

Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços
e Possibilidades

Manuel Simões
(organizador)

VOL IV

 EDITORA
ARTEMIS
2024

Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços
e Possibilidades

Manuel Simões
(organizador)

VOL IV

 EDITORA
ARTEMIS
2024



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Manuel Simões
Imagem da Capa	Vivilweb/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México



Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yañez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*



Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, *Universidad del Pais Vasco, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – *Universidad de Oviedo, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos em biociências e biotecnologia [livro eletrônico] : desafios, avanços e possibilidades IV/ Organizador Manuel Simões. – Curitiba, PR: Artemis, 2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilingue

ISBN 978-65-81701-33-8

DOI 10.37572/EdArt_311024338

1. Ciências biológicas. 2. Biotecnologia. 3. Biomedicina.
I. Simões, Manuel.

CDD 574

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PREFÁCIO

O volume IV da edição “Estudos em Biociências e Biotecnologia: Desafios, Avanços e Possibilidades” disponibiliza ao leitor informação científica avançada de caráter fundamentalmente aplicado. O livro está organizado em sete capítulos que focam essencialmente em conhecimento avançado em ciências biomédicas, neurociências, parasitologia, saúde animal e em processos avançados e sustentáveis de produção alimentar.

Manuel Simões

<https://orcid.org/0000-0002-3355-4398>

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA ACTIVIDAD CITOTÓXICA DE QUERCETINA ENZIMÁTICAMENTE MODIFICADA EN CÉLULAS DE CÁNCER DE CÉRVIX Y DE COLON

David Alejandro Macías Martín
Iliana del Carmen Barrera Martínez
Flor Yohana Flores Hernández

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110243381

CAPÍTULO 2..... 13

DEVELOPMENTAL HETEROCHRONY AND ITS RELATIONSHIP WITH THE CELLULAR SENESECE: A NEW PERSPECTIVE ON THE ETIOLOGY OF NEURODEGENERATION

Ana Karen Ramírez- Reyes

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110243382

CAPÍTULO 3..... 22

DETECCIÓN DEL VIRUS DE LA NECROSIS RENAL Y DEL BAZO (ISKNV) DEL PEZ CEBRA EN COLONIAS DE EXPERIMENTACIÓN DE ARGENTINA

Juan Martín Laborde

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110243383

CAPÍTULO 4..... 36

PRESENCIA DE *ANAPLASMA MARGINALE* Y *BABESIA SPP.* EN *HAEMATOBIA IRRITANS* COLECTADAS EN NUEVO LEÓN

José Pablo Villarreal Villarreal
Pilar Elizabeth Rincón González
Jesús Jaime Hernández Escareño

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110243384

CAPÍTULO 5..... 45

EVALUACIÓN DE LÍNEAS ÉLITE DE MAÍZ AZUL PARA VALLES ALTOS DE MÉXICO

José Luis Arellano-Vázquez
Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

Luis Fernando Ceja-Torres
Martín Filiberto García Mendoza
Estela Flores-Gómez
Patricia Vázquez-Lozano
Donají Ariadna Ramírez López

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110243385

CAPÍTULO 6..... 54

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE PROTEÍNAS DE *SPHENARIUM PURPURASCENS* EXTRAÍDAS CON ULTRASONIDO EN SALCHICHAS TIPO VIENA

Salvador Osvaldo Cruz-López
Yenizey Merit Alvarez-Cisneros

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110243386

CAPÍTULO 7 68

PRODUCCIÓN ARTESANAL DE PILONCILLO CON ENFOQUE SOSTENIBLE

Luisiana Fabiola Palomo González
José Antonio de los Reyes
Marco A. Sánchez Castillo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110243387

SOBRE O ORGANIZADOR 118

ÍNDICE REMISSIVO 119

CAPÍTULO 7

PRODUCCIÓN ARTESANAL DE PILONCILLO CON ENFOQUE SOSTENIBLE¹

Data de submissão: 30/09/2024

Data de aceite: 14/10/2024

M.C. Luisiana Fabiola Palomo González

Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de
San Luis Potosí
San Luis Potosí, México

<https://orcid.org/0009-0000-6263-2941>

José Antonio de los Reyes

Área de Ingeniería Química
Universidad Autónoma Metropolitana
Iztapalapa, Ciudad de México, México

<https://orcid.org/0000-0003-1962-9848>

Marco A. Sánchez Castillo

Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de
San Luis Potosí
San Luis Potosí, México

<https://orcid.org/0000-0002-5989-0453>

RESUMEN: Una deuda histórica en las comunidades rurales mexicanas con altas necesidades socioeconómicas es mejorar la economía de sus micro y pequeñas unidades agroindustriales, como factor clave para lograr una mejor calidad de vida de las familias. En este capítulo se describe un modelo interdisciplinar e intersectorial para contribuir al desarrollo sostenible de comunidades que se dedican al cultivo de la caña de azúcar y a la producción artesanal de piloncillo. De forma relevante, se identifican y validan los principales elementos tecnológicos, sociales, económicos, ambientales y energéticos, que se deben tomar en cuenta al definir una estrategia de desarrollo sostenible para estas comunidades. Así mismo, se documenta la propuesta del equipo de trabajo para lograr la “Producción artesanal de piloncillo con enfoque sostenible” en comunidades piloncilleras Tének, localizadas en el centro geográfico de México. En particular, se describen los retos, estrategias, acciones, avances y favorables impactos conseguidos al aplicar el modelo en campo. Notoriamente, la operación sostenible de las micro y pequeñas unidades piloncilleras Tének se concretará en la medida que los miembros de la comunidad se organicen para formalizar las figuras legales a través de las cuales comercialicen productos en los mercados nacional e internacional. El modelo de investigación e incidencia propuesto para detonar el desarrollo sostenible de micro y pequeñas unidades productivas luce

¹ Los autores agradecen el apoyo económico de parte del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) de México para el desarrollo del proyecto de investigación e incidencia PRONACES 321073 “Desarrollo social y económico de pequeñas unidades agroindustriales con base en la socialización, gestión, generación y/o uso eficiente de energía sustentable”, cuyos resultados sustentan esta publicación.

muy promisorio y se validará en otros sistemas productivos rurales en zonas de alta marginación socioeconómica.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo sostenible. Comunidades Tének. Piloncillo artesanal. Calidad y productividad. Comercio justo.

1 INTRODUCCIÓN

En México, la caña de azúcar es un cultivo muy extendido en las zonas cálidas del país y un producto agrícola de particular relevancia por su contribución a las cadenas de valor del sector alimentario, así como por su favorable impacto a la economía y al desarrollo social de las zonas rurales del país (SADER 2024). Diversas políticas, estrategias y programas públicos de apoyo incentivan el incremento de la productividad, la calidad y la competitividad en el cultivo, cosecha y conversión de la caña de azúcar a nivel industrial. Estas iniciativas benefician preferentemente a los medianos y grandes productores de caña de azúcar y a los ingenios cañeros. Sin embargo, los apoyos no son equitativos para los micro y pequeños productores (MyPP) de caña de azúcar, en particular para quienes laboran en comunidades que exhiben altos niveles de rezago social y económico.

Los MyPP de caña de azúcar deben darle un valor agregado para comercializarla localmente ante la imposibilidad de venderla en un ingenio azucarero. En este escenario, recurren a procesos artesanales centenarios para convertir la caña de azúcar en jugo, melaza, pilón y piloncillo granulado, todos ellos son productos representativos de la gastronomía tradicional mexicana. Los procesos artesanales adolecen de la tecnología y de las buenas prácticas de manufactura necesarias para mejorar la productividad y calidad de los productos, pero incluyen elementos culturales y tradicionales que son signo de identidad de los pueblos originarios, como es el caso de las comunidades Tének de la huasteca potosina, localizada en el centro geográfico de México. Los productores artesanales de piloncillo deben también enfrentar otro reto mayúsculo en su actividad productiva, un proceso de comercialización de sus productos que reside en un intermediarismo unilateral e injusto, que condiciona drásticamente sus ingresos económicos y acota su potencial para ofrecer una buena calidad de vida a sus familias.

