de cada curso o taller incluya los siguientes elementos.

- Líneas temáticas
- Objetivo
- Plan de acción
- Estrategia didáctica
- Materiales
- Desarrollo del taller
- Resultados y Análisis
- Propuesta de seguimiento y evaluación
- Conclusiones
- Áreas de mejora/oportunidad
- Referencias

Se hace notar que para cada taller se realizó un pilotaje con grupos reducidos y los resultados de estas experiencias permitieron optimizar los cursos o talleres. De hecho, el desarrollo del taller en zonas rurales implica estar muy alerta a las situaciones del entorno que condicionan la ejecución del taller de acuerdo con lo planeado, requiriendo de creatividad y capacidad de toma de decisiones adecuadas por parte de los instructores. Finalmente, los procesos de seguimiento y evaluación son imperativos para asegurar la adecuada transición de las actividades en el enfoque de mejora continua que está siendo propuesto.

Los materiales de los cursos se pueden solicitar a los responsables técnicos en la UASLP.

9.5. Redes de apoyo y seguimiento

La capacitación de los productores en el desarrollo de habilidades técnicas y de emprendimiento social se puede facilitar en la medida que la comunidad tenga canales de vinculación abiertos y operativos con las instituciones de educación superior (IES), oficinas públicas en diferentes niveles de gobierno y organizaciones privadas, como socios estratégicos. Por lo general estos canales no están operativos y, consecuentemente, parte de la capacitación si debe incluir la inducción y el soporte para el propio productor establezca las vinculaciones respectivas. El caso de las IES es muy importante el consolidar la colaboración, porque puede

ayudar a la validación de múltiples procesos y productos, así como el acceso a espacios de capacitación especializada, como fue el caso de los productores piloncilleros habilitados en la UASLP.

Por otra parte, en la zona de incidencia existen excelentes ejemplos que una forma viable de ampliar el impacto de la capacitación es mediante la creación de redes de apoyo entre los productores capacitados, donde puedan compartir experiencias, resolver dudas y mantenerse actualizados. Sin embargo, las organizaciones que lo han logrado en la zona de incidencia, como “Fondos para la paz”, llevan alrededor de 30 años de trabajo en la zona y cuentan con el apoyo económico y logístico de una oficina matriz en la Ciudad de México. Además, tienen la ventaja de contar con personal que trabaja de tiempo completo en las comunidades. En este escenario, el grupo de trabajo reconoce la relevancia de las redes de apoyo y seguimiento de las acciones de los productores y realiza gestiones para les permitan contar con grupo de soporte técnico.

9.6. Productores locales como capacitadores

Es importante indicar que la confianza que progresivamente adquirieron los productores al participar en las actividades del grupo de trabajo y en los eventos organizados por el CONAHCYT y otras organizaciones comunitarias asociadas a los proyectos PRONACES, contribuyó favorablemente en su habilitación para conocer las políticas públicas, las estrategias y las líneas de acción necesarias para que la generación, uso y optimización de las energías limpias tengan un rol preponderante en el bienestar comunitario. Estas acciones propiciaron que un grupo de productores locales fueran capacitado formalmente en la ecotecnologías asociadas a energía, incorporándose al equipo de capacitadores del proyecto PRONACES, con muy favorables impactos en términos de cobertura y eficiencia en los proceso de capacitación.

Se hace notar que la formación de un productor como capacitador se facilita si el productor tiene habilidades como buena comunicación oral en español y Tének, tiene experiencia práctica en el trabajo en grupo, está realmente interesado en participar, y es capaz de entender, comprender y aplicar adecuadamente los conceptos y herramientas que le comparte el equipo de trabajo. Todas estas son habilidades que se pueden inducir y desarrollar en el productor, pero pueden llevar tiempo y continuas estancias en campo. Por esta razón, la identificación de productores con el perfil adecuado es muy importante.

De manera relevante, dos de los productores participaron de forma directa en desarrollo de este paquete tecnológico, manteniendo continuas interacciones con el grupo de académicos, facilitando sus instalaciones para hacer prácticas de campo, implementando, analizando y

validando las propuestas derivadas de los experimentos y simulaciones del equipo académico de trabajo. A la fecha, estos tres productores cuentan con los conocimientos, las experiencias y las estrategias para capacitar a otros productores locales en los procesos sugeridos en este paquete para la producción de piloncillo artesanal. Los productores son:

C. Venancio Martínez Valentín, Comunidad de “El Barrancón”

C. Cesar Gómez Salvador, Comunidad de “El Jomte”

Los productores referidos pueden hacer los procesos de capacitación en sus unidades productivas y están avalados por el equipo de trabajo del proyecto PRONACES 321073 para usar las facilidades de la unidad demostrativa conocida como el “Centro de Innovación para la Valorización Sostenible de Residuos y Energías Renovables”(CIVASORER), localizada en Tanlajás, S.L.P., para la capacitación de productores locales en la Producción Artesanal de Piloncillo con Enfoque Sostenible”.