En este contexto de retos complejos para los MyPP, también se pueden identificar oportunidades. En cierta medida, en las últimas dos décadas las comunidades Tének productoras de piloncillo han recibido apoyos de organizaciones públicas y privadas que no se hacen patentes en el campo. Un análisis de los apoyos otorgados sugiere que, en cada oportunidad, los apoyos se han dirigido a diferentes eslabones de la cadena de valor del sistema productivo caña de azúcar – piloncillo, ya sea a los aspectos agrícolas de cultivo y cosecha, a la infraestructura y servicios requeridos para la conversión de la

caña, a la habilitación de los espacios donde llevan a cabo sus procesos (conocidos como trapiches) o a la capacitación técnica de los productores, por indicar los más recurrentes. Sin embargo, hay algunos aspectos que por lo general no se consideran. Uno de ellos es el proceso de comercialización directa de los productos del trapiche en el mercado, sin intermediarios, que implica una capacitación de los productores en emprendimiento o en esquemas de economía solidaria. Otro elemento relevante tiene que ver el desarrollo de la confianza, la autoestima y el empoderamiento de los productores, para que reconozcan sus derechos y los hagan valer, para que tengan la motivación y la capacidad de identificar soluciones para enfrentar los retos y gestionar soluciones viables. Además, se requiere convencer e inducir a los productores al trabajo en equipo, para que sean capaces de colaborar solidariamente, de asociarse para hacer sus gestiones ante organizaciones públicas y privadas, para instalar centros de procesamiento comunitarios y para crear figuras legales que les faciliten la comercialización directa de su productos artesanales. Todos los elementos indicados coadyuvan al desarrollo del productor, de la unidad productiva, de las comunidades y, sin duda promueven diferentes facetas del desarrollo sostenible.

En el propósito de contribuir a la producción sostenible de piloncillo artesanal, el equipo de trabajo considera pertinente promover otros elementos como: a) el uso de energías alternativas, particularmente la energía solar, para mejorar las condiciones de trabajo en el trapiche y la calidad de vida en las viviendas, b) esquemas de economía circular que valoricen los residuos agrícolas, agroindustriales y domésticos que se generan alrededor de estas unidades productivas. Este último enfoque permite generar energía verde y productos químicos de valor agregado que, además de diversificar la cartera de productos del trapiche, son un vector para que los productores obtengan mejores ingresos económicos, como premisa indispensable del bienestar de sus familias.

Con base a lo anterior, el grupo de trabajo realizó un diagnóstico comunitario para identificar, validar y jerarquizar los retos y oportunidades de las comunidades piloncilleras Tének de la huasteca potosina. El diagnóstico indicó el interés de los productores para considerar las opciones de energía alternativa para mejorar las condiciones de trabajo en el trapiche y de vida en sus casas. Los productores también reconocieron el potencial de la valorización de los residuos antes referido. Si embargo, fueron inflexibles al indicar que previo a estas alternativas de desarrollo necesitaban, urgentemente, resolver el reto del intermediarismo en la venta de sus productos. El equipo de trabajo fue sensible a esta solicitud y convino con los productores en establecer una estrategia que, involucrando todos los eslabones de la cadena de producción artesanal del piloncillo, abriera una

oportunidad para abrir canales alternativos de comercialización. La estrategia propuesta por el equipo de trabajo se basó en tres ejes: i) el desarrollo científico y tecnológico, ii) el emprendimiento social y iii) la gestión social comunitaria. De forma operativa, al integrar elementos de los ejes referidos, el proyecto promovió el desarrollo de 3 paquetes tecnológicos para las comunidades, siendo uno de ellos la “Producción artesanal de piloncillo con enfoques sostenible”. En este caso, las estrategias y acciones de campo realizadas en las unidades productivas y en las viviendas de las familias, propiciaron la transferencia de saberes entre los miembros de las comunidades y los académicos, la implementación de buenas prácticas de manufactura para mejorar el proceso productivo, la inducción al emprendimiento social para promover la comercialización directa de los productos y las acciones de sensibilización de niños y jóvenes para destacar los valores personales, familiares y comunitarios, a la par de la protección del medio ambiente y la valorización de residuos.

En este capítulo, se da un contexto de la relevancia de la producción de caña de azúcar en México y se hace énfasis en la importancia que tiene la conversión artesanal de la caña de azúcar en piloncillo por parte de los micro y pequeños productores. A continuación, se describen detalles del proceso de producción artesanal del piloncillo en las comunidades Tének de la huasteca potosina y las áreas de oportunidad asociadas a los aspectos técnicos de la producción. La atención de esta oportunidad se enriqueció con diálogos con otros grupos de investigación e incidencia que ejecutan proyectos similares en diferentes sistemas productivos rurales. Como producto de esas experiencias, el equipo de trabajo identificó una serie de elementos sociales, económicos, energéticos, ambientales y técnicos que deben guiar la propuesta de plan integral de incidencia para lograr el desarrollo sostenible de unidades productivas piloncillas. Estas experiencias se discuten como parte relevante del capítulo, que concluye con la propuesta específicamente diseñada para las comunidades piloncilleras Tének de la huasteca potosina. La documentación incluida en este capítulo abona al desarrollo de un modelo de investigación-incidencia que facilite la identificación de rutas críticas que resuelvan los retos que enfrentan los sistemas productivos rurales, sobre todo aquellos que residen en comunidades con grandes retos socioeconómicos, con un enfoque sostenible.

2 CONTEXTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN MÉXICO

La caña de azúcar, *Saccharum officinarum*, es una gramínea originaria de Nueva Guinea cuyo cultivo se extendió progresivamente a zonas tropicales a subtropicales alrededor del mundo; en la actualidad, los principales países productores de caña de

azúcar se ubican entre los 36.7° de latitud norte y los 31.0° al sur del Ecuador (SAGARPA, 2015). En España, la caña se introdujo en el siglo VIII y fue traída a México alrededor de 1522. La primera plantación se llevó a cabo en Veracruz, en donde también se instalaron los primeros ingenios azucareros. El cultivo se extendió a otras zonas cálidas del país y en la actualidad la caña de azúcar se cultiva en 22 estados mexicanos (SAGARPA – CONADESUCA, 2015; SAGARPA, 2017).

2.1 PERFIL DE PRODUCTORES DE CAÑA DE AZÚCAR

De forma muy general, en las zonas rurales de México se identifican dos grandes grupos asociados a la producción de caña de azúcar.

a) Medianos y Grandes Productores de caña de azúcar

Este grupo lo constituyen productores que tienen más de 3 ha de terreno de cultivo, tienen legalizada la tenencia de la tierra, cultivan una variedad de caña adecuada a las condiciones climatológicas de su región, usan aditivos agrícolas para incrementar el rendimiento de producción, cuentan con la tecnología apropiada para el cultivo, la cosecha y el traslado de la caña al ingenio azucarero, al cual tiene acceso mediante acuerdos preestablecidos en términos de la aceptación y precio del producto, lo cual les da cierta estabilidad financiera.

b) Micro o Pequeños Productores de caña de azúcar

En este grupo se identifican productores con terrenos de cultivo igual o menor a 1 ha (micro-productores) o de 1 a 3 ha (pequeños productores). Se distinguen también porque no tienen legalizada la tenencia de la tierra, tienen diversas variedades de caña en su campo, el cultivo es de temporal y no usan aditivos ni tecnología en sus procesos agrícolas. Notoriamente, los micro y pequeños productores (MyPP) no tienen la posibilidad de entregar su caña de azúcar a un ingenio para obtener un beneficio económico por lo que deben convertir la caña en otros productos para darle valor agregado.

De esta forma, existen enormes brechas entre ambos perfiles de productores en cuanto al nivel de extensión de terreno, variedades vegetales y tecnificación del cultivo y cosecha, que repercuten en la productividad y la calidad de la caña de azúcar. Estas brechas se acentúan aún más cuando se hace el comparativo del proceso de comercialización y los consecuentes beneficios económicos. Por una parte, los medianos y grandes productores abastecen los ingenios azucareros, cuentan con precisión de garantía y reciben anticipos económicos que les permiten vivir más dignamente previo a la época de la zafra. Por el contrario, los MyPP deben cosechar y procesar por su cuenta

la caña de azúcar. Es común en muchas regiones de México que la caña se convierta en piloncillo, un edulcorante artesanal, usando pequeñas unidades productivas rurales conocidas como “trapiches”, mediante procesos artesanales, que se basan en la cultura y/o tradiciones centenarias de sus comunidades.

En este escenario, los MyPP viven de su trabajo diario, ya que por lo general venden el piloncillo al final de la jornada, al pie de su trapiche. La compra la realiza un intermediario que, por lo general, fija unilateralmente el precio de venta, con insignificantes beneficios económicos para los productores. Este desventajoso proceso de comercialización de piloncillo artesanal ha existido por décadas y constituye el principal reto para mejorar la economía de los productores y, en consecuencia, el bienestar de sus familias.

2.2 PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR

En general, México se identifica como un importante productor de caña a nivel mundial. En 2019, México ocupó el sexto lugar como productor de caña de azúcar con 56,446,821 ton y el séptimo lugar como exportador de azúcar con un total de 1,896,932 t (Reyes-Hernández et al., 2019). En el Segundo Estimado de Producción de Caña y Azúcar de la zafra 2020/21, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y la CONADESUCA reportaron que la superficie de caña de azúcar a industrializar fue de 805,491 ha, con un rendimiento en campo promedio de 66.94 ton/ha. El rendimiento de fábrica fue de 11.24% y el rendimiento agroindustrial fue estimado en 7.52 ton/ha (CONADESUCA, 2021). Internamente, en 2020, la SADER reportó que el estado de Veracruz fue el principal productor de caña (21,414,981 ton), seguido de Jalisco (7,635,000 ton) y San Luis Potosí (4,188,000 ton). En este estado, la producción de caña de azúcar se localiza en la región geográfica conocida como la huasteca potosina, que en 2021 tuvo un rendimiento promedio de 52.22 ton/ha. En esta región los principales municipios productores fueron: Ébano (71.94 ton/ha), Tampamolón Corona (67.4 ton/ha), San Vicente Tancuayalab (66.82 ton/ha), Tamuín (63.42 ton/ha), Ciudad Valles (52.2 ton/ha), Tanlajás (50 ton/ha) Aquismón (49.86 ton/ha), Tancanhuitz (47.59 ton/ha), Tamasopo (47.31 ton/ha) y el Naranjo (47.11 ton/ha) (SIAP, 2022). Es importante hacer notar que los niveles de producción de caña documentados públicamente no siempre son representativos de la contribución real de los MyPP, debido a que no hay censos comunitarios o municipales de estos productores; esta situación contrasta con el seguimiento detallado que se puede hacer a partir de la caña que los medianos y grandes productores procesan para los ingenios azucareros.

2.3 RELEVANCIA ECONÓMICA DEL SECTOR CAÑERO

La caña de azúcar es un producto agrícola básico en México. Las familias mexicanas tienen un consumo per cápita promedio de 36.7 kg de azúcar/año y su gasto en productos derivados de la caña de azúcar representa el 0.5% de su gasto total en alimentos, bebidas y tabaco (SADER, 2018; Secretaría de Agricultura, 2022). Económicamente, la industria azucarera es un motor de desarrollo económico en zonas rurales y tiene el potencial para exportar diversos productos derivados de la caña de azúcar (PRONAC, CONDUSECA 2021). En 2021, la SEDAR reportó que se cultivaron más de 800,000 ha de caña de azúcar en 267 municipios de 15 Estados y que más de 170 mil productores agrícolas abastecieron la operación de 49 ingenios azucareros. Se estimó que la cadena de valor generó entre 40,000 – 50,000 millones de pesos (SEDAR, 2021). En el mismo periodo, la agroindustria de la caña de azúcar generó alrededor de 440 mil empleos directos y 2.2 millones de empleos indirectos (PRONAC, CONDUSECA 2021). La Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcohólica de México estimó que en esta agroindustria involucra a 500,000 familias, 182,379 abastecedores de caña, 153,714 jornaleros, 69,971 cortadores, 31,318 transportistas, 34,916 trabajadores sindicalizados, 7,689 trabajadores de confianza y 11,822 jubilados (CONUEE, 2023). En la zafra 2020-2021, la agroindustria de la caña de azúcar representó el 0.50% del PIB de México, aportó el 3.01% de la industria manufacturera, participó con el 16.74% del PIB en la industria alimentaria, mientras que con el 6.21% PIB agropecuario (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022). En la misma zafra, el 80 % de la azúcar producida se destinó al mercado interno y el 20% para exportación (CONADESUCA, 2022). De hecho, en ese periodo México se ubicó en el cuarto lugar de exportación de confitería a nivel internacional, con un 6 % aproximado del total mundial (SAGARPA, 2017).

Los datos anteriores muestran la relevancia del sector cañero industrial para la economía de México. Sin embargo, se enfatiza que no están disponibles en el país los indicadores económicos de los micro y pequeños productores de caña de azúcar. Estos indicadores son necesario para documentar la situación urgente que prevalece en este tipo micro y pequeñas unidades agroindustrias rurales, que tienen múltiples y complejas necesidades que resolver, para que los procesos artesanales sean viables económicamente y que generen los ingresos económicos suficientes para dar un sustento digno a sus familias.

2.4 IMPACTOS SOCIALES DEL SECTOR CAÑERO

La calidad de vida de una familia rural es notoriamente dependiente de su nivel de ingreso económico. En el caso de los MyPP de caña de azúcar, el ingreso reside en

el cultivo, la cosecha y el procesamiento artesanal de la caña de azúcar. Como en todas las cadenas productivas, los ingresos económicos de los productores cañeros están sujetos a la dinámica de la oferta y la demanda de la caña de azúcar (y de sus productos) en el mercado a nivel nacional, que depende de múltiples e interdependientes factores climáticos, tecnológicos, logísticos, económicos y políticos, entre otros. Como resultado, los ingresos económicos de los productores de caña de azúcar son muy variables, pero repercuten de forma más notoria para los MyPP, que están cautivos a un proceso de comercialización controlado por intermediarios. De esta forma, el promedio de ingresos de MyPP solo alcanza el salario mínimo vigente en México, cuando es temporada de caña y pueden procesar sus productos. Si bien el ciclo de vida de la caña de azúcar demanda que el MyPP realice diversas actividades en campo a lo largo del año, su ingreso económico está acotado, por lo general, a un periodo de 6 a 8 meses del año. Esta situación tiene drásticas repercusiones para la condiciones de vida de sus familias y, como resultado, los MyPP emigran un periodo del año a buscar trabajos rurales o urbanos.

De esta forma, como resultado de sus limitados ingresos económicos, los MyPP de la huasteca potosina tienen enormes retos sociales que resolver en materia de vivienda, salud, educación, agua, energía, por mencionar los más apremiantes. Estos rezagos son históricos y muy pocas veces son tomados en cuenta cuando se diseñan políticas públicas y se implementan programas de apoyo asociados al sistema productivo de caña de azúcar. Esta situación debe ser analizada, resuelta y revertida, como premisa básica para garantizar una buena calidad de vida y un horizonte de desarrollo más promisorio para los productores y sus familias.

2.5 PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DEL SECTOR CAÑERO

Se han realizado y documentado múltiples diagnósticos y análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para los productores de caña en México. La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México (SADER, 2021) identificó que los retos principales a nivel federal para la caña de azúcar al 2024 incluían: la diversificación del aprovechamiento tradicional de la caña de azúcar, el fortalecimiento productivo y estratégico de la agroindustria de la caña de azúcar, el uso de nuevas tecnologías y geo-tecnologías con un enfoque sustentable para la referenciación de la superficie cultivada y cosechada, además de validar y socializar sistemas de información que se sustenten políticas y programas del sector cañero. Al término del 2024, es notorio que los avances en los retos indicados han sido acotados. Por ejemplo, desde hace varios años los ingenios azucareros usan productos intermedios y residuales de sus

procesos, como melaza y bagazo, para generar otros productos de valor agregado como fertilizantes, alimento animal, etanol, bebidas alcohólicas y papel (Romero *et al.*, 2012; Pérez *et al.*, 2015). Sin embargo, a la fecha, las cadenas de valor formalmente establecidas distan mucho de capitalizar integralmente el uso de los subproductos o residuos del proceso de conversión de la caña en energía limpia, combustibles verdes y otros productos químicos, como ya ocurren en otros países alrededor del mundo (Salazar-Ortiz *et al.*, 2017).