9.7. Certificación de competencias técnicas de productores

Los procesos de capacitación de productores pueden evolucionar en un futuro próximo para certificar las competencias de los productores en el desarrollo de procesos o productos artesanales en sus trapiches. La certificación de competencias es un proceso forma que deber ser avalado por la Secretaría de Educación Pública; sin embargo, no existen a la fecha los protocolos y/o estándares de competencia que permitan avalar la habilitación de un productore en la producción artesanal de piloncillo con enfoque sostenible. En la implementación de un proceso de certificación se de contar con el apoyo de expertos en el proceso productivo, de instituciones educativas y de organismos públicos como las presidencias municipales de la zona de incidencia.

A la fecha, la presidencia municipal de Tanlajás, S.L.P., mostró su interés para que el CIVASORER sea un centro capacitador y certificado de competencias de los productores, de tal manera que puedan recibir un reconocimiento formal por su conocimiento, experiencia y su habilitación para el desarrollo o la ejecución de un paquete tecnológico. Una vez avalada su habilitación, el productor puede solicitar preferencialmente apoyos técnicos, económicos o logísticos para mejorar sus procesos productivos. La certificación de competencias puede atender una deuda histórica con los productores: reconocer públicamente su habilitación en la generación de productos artesanales a través de procesos que preservan cultura y tradiciones, mejorados con tecnología que incrementa productividad, calidad y potencial de comercialización directa de productos derivados del trapiche.

10. BASES PARA ESQUEMAS DE ECONOMÍA SOLIDARIA

El modelo de emprendimiento social propuesto para los productores piloncilleros de las comunidades Tének representa una sólida estrategia para fortalecer la economía local y el bienestar de los miembros de la comunidad.

Los principios básicos de la economía solidaria son los siguientes:

- **Cooperación:**

Los miembros de la comunidad colaboran entre sí, compartiendo conocimientos, recursos y esfuerzos, para alcanzar objetivos comunes. La creación de grupos solidarios les permite a los productores trabajar juntos en proyectos que los benefician a todos.

- **Equidad:**

Se promueve la igualdad de oportunidades de desarrollo para todos los miembros de desarrollo. De igual forma, los beneficios obtenidos a través de la actividad económica se distribuyen de manera equitativa entre todos los miembros de la comunidad

- **Solidaridad:**

Los miembros de la comunidad se apoyan en los momentos difíciles, compartiendo experiencias, conocimientos o recursos económicos. La solidaridad se extiende a otros sectores de la comunidad que buscan el bienestar colectivo, como el acceso a la salud, la educación o los servicios básicos.

- **Sostenibilidad:**

Los miembros de la comunidad comparten el respeto por el medio ambiente mediante el manejo de prácticas agrícolas sostenibles, la gestión adecuada de los residuos, el uso de ecotecnologías. Se busca que los beneficios económicos obtenidos por los productores no solo sean rentables a corto plazo, sino que aseguren la viabilidad económica a largo plazo.

- **Democracia y participación:**

Las decisiones importantes en la comunidad se toman de forma democrática, con la participación activa de todos los miembros, quienes tienen voz y voto en los asuntos que afectan su comunidad, promoviendo un liderazgo participativo y transparente.

- **Justicia social:**

Se busca la inclusión de todos los miembros de la comunidad, independientemente de su género, edad, etnia o condición social, eliminando las desigualdades sociales y abriendo la

oportunidad de que todos los miembros contribuyan en el desarrollo colectivo. Además, al distribuir los recursos equitativamente, se asegura que todos los miembros tengan las mismas oportunidades de prosperar.

Para el cumplimiento de esta premisas de economía solidaria, el modelo de emprendimiento social propuesto contribuye con los siguientes rasgos distintivos:

- **Identificación de elementos diferenciadores y marca:**

Los productores identificación de elementos diferenciadores de sus productos artesanales que los diferencian de la competencia, tanto en mercados locales como globales. La gestión de marcas representativas aumenta el valor agregado del producto, posicionándolo como un producto de calidad que puede captar la preferencia de consumidores interesados en productos autóctonos, artesanales y sostenibles.

- **Determinación de los costos de producción y precios de venta:**

Conocer los costos de producción y entender cómo fijar el precio de venta basado en los costos reales, permite a los productores tener un control financiero que favorece la sostenibilidad económica. El cálculo de la rentabilidad permite a los productores entender si su modelo de negocio es viable y sostenible.

- **Identificación de mercado y cartera de clientes:**

La identificación de nuevos mercados / clientes es crucial para que los productores orienten sus esfuerzos de venta a los segmentos adecuados, ya sea en zonas rurales o urbanas.

- **Rentabilidad y escalabilidad de los procesos:**

La rentabilidad permite al productor identificar áreas para reducir costos o aumentar márgenes, Complementariamente, la escalabilidad del proceso le ayuda a planificar el crecimiento, aumentando la productividad o mediante la diversificación de productos.

- **Centros de Acopio y Unidades de Procesamiento de Productos de Piloncillo:**

El establecimiento de centros de acopio o unidades de procesamiento es una estrategia fundamental para centralizar la producción de piloncillo, homologar la calidad del producto y garantizar la calidad constante del producto. Este tipo de unidades también contribuyen a optimizar costos, aumentar la eficiencia y promover la cooperación entre los productores locales.

- **Formalización y estructuras / organizaciones legales:**

La formalización de los negocios como cooperativas o sociedades de productores rurales ofrece ventajas como el acceso a financiamiento, subsidios y capacitación. Además, estas figuras empresariales tienen el potencial de proporcionar un apoyo mutuo, permitiendo que los

productores enfrenten retos de manera colectiva, mejoren su poder de negociación y accedan a mayores oportunidades comerciales.

De esta forma, el modelo de emprendimiento social tiene el potencial de aumentar los ingresos de los productores. Si los beneficios se distribuyen equitativamente entre los productores se fortalece la integración comunitaria, se mejoran las condiciones de vida de las familias y se favorece la sostenibilidad a largo plazo.

11. IMPACTOS

El grupo de trabajo identifica que, en el desarrollo e implementación de un paquete tecnológico para la producción sostenible de ron artesanal acoplado a un esquema de emprendimiento social para comercializar directamente los productos en el mercado, algunos de los indicadores más relevantes deben ser los que se indican a continuación. Se hace notar que en esta etapa del paquete tecnológico aún no se realiza una encuesta de seguimiento y/o evaluación que permitan cuantificar detalladamente el nivel de cumplimiento de los indicadores propuestos.

- **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 Cuantitativos:**

Estos indicadores miden el rendimiento y el impacto tangible del paquete.

Indicador	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la productividad y calidad del producto 	<p>Incremento en la cantidad de ron artesanal producido por cada productor y en el cumplimiento de normas que regulan la calidad del producto.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en los ingresos familiares 	<p>Medición del aumento de ingresos de los productores como resultado de la mejora en la productividad y la comercialización.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad al mercado 	<p>Porcentaje de productores que logran acceder a mercados más amplios, tanto locales como nacionales o internacionales.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costos de producción 	<p>Disminución en los costos de producción como resultado de la implementación de tecnologías más eficientes / sostenibles.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Generación de empleo 	<p>Número de empleos creados (directos e indirectos), tanto en la producción como en la comercialización.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en la venta de productos 	<p>Aumento en el volumen de ventas de ron artesanal, tanto en mercados locales como fuera de la comunidad.</p>

• **Indicadores de Transferencia de Saberes:**

Estos indicadores miden el grado en que los conocimientos y habilidades relacionadas con la producción sostenible y la comercialización han sido compartidos y adoptados por los productores

Indicador	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • Número de capacitaciones realizadas 	<p>Número de sesiones de capacitación ofrecidas a los productores en campo</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de adopción de nuevas prácticas 	<p>Porcentaje de productores que adoptan y aplican las nuevas tecnologías o metodologías sugeridas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Participación en redes de conocimiento 	<p>Número de redes o grupos de intercambio de conocimiento establecidos</p>

Indicador	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> Mejora en las habilidades empresariales 	Evaluación del nivel de competencias empresariales adquiridas por los productores
<ul style="list-style-type: none"> Sostenibilidad del modelo a largo plazo 	Capacidad de los productores para mantener los conocimientos adquiridos y seguir sus prácticas productivas en el futuro sin asistencia externa.

- Indicadores de Acciones de Política Pública**

Estos indicadores miden el impacto de las acciones gubernamentales o de otras instituciones públicas para apoyar el proyecto.

Indicador	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> Participación en programas de apoyo 	Número de programas públicos o privados en los que los productores han participado.
<ul style="list-style-type: none"> Implementación de políticas públicas locales 	Medición de la existencia e implementación de políticas públicas en favor de los productores de ron artesanal.
<ul style="list-style-type: none"> Acceso a financiamiento y créditos 	Número de productores que tienen acceso a líneas de crédito o financiamiento oficial para mejorar sus procesos productivos.
<ul style="list-style-type: none"> Mejoras en la infraestructura local 	Iniciativas públicas que mejoran los servicios públicos / infraestructura rural asociados a las unidades productivas.
<ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento institucional 	Grado en el cual el modelo ha sido reconocido por entidades gubernamentales como un modelo adecuado para promover el desarrollo de las unidades productivas.