Por otra parte, no se tienen identificadas específicamente las perspectivas de desarrollo para los MyPP de caña de azúcar en México. En las últimas dos décadas, diversos programas de apoyo, públicos y de diversas organizaciones civiles, han hecho inversiones económicas nominalmente importantes para los MyPP en algunos estados del país. Sin embargo, a pesar de esos apoyos aún persisten enormes rezagos tecnológicos, económicos y sociales, originando precarias condiciones de bienestar y desarrollo humano para la mayor parte de los MyPP (Sánchez Castillo *et al.*, 2021). Más drástica es la situación que las necesidades de estos productores no captan el interés ni los apoyos de los programas de acción pública municipal vigentes. Esto evidencia un hecho: los apoyos a los MyPP no se otorgan sobre premisas de propiciar desarrollo económico y social sino, desafortunadamente, como resultados de campañas políticas, o beneficios selectivos para unos cuantos productores, de quienes después se benefician los intermediarios que comercializan sus productos artesanales. Esta situación es uno de los principales retos por resolver para cambiar las condiciones de operación de las unidades productivas rurales y, por consecuencia, el bienestar de las familias en las comunidades.

2.6 CONVERSIÓN ARTESANAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Hay varios rasgos distintivos en los procesos de cultivo, cosecha y conversión de la caña de azúcar en las micro y pequeñas unidades productivas de la huasteca potosina, conocidas como “trapiches”.

En el caso del cultivo de la caña:

- a) Usan variedades vegetales probadas por su resistencia a las condiciones climáticas locales.
- b) Tienen cultivos de temporal.
- c) No usan fertilizantes ni fungicidas químicos.

En el caso de la cosecha de caña:

- a) El corte de la caña es manual, justo antes de su procesamiento.

- b) No queman la caña.
- c) Dejan las podas en campo.

En el caso de la conversión de la caña:

- a) Usan un proceso artesanal que implica prácticas ancestrales, que dan sentido de unidad a la comunidad.
- b) Las condiciones de producción se basan en su cultura y tradiciones.
- c) Los productos edulcorantes, la melaza y el pilón, son históricamente distintivos en la cocinas mexicanas y de diversas cadenas productivas familiares a nivel rural.

2.7 PRODUCTOS DE LA CONVERSIÓN ARTESANAL DE CAÑA DE AZÚCAR

En los trapiches de la huasteca potosina y de otras zonas cañeras de México, la caña de azúcar se transforma artesanalmente en los siguientes productos principales.

- a) Jugo de caña, que se consume directamente al producirla, como bebida refrescante.
- b) Melaza, una miel con elevado contenido de azúcares, que se consume de forma directa o se emplea para la preparación de dulces con semillas.
- c) Pilon, un sólido edulcorante natural, clásico por su sabor, color y apariencia, que se utiliza industrialmente en bebidas, panadería, confitería, suplementos alimenticios, entre muchas otras aplicaciones.
- d) Piloncillo granulado: un polvo edulcorante, natural, con mínimo contenido de impurezas, en color oro.; con aplicaciones similares al pilón, se usa también en salsas, aderezos, productos orgánicos, productos lácteos, entre otros.

Las caracterizaciones de estos productos por métodos físicos, químicos y bromatológicos, así como las propiedades nutricionales y las aplicaciones comerciales de estos los mismos, fue recopilada recientemente por nuestro grupo de trabajo (Palomo González et al., 2024). Como ya se indicó, el esquema de comercialización más común de esos productos es a través de un intermediario que pasa a la unidad productiva y fija unilateralmente el precio del producto. Otras opciones incluyen la venta del producto casa por casa y en los negocios particulares de las comunidades como restaurantes y cafés. A la fecha, los MyPP de las comunidades Tének no tiene todavía la posibilidad de comercializar su producto de forma directa en otros mercados en los cuales puede tener mayores precios de venta.

3 PROCESO ARTESANAL DE PRODUCCIÓN DE PILÓN Y PILONCILLO GRANULADO

3.1 TIPOS DE PILONCILLO

Las comunidades Tének en la huasteca potosina producen, preferentemente, dos tipos de piloncillo:

- a) pilón, piloncillo negro o industrial,
- b) piloncillo granulado.

3.1.1 Piloncillo negro o industrial

La mayor parte de las familias Tének producen el piloncillo negro o industrial porque es de fácil elaboración ya que no implica la filtración del jugo ni se realiza la eliminación de residuo. Sin embargo, por estas mismas razones contiene una evidente cantidad de impurezas, lo cual abarata su precio en el mercado. Su presentación comercial son los tradicionales bloques en cono de diferente peso (1, 0.5 y 0.25 kg).

3.1.2 Piloncillo granulado

En los últimos años, diversas organizaciones públicas y privadas han promovido la tecnificación de los procesos artesanales y la elaboración de piloncillo granulado, con la finalidad de mejorar los ingresos de las familias Tének dedicadas a la producción de piloncillo. Este proceso implica más trabajo, depende mucho de la habilitación del productor, de la disponibilidad de la infraestructura necesaria para la producción y de espacios adecuados para el almacenamiento del producto. Sin embargo, la calidad, la inocuidad y la presentación del producto aumentan considerablemente y, por lo tanto, se paga a mayor precio. Notoriamente, el piloncillo granular está siendo demandado en forma creciente por establecimientos comerciales locales, nacionales e internacionales, lo cual incentiva su producción. Sin embargo, a pesar de estas ventajas, muchos micro-productores no tienen la habilitación, ni la tecnología, ni la capacidad de gestión de un crédito que le permita evolucionar su trapiche a la producción de piloncillo granulado. Estas situaciones y la volatilidad de los precios en el mercado acotan la producción de piloncillo granulado.

Por otra parte, los micro-productores han realizado las mejoras necesarias en la producción del piloncillo granular validan que el proceso tiene diversas ventajas:

- a) mayor pureza y mejor apariencia, que se refleja en la calidad del producto;
- b) mayor productividad;

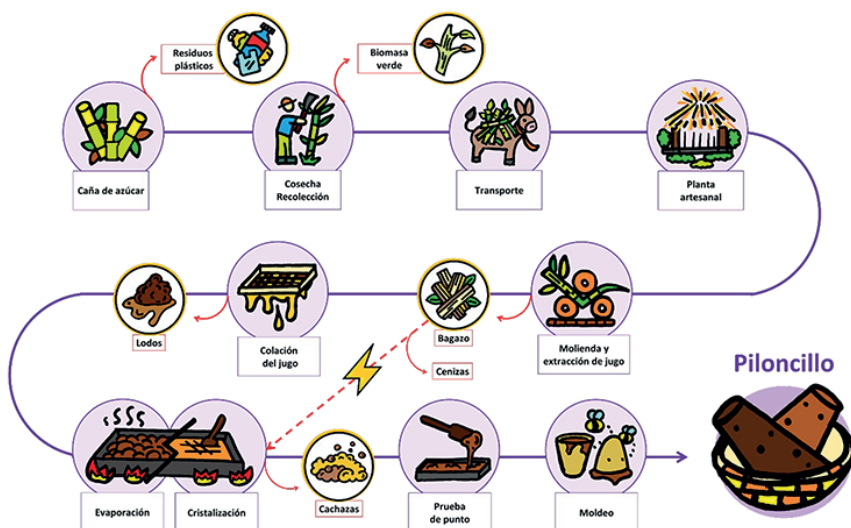
- c) incremento en el tiempo de vida del producto;
- d) aumento del valor del producto en el mercado.

Estas ventajas promueven consecuentemente mayores ingresos para los productores, por lo que se espera que un mayor número de ellos hagan las modificaciones necesarias en sus trapiches para producir piloncillo granular.

3.2 ETAPAS DE LA PRODUCCIÓN DE PILONCILLO EN LAS COMUNIDADES TÉNEK

De forma general, la producción artesanal de piloncillo implica las etapas esquematizadas en la Figura 1.

Figura 1. Esquema de la producción artesanal del pilón en las comunidades Tének.



3.2.1 Cultivo de la caña de azúcar

Los MyPP de las comunidades Tének en la huasteca potosina siembran diversas variedades de caña de azúcar, siendo las principales variedades la MEX-55 y la RD-19-11. En general, se identifican dos periodos en el ciclo de la caña de azúcar. A partir de noviembre inicia la “temporada alta”, caracterizada por la mayor cosecha de caña que da lugar, progresivamente, a una elevada cantidad de productos derivados de la caña en el mercado; esta situación repercute en ocasiones en una baja del precio de venta de los estos productos. Por otra parte, a partir de mayo se identifica la “temporada baja”, caracterizada por una muy baja producción de caña de azúcar de aquellos productores que tienen cañas de distintas variedades, en etapas desfasadas de crecimiento a lo largo del año. Para la mayor parte de los productores, en esta

temporada ocurre el mantenimiento de los campos de cultivo y los productores están a la espera de las lluvias de temporada para asegurar el crecimiento y adecuado rendimiento de la caña. Como se indicó, los productores de estas comunidades Tének no usan aditivos químicos como fertilizante ni fungicidas y, cuando es necesario, recurren a técnicas naturales para mitigar los impactos de sequía y plagas en el desarrollo de la caña.