- Fortalecimiento de la Comunidad:**

Estos indicadores miden el impacto en la cohesión social, la cooperación y el desarrollo comunitario que genera el proyecto.

Indicador	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> Formación de redes comunitarias 	<p>Número de redes de colaboración entre productores, organizaciones locales o grupos comunitarios formados en el proyecto.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Participación en actividades colectivas 	<p>Porcentaje de miembros de la comunidad que participan en las actividades relacionadas con la producción y comercialización de ron artesanal.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Cooperación en la gestión empresarial 	<p>Número de iniciativas conjuntas de los productores para gestionar los procesos productivos y comerciales.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Mejoras en la infraestructura comunitaria 	<p>Progreso en la infraestructura local (como centros de acopio, caminos, servicios básicos) generados por un esfuerzo colectivo en el proyecto.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Participación de Mujeres y Jóvenes en Edad Productiva: 	
<p>Los indicadores en esta categoría miden el grado de participación y el empoderamiento de mujeres y jóvenes mayores de edad.</p>	

Indicador	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> Número de mujeres y jóvenes mayores de edad participando 	<p>Número de mujeres y jóvenes mayores de edad involucrados en la producción, comercialización y gestión del ron artesanal.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Acceso a liderazgo y toma de decisiones 	<p>Número de mujeres y jóvenes mayores de edad en posiciones de liderazgo o toma de decisiones en los grupos de productores.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Mejoras en los ingresos de mujeres y jóvenes mayores de edad 	<p>Incremento de los ingresos obtenidos por mujeres y jóvenes mayores de edad a partir de su participación en las actividades del proyecto.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de habilidades y formación 	<p>Número de capacitación y formación específica dirigida a mujeres y jóvenes mayores de edad en áreas como las técnicas de producción y comercialización.</p>

- **Socialización de la Información:**

Los indicadores en esta categoría miden la difusión del conocimiento y la transferencia de saberes dentro de la comunidad.

Indicador	Descripción
• Número de talleres y capacitaciones	Número de talleres o sesiones educativas realizadas en la comunidad para transferir conocimientos.
• Participación comunitaria en la socialización	Número de productores o miembros de la comunidad que participan en las actividades de socialización de la información.
• Acceso a plataformas de conocimiento	Número de productores que tienen acceso a herramientas o plataformas de información sobre el negocio del ron artesanal y temas relacionados
• Colaboración con instituciones educativas	Número de colaboraciones con instituciones educativas para la capacitación y el fortalecimiento de las capacidades locales.

- **Aumento de la Calidad de Vida:**

Estos indicadores miden el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los miembros de la comunidad

Indicador	Descripción
• Aumento de ingresos familiares	Incremento en el nivel de ingresos de las familias de los productores.
• Mejoras en la infraestructura y servicios	Nivel de mejoras en servicios públicos básicos en las unidades productivas
• Acceso a servicios de salud y educación	Número de beneficiarios del proyecto que tienen mejor acceso a servicios médicos y educativos gracias a los ingresos generados por la producción de ron artesanal.
• Condiciones laborales	Mejora en las condiciones laborales de los productores, como jornadas laborales más justas, mejor acceso a recursos de producción y mayor seguridad en el trabajo.

Indicador	Descripción
• Mejoras en la seguridad alimentaria	Reducción de la inseguridad alimentaria en las familias de los productores gracias a la mejora en los ingresos.

12. GESTIÓN PARA EL DESARROLLO DEL PAQUETE TECNOLÓGICO

Se han realizado diversas acciones de gestión para promover los paquetes tecnológicos:

- Reuniones con las autoridades municipales locales para promover la difusión y solicitar recursos operativos para que los productores sean capacitados en los paquetes tecnológicos
- Gestiones con otros proyectos PRONACES para complementar la formación de productores locales como capacitadores en ecotecnologías asociadas a la generación y uso de energías renovables.
- Gestiones para complementar la formación de los productores como emprendedores a través de talleres impartidos en campo por especialistas en el tema.
- Gestiones para identificar socios estratégicos que pueden detonar la demanda de grandes cantidades de productos artesanales para venta en mercados internacionales.

12.1. Gestiones con presidentes municipales

Se han realizado diversas reuniones con los presidentes municipales de la zona de incidencia.

En el municipio de Tanlajás, S.L.P., los funcionarios con los que se realizaron gestiones hasta el 30 de septiembre de 2024 fueron:

- C. Genaro Ahumada Cedillo, Presidente Municipal
- Lic. Delfino Mauricio López, Síndico Municipal
- Lic. Flor Zulema Montes Rodríguez, Secretaria Municipal.