3.2.2 Corte y recolección de la caña

El punto adecuado para el corte de caña es un factor crítico para garantizar el mejor rendimiento en la producción de jugo de caña. Los productores determinan de forma empírica el punto de corte, que implica que la caña este “madura”, condición que se alcanza cuando la caña tiene un mismo nivel de contenido de azúcares en la base y en la punta. El corte de la caña se hace muy temprano por la mañana, o bien, la noche previa a su procesamiento en el trapiche. La caña se corta en el extremo inferior en diagonal y es preferente hacerlo en condiciones secas; si llueve previo o durante el corte, la caña exhibirá menor concentración de azúcares. Por lo general, la parte inferior de la caña se queda en campo, donde se descompone y sirve como abono, o bien, se usa como complemento de alimento para ganado. Por otra parte, la caña se traslada al trapiche en “atos”, ya sea cargándola en el hombro, o con el apoyo de una bestia o una carretilla.

3.2.3 Molienda de la caña de azúcar en el trapiche

El molino necesario para extraer el jugo de la caña de azúcar también se conoce como “trapiche”. Este equipo es el corazón de la micro unidad productiva piloncillera. Para un productor, la tenencia de un trapiche es sinónimo de independencia y liderazgo en la comunidad; es también una alternativa para aspirar a mejores horizontes económicos. Por esta razón, todos los MyPP aspiran a tener su propio trapiche; de hecho, culturalmente, las familias son renuentes a compartir un trapiche, situación que dificulta su desarrollo productivo y económico.

3.2.4 Colado del jugo de caña

Al obtener el jugo de caña, se hace pasar manualmente a través de un colador, que es una malla (o cedazo) de acero inoxidable, con el tamaño apropiado para retirar las fibras y/o partículas de mayor tamaño presentes en el jugo de caña que, de otra forma, son arrastradas al proceso.

3.2.5 Carga del jugo en la “puntera”

La cantidad típica de jugo para hacer un “punto” oscila entre 6 y 12 latas (120 y 240 L). El jugo de caña se carga en una “puntera”, que es el contenedor en el cual se lleva a cabo la concentración del jugo de caña para obtener, en primera instancia, la melaza y, en etapas subsiguientes, el pilón y el piloncillo granulado. Actualmente, las punteras son de acero inoxidable y sus dimensiones representativas son de 1.80 a 2.40 de largo, de 0.9 a 1.2 m de ancho, y de 25 a 30 cm de alto. En estas condiciones, el productor produce de 20 a 45 kg de piloncillo granulado en cada punto. La producción final es función de múltiples factores asociados a la variedad, el cultivo y las condiciones de cosecha de la caña, así como a los procedimientos y condiciones de operación que sigue cada trapiche.

3.2.6 Suministro de energía de proceso

La evaporación del agua del jugo de caña, requerida para alcanzar la concentración de los azúcares distintiva de la melaza o del piloncillo granulado, se logra mediante el calentamiento del jugo, usando un horno colocado en la base de la puntera. La energía calorífica en el horno se logra mediante combustión de biomasa, que puede ser leña o bagazo, siendo este último el más común, dado que es el subproducto del proceso de extracción de jugo de caña.

Biomasa como combustible

A la descarga del trapiche, el bagazo tiene una humedad variable, que depende de la eficiencia de la extracción del jugo. Por esto, el bagazo se somete a un proceso de secado exponiéndolo directamente al sol durante 2 o 3 días. El bagazo seco se resguarda en un almacén. Para su carga al horno, el bagazo se agrupa en “atos” de 2 a 2.5 kg, que se alimentan en forma intermitente a lo largo de todo el proceso de evaporación. La frecuencia de alimentación del bagazo al horno se determina empíricamente, en función de las necesidades energéticas para sostener la evaporación del agua. El uso de bagazo seco hace que la combustión sea más eficiente y no genere el humo que muchas ocasiones inunda el trapiche, sobre todo cuando el horno no cuenta con un tiro adecuado que descargue los gases de combustión al exterior del trapiche.

Hornos artesanales

Por otra parte, el horno de combustión es rectangular, de un tamaño acorde a las dimensiones de la base de la puntera y tiene una altura de 0.5 a 0.6 m. El horno puede estar construido con adobe, ladrillo u otro material refractario local y puede estar sobre el suelo, o bien, enterrado con la parte superior a ras de suelo. Estas configuraciones del

horno son dependientes del diseño del resto de la puntera y ambos tienen beneficios y desventajas. En cualquier caso, el horno está bien aislado y el calor generado en la combustión se transfiere mayoritariamente a la base de la puntera. Para favorecer la combustión, el horno tiene una base metálica a unos centímetros del fondo, para generar un espacio en el que fluye el aire para favorecer una mejor condición de combustión. La descarga de los gases de combustión se hace a través de un tiro cuya descarga debe ser fuera de la puntera y a una altura razonable para reducir su exposición a los trabajadores del trapiche.

3.2.7 Evaporación del agua del jugo de caña

El proceso de evaporación de agua en el jugo de caña de azúcar permite incrementar la concentración de azúcares desde 18 - 22 ° Brix hasta 80 - 82 °Brix. Este proceso de evaporación es función de diversos factores, entre ellos, el área de transferencia de la puntera, el diseño y eficiencia en la operación del horno, el tipo y el calor de combustión de la biomasa utilizada. Típicamente, el proceso de evaporación lleva de 2 a 3 h, hasta alcanzar el punto de melaza y, después, el punto de piloncillo granulado. Durante el proceso de evaporación de agua, los residuos en el sobrenadante de la puntera, conocidos como cachaza, son colectados y desechados en el campo porque no representan una cantidad significativa a ser valorizada ni tiene impactos negativos en el medio ambiente.

3.2.8 La condición de “el punto” para obtención de los productos

En la etapa de evaporación de agua, las características del jugo de caña cambian progresivamente hasta alcanzar la consistencia característica de la melaza, o las requeridas para el pilón o el piloncillo granulado. La condición de operación requerida para lograr las características de cada producto se conoce como “el punto”, el cual se determina empíricamente, con base en la experiencia de cada trapiche, que se pasa de generación en generación. Algunas de las estrategias convencionales para identificar que el producto está “a punto” incluyen, entre otras:

- a) la introducción de la pala, la agitación del producto y la elevación de la pala para ver la formación de “hilos”;
- b) el probar la miel y hacerla bola en la boca, después sacar la bola de miel y observar si está suficientemente sólida;
- c) introducir una cuchara y observar la “cristalinidad” de la miel.

De esta forma, el control de calidad para el producto es únicamente sensorial, ya sea por la textura, la consistencia y el color de la miel.

Al lograr el punto deseado, para melaza, pilón o piloncillo granulado, se retira la puntera del horno para que enfríe progresivamente; en caso necesario, la mezcla está sujeta a una continua agitación para evitar que el producto se solidifique en la puntera.

3.2.9 Producción de melaza

En el proceso, los productores identifican en primera instancia “el punto” de melaza, que es un producto semi-cristalizado; su apariencia es similar a la miel de abeja y tiene un sabor dulce y agradable, que se puede ingerir de forma directa. Al lograr “el punto” de melaza los productores retiran la puntera y proceden a la recolección de la miel.

3.2.10 Producción de pilón negro

Al lograr el “punto” del pilón, se procede al quitar la puntera del horno y verter el contenido de la puntera en otro contenedor de acero inoxidable. La mezcla del producto se mantiene en agitación mientras se enfría y continua entonces con el moldeado, el cual se hace de forma manual. Los moldes que dan la forma característica al pilón son de barro y en volúmenes que permiten obtener productos de 1, 0.5 o 0.25 kg. Para facilitar esta operación, el molde se moja previo a su llenado. Después, los moldes llenos se dejan enfriar por alrededor de 20 – 30 min. A continuación, el pilón se saca del molde y se deja oreando al aire libre. Al final del proceso, en las condiciones referidas, se obtienen lotes de alrededor de 45 kg de producto.