Las gestiones realizadas incluyeron las siguientes:

- Gestión de apoyos para la construcción de trapiches del modelo construidos por la UASLP.
- Presentación de una propuesta de emprendimiento para productores para la adecuación de trapiches comunes para grupos de 4 familias.
- Presentación de una propuesta de una Unidad de Procesamiento de Productos de Piloncillo; apoyos de obra civil para facilitar el acceso a la Unidad.
- Presentación de una propuesta de la creación de un Centro de Innovación para la Valorización Sostenible de Residuos y Energías Renovables (CIVASORER) en un espacio comunitario en Tanlajás.

- Gestión y firma de convenio de colaboración Universidad Autónoma Metropolitana – Municipio de Tanlajás, para la sesión de un espacio en comodato para implementar el CIVASORER.
- Apoyo logístico para la realización de ferias de socialización de los temas con instituciones educativas y con público en general.
- Apoyo para la reuniones con Jueces Auxiliares y Comisariados Ejidales.
- Apoyos logísticos para la limpieza, mobiliario y equipo de sonido en espacios públicos municipales para la capacitación técnica de productores.

En el municipio de Tanlajás, S.L.P, los funcionarios a partir del 1 de octubre de 2024 son:

- C. Humberto Lucero Magaña, Presidente Municipal
- Lic. Luis Enrique Reséndiz Martínez, Síndico Municipal
- Lic. Edgar Hernández Hernández, Secretario Municipal

También se delegó al Secretario de Desarrollo Rural, Ing Leonardo Ramos, para el seguimiento de las actividades con los productores.

Las gestiones realizadas a la fecha incluyen las siguientes:

- Presentación del proyecto PRONACES con el uso de infografías, para dar a conocer los objetivos, actividades en desarrollo y resultados a la fecha.
- Identificación de áreas de oportunidad acordes a la políticas y programas de apoyo que implementará la administración municipal.
- Gestión de un nuevo convenio de colaboración Universidad Autónoma Metropolitana – Municipio de Tanlajás, para validar el espacio en comodato que cedió en comodato la administración municipal anterior para implementar el CIVASORER
- Análisis de un programa de política pública para que el CIVASORER sea un centro de capacitación de productores en el los paquetes tecnológicos, promoviendo que los apoyos municipales se otorguen después que el productor tomo los cursos de capacitación en el CIVASORER.
- Informe de las actividades y avances del proyecto en sitio, sugiriendo ajustes de los espacios, la tecnología y pidiendo la operación del CIVASORER en enero de 2025
- Análisis de las alternativas para el financiamiento de la operación del CIVASORER.

En el municipio de Aquismón S.L.P, los funcionarios con quienes se han realizado gestiones son:

- C. Cuauhtémoc Balderas Yáñez, Presidente Municipal Constitucional
- Mtro. Emeterio Durán Suarez, Director de Desarrollo y Fomento del Café.

Las gestiones realizadas incluyeron las siguientes

- Informe de las actividades y avances del proyecto PRONACES
- Entrega de material promocional para la capacitación técnica y de emprendimiento para productores y para las acciones de socialización de los paquetes tecnológicos.
- Identificación de grupos de productores con la necesidad y el interés de optimizar sus procesos productivos con ecotecnologías y de comercialización directa de sus productos artesanales.
- Gestión de reuniones de diagnóstico comunitario con grupos de productores.
- Gestión de apoyos para la detonar los Paquetes tecnológicos en el municipio de Aquismón.

En el municipio de Tamuín, S.L.P, los funcionarios con quienes se han realizado gestiones a partir del 1 de junio como administración electa y del 1 de octubre de 2024 como administración constitucional:

- C. Marcelino Bautista Rincón, Presidente Municipal Constitucional
- C. Julián Bañuelos. Director de Desarrollo Rural
- C. Ángel Roberto Rosas, Gestor Municipal

Las gestiones realizadas incluyeron las siguientes.

- Presentación del proyecto PRONACES con el uso de infografías, para dar a conocer los objetivos, actividades en desarrollo y resultados a la fecha.
- Identificación de áreas de oportunidad acordes a la políticas y programas de apoyo que implementará la administración municipal.
- Reunión con el Rector de la Universidad Autónoma Metropolitana:
 - Acciones conjuntas en el marco del proyecto PRONACES
 - Búsqueda de financiamiento para desarrollo de los paquetes tecnológicos.
 - Interés en el esquema del CIVASORER
 - Elaboración de plan de desarrollo municipal.

- Entrega de material promocional para la capacitación técnica y de emprendimiento para productores y para las acciones de socialización de los temas del proyecto.
- Identificación de grupos de productores con la necesidad y el interés de optimizar sus procesos productivos con ecotecnologías y de comercialización directa de sus productos artesanales.
- Reuniones con productores en la comunidad de los Huastecos para validar necesidades que demandan ecotecnologías en energía y discusión de las soluciones propuestas en el marco del proyecto PRONACES.
- Apoyos para las actividades de socialización en las instituciones educativas de comunidades vulnerables.

12.2. Directorio de interesados en paquetes tecnológicos

La gestión del desarrollo de los paquetes tecnológicos desarrollados en el proyecto se ha realizado preferentemente con los presidentes municipales. A la fecha, se indican las personas de contacto en los municipios que realmente han mostrado interés.

- Municipio de Tanlajás:
Lic. Edgar Hernández Hernández, Secretario Municipal
- Municipio de Tamuín:
C. Julián Bañuelos. Director de Desarrollo Rural
- Municipio de Aquismón:
Mtro. Emeterio Durán Suarez, Director de Desarrollo y Fomento del Café.

Otras organizaciones que han mostrado interés y apoyo en las gestiones de los paquetes tecnológicos son las siguientes

- Fondos para la Paz:
Ing. Ferdinando Armenta, Responsable en la Oficina de Tanlajás, S.L.P.
- Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos – San Luis Potosí
Ing. Rodolfo Galván Contreras, Director de Desarrollo Rural.
- Escuela de Campo de Nuevo Cueytzén.
Ing. José Antonio Dueñes, Capacitador en la Escuela de Campo, INIFAP.

Del sector educativo

- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo:
Dr. Agustín Castro Montoya, Facultad de Ingeniería Química
- Universidad Autónoma Metropolitana:
Dr. José Antonio de los Reyes Heredia, Rector General
Aportación concurrente para el desarrollo de los paquetes tecnológicos.

Por otra parte, en el desarrollo de los paquetes tecnológicos se han designado a productores locales como contactos en la zona de incidencia para que identifiquen el interés por los paquetes tecnológicos. Alrededor de ellos se ha identificado un conjunto de miembros de las comunidades que han manifestado su interés en ser parte del equipo que detone proyectos locales para cada uno de los paquetes de los cuales se tiene resguardados sus datos de contacto.

13. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

En el contexto del desarrollo del paquete tecnológico para la producción sostenible de ron artesanal en una comunidad rural se incluyen a continuación una serie de ideas conclusivas, de recomendaciones y un llamado de acción a los productores y a la comunidad para aplicar la tecnología como mecanismo para potenciar su desarrollo económico, como premisa para lograr mejores condiciones de vida.

13.1. Ideas conclusivas

Entre múltiples ideas conclusivas, se destacan los siguientes.

- **Pertinencia del diagnóstico comunitario**

Este diagnóstico es crucial para identificar y validar las necesidades de las unidades productivas y de las viviendas en la comunidad. Es también un espacio para invitar al trabajo conjunto, a la generación de ideas creativas y viables localmente para resolver los retos y las oportunidades identificadas.

- **Uso de tecnología para mejorar productividad, calidad y sostenibilidad:**

El desarrollo / implementación de paquetes tecnológicos en el trapiche, sobre la base del respecto a la cultura y tradiciones de la comunidad y de incorporar el diálogo de saberes entre productores y académicos, da las pautas para el incremento en productividad, una mejora y uniformidad en la calidad de los productos y promueve acciones que en favor de la sostenibilidad.

- **Fortalecimiento del emprendimiento local:**

El impulso al emprendimiento social incluyendo la participación de productores, mujeres y jóvenes en edad productiva, ha promovido el empoderamiento de los miembros de la comunidad, aumentando su habilitación para administrar mejor sus procesos, para identificar nuevos canales de comercialización de sus productos y para gestionar los recursos necesarios para sus actividades económicas. Los aprendizajes en la gestión de una marca y de los requisitos y procedimientos para establecer una sociedad de productores rurales les da el potencial de posicionar los productos en el mercado de manera más formal y profesional.

- **Mejoras en infraestructura**

- ***Trapiche modelo de una micro-birrefinería***

La adecuación de varios paquetes tecnológicos en un mismo trapiche, con un enfoque orientado en la sostenibilidad, soportado con un modelo de emprendimiento y con un programa de operación concertado para operar los paquetes en función de las condiciones de su entorno y del mercado, valida el potencial de los trapiches locales para generar diversos productos de calidad y potencial de comercialización, estableciendo las bases para el desarrollo futuro de una micro-biorrefinería rural.