3.2.11 Producción de pilón granular

También en este caso, al lograr el “punto” del pilón granulado, se procede a quitar la puntera del horno. La mezcla del producto se mantiene en agitación hasta que se empiezan a formar las partículas granulares características. Este proceso de amasado se hace de forma manual hasta que se enfría el producto. Después se procede a desbaratar los agregados de partículas muy grandes y se realiza un cribado con una malla que uniforma el producto a un rango deseado.

El cribado se realiza manualmente con una malla de metal y raspando el producto con una paleta de madera para forzar que los gránulos de mayores dimensiones pasen a través de la malla. Cuando las condiciones de operación o el clima condicionan el proceso regular, se tienen problemas de aglomerado de partículas que no se logran pulverizar y que se consideran como mermas del proceso.

3.2.12 Almacén del producto

Por lo general, la venta de la melaza, el pilón y del piloncillo granulado se realiza diariamente, al pie del trapiche. Cuando no es el caso, el productor almacena temporalmente el producto guardando la melaza en bidones de plástico, el pilón en cajas de cartón y el piloncillo granulado en bolsas de plástico dentro de un costal.

En las siguientes figuras se ilustran algunas etapas del proceso de producción de pilón y piloncillo granulado en las comunidades Tének de la huasteca potosina.

Figura 2. Cultivo y corte de caña de azúcar en las comunidades piloncilleras Tének.



Figura 3. Recolección de caña de azúcar.



Figura 4. Trapiches representativos de las comunidades piloncilleras Tének.



Figura 5. Proceso de carga de jugo de caña a la puntera y de combustible al horno artesanal.



Figura 6. Etapas de proceso de evaporación del jugo y de remoción de cachaza.



Figura 7. Etapas de moldeo del pilón y de cribado del piloncillo granulado.

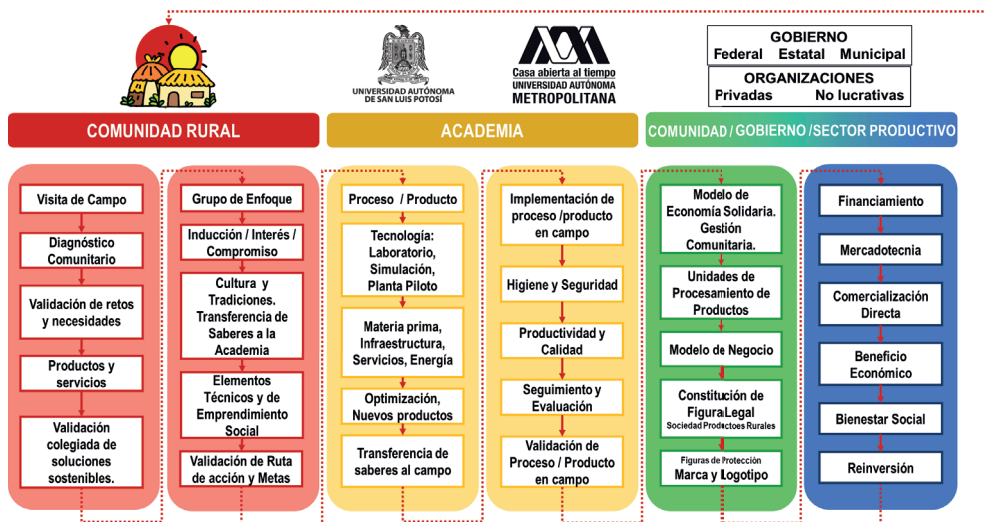


4 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN – INCIDENCIA PARA LAS COMUNIDADES PILONCILLERAS TÉNEK

En el marco de referencia referido, se realizó un proyecto de investigación e incidencia para optimizar la producción artesanal de pilón y piloncillo artesanal con

un enfoque sostenible, en las comunidades Tének de la huasteca potosina, en México. El proyecto promovió la convivencia y el desarrollo de la confianza con los diferentes miembros de la comunidad y, en todo momento, prevaleció el respeto irrestricto a su cultura y tradiciones. Los estudios y análisis realizados en múltiples trapiches de estas comunidades, que se llevaron a cabo en el marco de una transferencia de saberes entre MyPP y académicos, fueron la base para identificar, sugerir e implementar una serie de acciones técnicas, energéticas, ambientales y económicas, para mejorar el proceso artesanal de la producción de piloncillo, introduciendo prácticas consistentes con el desarrollo sostenible. De forma general, los sectores implicados, así como los elementos y la secuencia de acciones que se deben integrar armónicamente para detonar el desarrollo y consolidación de los sistemas de producción de piloncillo artesanal, desde una perspectiva de sostenibilidad, se esquematizan en la figura 8.

Figura 8. Esquema de una estrategia para promover la producción sostenible de piloncillo artesanal.



Los sectores que deben estar implicados en del desarrollo del proyecto son:

- Comunidad Rural
- Academia
- Gobierno / Sector productivo

Estos sectores son los ejes de los sistemas de la triple hélice que, al vincularse eficientemente, detonan cadenas de valor con beneficios económicos y sociales para todos los actores participantes de la cadena productiva. Los autores han documentado la aplicación de esta estrategia para el sistema productivo caña-piloncillo de las

comunidades Tének de la huasteca potosina en diferentes reportes técnicos (Sánchez Castillo et al., 2023).

4.1 DIAGNÓSTICO EN LAS COMUNIDADES PILONCILLERAS TÉNEK

El diagnóstico comunitario de la operación de los trapiches piloncilleros de las comunidades Tének se realizó y actualizó en diferentes etapas del proyecto de investigación e incidencia, de acuerdo con la estrategia desarrollada por el equipo de trabajo (Sánchez Castillo et al., 2023). En este entorno, se identifican dos ejes de acción muy importantes.

a) Intercambio de saberes entre MyPP y académicos

El intercambio de saberes se realizó de forma continua y es la fuente más importante para identificar y validar las situaciones de contexto (sociales y económicas), las políticas, estrategias, programas de apoyo dirigidos al sector, las necesidades/retos de los productores y los asociados al proceso y a los productos, las oportunidades que se identifican en otros trapiches, susceptibles de ser implementadas en la zona de incidencia. De forma relevante, en los diálogos con los productores se conocen y valoran las tradiciones y costumbres que sustentan los procesos de producción en el trapiche.

b) La caracterización técnica de los sistemas de producción en el trapiche

La cual se realizó en diversas visitas de campo en trapiches de las comunidades Tének de El Jomté, Paitzán, El Barrancón y San José Xilatzén, del municipio de Tanlajás, S.L.P. En cada visita se realizaron las mediciones necesarias para caracterizar los procesos del corte y traslado de la caña, así como de la conversión de la caña de azúcar a jugo, melaza, pilón o piloncillo granulado. La descripción de cada etapa se hace cuali y cuantitativamente, midiendo los parámetros físicos, químicos o biológicos implicados en cada etapa.

4.2 RETOS Y OPORTUNIDADES IDENTIFICADOS Y VALIDADOS COLEGIADAMENTE

Como resultado de las acciones anteriores, el grupo de trabajo identificó y validó colegiadamente con los MyPP de la comunidades Tének, los retos y oportunidades más relevantes en el contexto de la operación de sus trapiches. Estos elementos se reportan sintéticamente en la Tabla 1.

Tabla 1. Retos/Oportunidades identificadas por los productores Tének en la producción de piloncillo.