- **Unidad de procesamiento de productos de piloncillo (UP3)**

La adecuación de la UP3 permite que un grupos de productores(as) y emprendedores(as) tenga un espacio adecuado para la optimización de la producción de productos de calidad derivados del piloncillo, el almacenaje de productos y el centro para su adecuada distribución en diferentes mercados. Estas acciones abren nuevas oportunidades de comercialización para los productores.

- **Centro de Innovación para Valoración Sostenible de Residuos y Energías Renovables (CIVASORER)**

El CIVASORER es un espacio para promover esquemas circulares que valoricen los residuos de las unidades productivas en productos de valor agregado, haciendo uso de ciencia y tecnología y promoviendo el uso de ecotecnologías en la gestión de los servicios que demandan los procesos productivos. Las acciones de socialización, capacitación, entrenamiento práctico, potencial certificación de competencias de los productores, la divulgación de temas técnicos y la promoción del empoderamiento social, son elementos muy importantes para consolidar a futuro el uso de los paquetes desarrollados y para generar nuevas alternativas de atención a los problemáticas locales.

- **Gestión colaborativa**

La gestión ante autoridades municipales y organismos públicos ha permitido a los productores tener la confianza y la habilitación para solicitar los espacios, la infraestructura, los servicios y los recursos necesarios para tener un entorno más favorable para el desarrollo de sus actividades productivas y comerciales, así como para aspirar a mejores condiciones de vida en sus viviendas.

13.2. Recomendaciones a Corto y Mediano Plazo:

Algunas recomendaciones a corto plazo son las siguientes.

- **Fortalecer la capacitación continua:**

Para los productores es fundamental mantenerse actualizado en aspectos técnicos y de emprendimiento, de tal forma que puedan seguir optimizando sus procesos productivos y mejorando la comercialización de sus productos.

- **Monitorear y evaluar impacto:**

Es necesario monitorear el desempeño, rendimiento e impacto las nuevas tecnologías implementadas en el trapiche, así como evaluar los beneficios económicos para los productores, y ajustar los métodos o procesos que no estén generando los resultados esperados.

- **Promover alianzas con otras comunidades:**

Establecer alianzas con otras comunidades productoras de piloncillo o productos agrícolas puede ser clave para ampliar la red de comercialización y lograr economías de escala, especialmente para productos derivados del piloncillo.

Algunas recomendaciones a mediano plazo son las siguientes.

- **Ampliar la capacidad de procesamiento:**

Con el incremento de la demanda de producto y la mejora del proceso productivo se debe considerar el aumento de la productividad, el uso y la ampliación de los centros de acopio y de procesamiento de productos a base de caña de azúcar, melaza y piloncillo.

- **Uso de tecnología para asegurar la calidad:**

Con el respecto adecuado a la cultura y tradiciones, se debe seguir sensibilizando a los productores para que incorporen tecnología que faciliten el control y la uniformidad de los productos.

- **Establecer un sistema de distribución eficiente:**

Este aspecto es crítico. Es imperativo desarrollar estrategias logísticas y de distribución para que el ron y los productos derivados de piloncillo puedan llegar a mercados más grandes y diversificados, tanto nacionales como internacionales.

- **Micro-biorrefinería rural: Diversificación de cartera de productos del trapiche:**

Se deben inducir la implementación de diversos paquetes tecnológicos en una misma trapiche o unidad productiva. Así mismo, se debe seguir el enfoque de valorizar los residuos del

proceso de producción, como bagazo, cachaza, plásticos, para generar energía alternativa o para crear productos o materiales que generen valor agregado y diversifiquen las fuentes de ingreso.

- **Fortalecer esquemas de economía solidaria:**

Se debe seguir promoviendo la asociación u organización de productores para trabajen cooperativa y solidariamente en la generación y, sobre todo, en la comercialización de los productos artesanales, con enfoques en sintonía con la sostenibilidad y con estrategias que aseguren la equidad, la justicia y la democracia en todos los procesos de toma de decisiones y en todos los beneficios derivados de sus iniciativas colegiadas de emprendimiento.

13.3. Invitación a la acción para las comunidades rurales:

- **Fortalecer el compromiso con la sostenibilidad:**

Asegurar que se escala el uso de ecotecnologías en la producción sostenible de ron, incluyendo prácticas adecuadas del manejo de recursos naturales, de la valorización de reducción de residuos y de la preservación del medio ambiente.

- **Unirse en una visión de desarrollo comunitario:**

Es fundamental que todos los miembros de la comunidad rural comprendan el valor de la cooperación y la solidaridad para lograr el desarrollo sostenible. Por esto se invita a los productores a asociarse en cooperativas o en sociedad de productores rurales para aprovechar las ventajas de la economía solidaria para mejorar las condiciones de vida de toda la comunidad.