Etapa	Retos / Oportunidades
<i>Política pública federal al campo</i>	Limitados programas y apoyos económicos en el sector agrícola de la zona de incidencia que tengan con beneficios tangibles para los MyPP.
<i>Política pública estatal al campo</i>	Asimétrica distribución de recursos económicos al sector agrícola en el estado y en el municipio. Insuficiencia de apoyos para adquisición de tecnología (trapiches) y de accesorios e insumos de trabajo para MyPP.
<i>Variedad de Caña</i>	Debate entre MyPP sobre las ventajas de mejorar la productividad y calidad del jugo de caña, haciendo cambios de la variedad MEX-55 actualmente cultivada. Se requieren estudios técnicos por parte de especialistas para resolver el debate sobre datos técnicos
<i>Buenas prácticas de cultivo</i>	Los MyPP necesitan capacitación y seguimiento en sus prácticas de preparación de campo y cultivo, a pesar de su experiencia y capacitaciones previamente recibidas.
<i>Uso de fertilizantes / químicos</i>	Los MyPP no saben cómo validar que su producto es orgánico ni capitalizar económicamente este tipo de productos Hay interés del Instituto Nacional de Pueblos Indígenas para fomentar que el cultivo de la caña reciba la denominación de orgánico, evitando el uso de fertilizantes o herbicidas químicos.
<i>Cosecha de la caña</i>	Los MyPP no monitorean el nivel de producción de caña ni rendimientos de sus productos. No tienen datos para contrastar si sus procesos actuales son competitivos.
<i>Traslado o acarreo de caña</i>	Los MyPP que son adultos mayores y tienen terrenos en laderas solicitan equipos que faciliten el traslado de la caña y de insumos al trapiche.
<i>Molienda de la caña en el trapiche</i>	Los MyPP demandan trapiches para sustentar/mejorar su actividad productiva: No se cumplen los apoyos para adquirir un trapiche. Se debe cambiar el trapiche de bestia por uno de gasolina No tienen recursos propios para compra de un trapiche que para sus medios y necesidades es muy caro y está sobredimensionado. La propiedad de un trapiche sigue siendo un tema de empoderamiento del productor y su familia.
<i>Prelimpieza</i>	No hay protocolos de limpieza del jugo estandarizados, ni todos los MyPP cumplen esta etapa.
<i>Clarificación y consistencia</i>	No hay un control en la implementación de estos procesos por la falta de entendimiento del impacto que tienen en la calidad final del producto.
<i>Conversión del jugo en melaza, pilón y piloncillo granular</i>	No hay protocolos comunes para la producción de la melaza, el pilón y del piloncillo granular entre los MyPP. lo que impide lograr una calidad uniforme. No hay incentivos para mejorar la productividad. No hay buenas prácticas de higiene y seguridad en el trapiche
<i>Evaporación</i>	No hay un uso útil del agua evaporada. No se visualiza su aprovechamiento en el trapiche, a pesar de los retos que tienen en la disponibilidad de agua potable.

Energía usada para la evaporación de jugo	<p>Muchos hornos están en malas condiciones y generan notorios riesgos en salud.</p> <p>No hay idea de la cantidad de energía requerida para el proceso de evaporación de agua, ni incentivos para optimizar el uso de bagazo.</p> <p>No hay protocolos estandarizados para el secado del bagazo ni la carga de bagazo al horno.</p> <p>No hay incentivos para reducir el uso de bagazo y usarlo en otros procesos para generar productos de alto valor agregado.</p>
Descachazado	No todos los productores implementan esta etapa correctamente.
“El punto”	<p>No está estandarizada la condición de “el punto” de cada producto.</p> <p>Tema delicado: Definición del punto con base a tradiciones y costumbres y usando tecnología.</p>
Enfriado	<p>Hay riesgos al desmontar manualmente la puntera.</p> <p>Falta tecnología para facilitar el procesamiento de los productos.</p>
Batido y moldeado (pilón)	<p>No hay estandarización en estas etapas.</p> <p>No hay limpieza en los pilones ni en los espacios de trabajo.</p>
Amasado y cribado (granular) (pilón)	<p>No están estandarizadas estas etapas, que genera gránulos de diferente tamaño en detrimento de productividad, calidad e ingresos económicos.</p> <p>Falta capacitación para el manejo del producto.</p>
Empacado	<p>No hay espacio, accesorios ni materiales adecuados para esta etapa.</p> <p>Los MyPP lo ven como un gasto en su proceso productivo.</p>
Almacenaje	<p>No hay espacios de almacenamiento apropiado.</p> <p>No hay centros de acopio comunitario.</p>
Higiene	<p>No hay condiciones de higiene apropiadas en la mayoría de las etapas.</p> <p>No se ha socializado los favorables impactos de la higiene en el proceso productivo y la calidad del producto.</p>
Seguridad	<p>No hay condiciones de seguridad apropiadas en la mayoría de los trapiches.</p> <p>No se percibe la pertinencia de reducir riesgos.</p> <p>No hay recursos para mejorar los aspectos de seguridad.</p>
Recursos Humanos en el trapiche	Participan niños, mujeres y personas de edad avanzada en el proceso productivo
Comercialización	<p>El problema principal que persiste a la fecha es el intermediarismo (coyotaje).</p> <p>No hay registro del nivel de producción, ni de calidad, ni de venta.</p> <p>No hay idea de los costos de producción ni de los precios de venta en el mercado.</p> <p>Falta confianza e ideas de cómo hacer un cambio en la venta de sus productos.</p> <p>Los MyPP no tienen idea de cómo planear su producción, manejar sus cuentas, formar asociaciones para producir/comercializar sus productos.</p>
Aspectos generales	<p>La mayoría de los trapiches no cuenta con servicios públicos (luz, agua, drenaje)</p> <p>Los MyPP reconocen la necesidad de cambiar el techo y el piso de sus trapiches, pero no tienen recursos.</p> <p>Se necesitan accesorios o insumos para la producción, para monitorear sus procesos.</p> <p>Algunos MyPP están abiertos a la tecnología, pero sin detrimento de sus procesos tradicionales.</p>

En las comunidades piloncilleras Tének, la mayoría de los MyPP jerarquizó las siguientes prioridades en sus trapiches:

- Cambiar la forma de comercialización de los productos.
- Facilitar la adquisición de trapiches, a un costo accesible.
- Optimizar la producción de piloncillo granulado, aumentando la producción y la calidad.
- Trabajar en equipo para mejorar la producción y comercialización del producto.
- Desarrollar otros productos derivados de la caña de azúcar y del piloncillo, así como de los residuos generados en el trapiche y en la comunidad.
- Producir caña de azúcar “orgánica”, sin el uso de químicos en el cultivo de la caña.

Es importante hacer notar que los MyPP no identifican como prioridad algunos temas que coadyuvan a la solución de las problemáticas identificadas, entre ellos:

- Optimizar el diseño y la operación de la puntera y del horno.
- Implementar o mejorar hábitos de higiene y seguridad en cada etapa de proceso.
- Validar la calidad del producto mediante análisis fisicoquímicos
- Diversificar la cartera de productos usando los actuales productos y residuos del trapiche.
- Implementar energías alternativas para facilitar su trabajo en el trapiche.

4.3 LÍNEAS DE ACCIÓN EJECUTADAS

El equipo de trabajo estableció líneas de acción para atender y resolver algunos de los retos/oportunidades más relevantes en el trapiche. En cada caso, la primera acción fue realizar un análisis y una validación colegiada con los MyPP sobre las soluciones más viables para implementar en los trapiches, sustentada en factores como: nivel de jerarquización por parte del productor, situaciones imperantes en entorno, recursos disponibles, experiencia y capacidades del equipo de trabajo. A continuación, se realizó el proceso de gestión para obtener los recursos necesarios para implementar las siguientes acciones.

- a) Optimizar la operación de los trapiches sobre elementos técnicos que coadyuven a las sostenibilidad del proceso, para incrementar la productividad y calidad de los productos artesanales característicos (melaza, pilón y piloncillo granulado).

- b) Diversificar la cartera de productos a base de caña, jugo, melaza o piloncillo granulado, trabajando a la fecha en dulces de piloncillo con semillas, biochar y ron.
- c) Capacitar a los MyPP en emprendimiento social, como premisa para detonar después sistemas de economía solidaria, que resuelvan del intermediarismo identificado como el principal problema.
- d) Sensibilización de los niñas, niños, jóvenes y padres de familia sobre la relevancia de los valores personales, familiares y comunitarios, así como del cuidado del medio ambiente, la valorización de los residuos y el aprovechamiento de las energía alternativas.

Con el desarrollo del proyecto, se identificó la pertinencia de incluir las siguientes acciones:

- a. Introducir el uso de fuentes alternativas energía para mejorar las condiciones de trabajo en el trapiche y de brindar condiciones de salud y comodidad en las viviendas de las familias.
- b. Habilitar un trapiche tradicional como modelo de una micro-biorrefinería.
- c. Habilitar una unidad de procesamiento de productos de piloncillo usando energías alternativas.
- d. Equipar un espacio para mostrar a la comunidad los avances y resultados del proyecto en un “Centro de Innovación para para la conversión sostenible de residuos y energías renovables” (CIVASORER).