- **Aprovechar nuevas oportunidades de comercialización:**

Se invita a los productores a capacitarse para diversificar los canales de venta de sus productos (como la venta en línea, la participación en ferias de productos artesanales, o la certificación de productos como orgánicos o sostenibles), que les nuevos mercados y mejora la competitividad.

- **Incrementar la eficiencia en la gestión de recursos**

Se deben mejorar las estrategias para conseguir apoyos ante las autoridades municipales, estatales y nacionales, para fortalecer los servicios públicos en las unidades productivas, así como la infraestructura, los procesos de capacitación y el acceso a financiamiento realmente accesibles para los productores.

- **Empoderar a las mujeres y jóvenes:**

Se invita a las mujeres y a los jóvenes a seguir participando activamente en los procesos productivos y comerciales, promoviendo su participación en las decisiones económicas de la comunidad y creando espacios de liderazgo para que puedan desarrollar sus capacidades.

14. REFERENCIAS

- Agroindustrial, C. (2004, Mayo 07). Retrieved from <http://repiica.iica.int/docs/B0014e/B0014e.pdf>
- Alvarez, Evelson, & Boveris. (2023, Agosto 05). *Repositorio Digital*. Retrieved from http://repositorioubasibbi.uba.ar/gsd/collect/encrucci/index/assoc/HWA_280.dir/280.PDF
- Cardona, Sanchez, Montoya, & Quintero. (2005). SIMULACIÓN DE LOS PROCESOS DE OBTENCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE CAÑA DE. *Redalyc*, 187-192.
- Castillo, & Forero. (2007, Agosto 2). Retrieved from <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8279/tesis26.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cornejo. (2023, Agosto 6). *Repository UAEH*. Retrieved from [https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/download/1725/5423?inline=](https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/download/1725/5423?inline=1)
- Dacosta, & Vazquez. (2007). Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. *Scielo*, 1-36.
- Dutton. (2023, Noviembre 11). LibreTexts. Retrieved from [https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Ingenier%C3%ADa/Biol%C3%B3gica/Combustibles_alternativos_a_partir_de_fuentes_de_biomasa_\(Toraman\)/07%3A_Procesamiento_para_producir_etanol_y_butanol_a_partir_de_carbohidratos_y_enzimas/7.01%3A_Producci%C3%B3n_de_E](https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Ingenier%C3%ADa/Biol%C3%B3gica/Combustibles_alternativos_a_partir_de_fuentes_de_biomasa_(Toraman)/07%3A_Procesamiento_para_producir_etanol_y_butanol_a_partir_de_carbohidratos_y_enzimas/7.01%3A_Producci%C3%B3n_de_E)
- Espinoza, & Ovando. (2023, Noviembre 12). Cengicana. Retrieved from <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://cengicana.org/files/20150902101644863.pdf>
- European Biofuels. (2023, Noviembre 01). Retrieved from <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.etipbioenergy.eu/images/ethanol-factsheet.pdf>
- Garcia, Lopez, Romero, & Garcia. (2014). Fermentation Process Simulation of Homebrewing Beer. *Scielo*, 221-232.
- Leiva, E. (2023, septiembre 11). *SCRIBD*. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/355443293/V>
- Morales-Martínez T.K., Díaz Blanco, D., Rodríguez de la Garza, J.A., Morlett-Chávez, J., Castro Montoya, A.J., Quintero J., Aroca G., Ríos González, L., 2017, *Bioresources* 12(4), 8093-8105.
- Mosquera, & Menéndez. (2005). Alcohol etílico: Un tóxico de alto riesgo para la salud humana socialmente aceptado. *Scielo*, 32-47.
- National Library of Medicine*. (2020, Agosto 20). Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7099199/>
- Ones, Leon, & Cabezas. (2003, Enero 14). *ResearchGate*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/324845038_Produccion_de_alcohol_por_via_fermentativa
- Reddy, Kumar, Kusuma, & Ramesh. (2020, Agosto 10). *ResearchGate*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/343542636_Optimum_parameters_for_production_of_ethanol_from_synthetic_molasses_by_Saccharomyces_cerevisiae
- Suarez, Garrido, & Guevara. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Redalyc*, 20-28.
- Toraman. (2023, Noviembre 12). *LibreTexts*. Retrieved from <https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Ingenier%C3%ADa/Biol%C3%B3gica/>

Combustibles_alternativos_a_partir_de_fuentes_de_biomasa_(Toraman)/07%
3A_Procesamiento_para_producir_etanol_y_butanol_a_partir_de_carbohidrat
os_y_enzimas/7.02%3A_Producci%C3%B3n_de_e

Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. (2023, Septiembre 12). Retrieved from
<https://www.umich.mx/>

PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE RON ARTESANAL

Se terminó su edición en enero de 2025.