Los autores han documentado las estrategias, acciones, resultados y logros alcanzados en cada una de esta líneas de acción en diferentes reportes técnicos (Sánchez Castillo et al., 2023). Los resultados del proyecto fueron presentados en diferentes foros nacionales e internacionales y ha sido evaluadas por el organismo que otorgó los fondos económicos para el desarrollo del proyecto. Los análisis realizados en preparación a estas acciones de seguimiento y evaluación, así como el intercambio de saberes, experiencias y vivencias con diferentes actores de la comunidad y con organizaciones que ejecutan proyectos similares, permitieron que el grupo de trabajo recopilará un conjunto de acciones que deben ser tomadas en cuenta para coadyuvar de mejor forma al desarrollo sostenible de las comunidades piloncilleras Tének.

5 ACCIONES INTEGRALES PARA PROMOVER LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE PILONCILLO ARTESANAL

En esta sección se identifican las estrategias y/o acciones operativas relevantes para contribuir al desarrollo sostenible de la producción de piloncillo artesanal. Es

importante hacer notar que este enfoque no solo se privilegia la conservación del medio ambiente, sino que también impulsa, de forma integral, el bienestar socioeconómico de las comunidades rurales a través de mejoras en todos los eslabones de la cadena de valor.

Para identificar un conjunto de acciones viables que promuevan el desarrollo sostenible de la producción artesanal de piloncillo en las comunidades Tének, el equipo de trabajo complementó los elementos del diagnóstico comunitario extendiendo el análisis del sistema productivo, para validar retos y oportunidades para los MyPP en 5 ejes:

- a) Social
- b) Tecnológico
- c) Ambiental
- d) Energético
- e) Económico

5.1 SOCIAL

La producción artesanal de piloncillo es una actividad de tipo familiar en la que participan los padres de familia, los niños (en muchos casos desde temprana edad), los jóvenes y los adultos mayores, quienes están por lo general siempre vinculados a sus núcleos familiares y son respetados por su sabiduría o experiencia en la operación de los trapiches. En el entorno social algunas de los retos / oportunidades de este tipo de sistemas productivos son los siguientes.

a) Condiciones laborales insalubres y/o inseguras.

Como en la mayor parte del país, las condiciones que prevalecen en los trapiches de las comunidades Tének son por general insalubres debido a la carencia de servicios públicos y a la falta de educación de los productores y sus familias, quienes desconocen las condiciones necesarias para garantizar procesos limpios que rindan productos de calidad. Además, el trabajo implica la exposición de los trabajadores a temperaturas y humedad extremas que prevalecen en la zona de incidencia, sin facilidades para hidratarse y sin acceso a servicios para sus necesidades más básicas. Están también expuestos a la emisión de gases de combustión y faltan en el trapiche herramientas adecuadas para simplificar y hagan menos pesada su jornada. Todos estos factores repercuten en condiciones indignas para realizar su trabajo con notorias repercusiones en su calidad de vida. En estos escenarios, de deben mejorar las condiciones laborales, empezando por capacitar a los trabajadores de los beneficios de la higiene y seguridad, así como instalar servicios básicos a los trapiches, mejorar la instrumentación de las diferentes etapas del proceso y equipar a los trabajadores con los accesorios de protección adecuados.

b) Impacto en la salud comunitaria

Las condiciones laborales insalubres y/o inseguras afectan la salud de los productores y sus familias, propiciando enfermedades que no se atiende adecuadamente por la falta de servicios de salud pública. Por esta razón, es imperativo mejorar las condiciones de producción, así como inducir mejoras en la infraestructura sanitaria y el acceso a la atención médica.

c) Explotación infantil y de adultos mayores

En muchos trapiches labora niños y adultos mayores en tareas que son inadecuadas y riesgosas para sus edades. En el caso de niños, su participación en el trapiche impacta su desarrollo físico, emocional y educativo. En el caso de los adultos mayores, las actividades repercuten preferentemente en su salud. A este respecto, se deben aplicar las políticas y leyes que impiden la explotación de grupos vulnerables, así como garantizar la educación infantil y programas de salud pública para adultos mayores.

d) Desigualdad de género

Las mujeres tienen un rol preponderante en el trapiche, aunque no siempre se valora a la par de los productores. En muchos casos, su participación se acota a ser la ayudante en el proceso, no se toma en cuenta su opinión en la toma de decisiones y raras veces son las líderes en la actividad productiva. Estos factores determinan condiciones de desigualdad de género en las comunidades piloncilleras Tének. Por esta razón, se debe promover y hacer cumplir la participación digna y equitativa de las mujeres en todas las actividades del trapiche, fomentando así su empoderamiento y capacidad de liderazgo y de gestión pública.

e) Migración

La época de la cosecha de caña y la elaboración del piloncillo se extiende alrededor de 6 meses. Aunque en el resto del tiempo hay múltiples actividades agrícolas por cumplir, la falta de un trabajo remunerado y/o de bajos salarios, la falta de recursos para cubrir sus necesidades en alimentación, salud, vivienda y educación, entre otros, promueve la migración de los productores, principalmente de los más jóvenes, hacia las zonas urbanas en búsqueda de trabajo mejor pagado. Si los productores se afianzan en estos empleos, inicialmente temporales, ya no regresan a sus comunidades para seguir con la producción de piloncillo, induciendo la pérdida de mano de obra calificada y hasta la desintegración comunitaria. En este escenario, una opción es diversificar el tipo de productos artesanales derivados del piloncillo y de otros recursos naturales, así como capacitar y equipar con infraestructura a los productores para diversificar sus actividades productivas, acopladas a créditos justos y simplificados, para crear nuevos productos

cuya favorable comercialización les genere ingresos económicos para vivir dignamente. Por supuesto, se deben fortalecer las relaciones sociales y promover la solidaridad entre los productores y facilitar la gestión de los recursos que les den opciones de desarrollo en su comunidad.

f) Pérdida de tradiciones y saberes.

Los retos sociales antes indicados, como la migración y la falta de incentivos para los productores, repercuten negativamente en la pérdida de elementos culturales y/o tradicionales. Por esta razón, acoplado a la solución de los retos ejemplificados, de deben fomentar programas de valorización y transferencia de saberes a las nuevas generaciones.

5.2 TECNOLÓGICO

En los sistemas productivos artesanales de comunidades originarias un dilema es “¿cómo introducir tecnología para optimizar y hacer sostenible el proceso sin menoscabo de acciones que son elementos que dan identidad a un proceso centenario con profundas raíces culturales” Una estrategia para conseguirlo reside sin duda en el diálogo de saberes entre productores y académicos, en un marco de respeto, de motivación y de validación de beneficios para la operación de la unidad productiva. A la fecha, entre los elementos tecnológicos más importantes por atender en las micro y pequeñas unidades piloncilleras son los siguientes.

a) Falta de molinos adecuados para optimizar el proceso de extracción de jugo

El molino usado para extraer el jugo de la caña de azúcar se conoce como trapiche. En las comunidades piloncilleras Tenek la tenencia de un trapiche no solo condiciona la posibilidad de llevar a cabo la actividad productiva, sino que tiene fuertes implicaciones sociales en términos de la autoestima de los productores y del reconocimiento que reciben de parte de la comunidad. En la zona de incidencia, alrededor del 40% de los productores usa molinos con tracción de bestia para extraer el jugo de la caña. Estos trapiches se sustituyen progresivamente con molinos con tracción de motor a gasolina, que significa notorias reducciones en el tiempo y el esfuerzo necesarios para colectar el jugo necesario para una jornada de trabajo. Cuando existe energía eléctrica en el trapiche, se pueden usar molinos con tracción de motor eléctrico que representan beneficios en aspectos ambientales y de salud, preferentemente. En otros países, los trapiches eléctricos se hacen más relevantes cuando en el trapiche se usa energías alternativas para su operación. En cualquier tipo de trapiche, algunos de los elementos clave a evaluar son la capacidad de procesamiento, el rendimiento de extracción de jugo,

el costo de adquisición y el mantenimiento para mantenerlo en operación. Cada uno de estos elementos es un reto por resolver en la zona de incidencia, siendo la capacidad del productor para adquirir un trapiche el más limitante de todos.

A este respecto, la vinculación de productores con instituciones académicas puede ser pertinente para el desarrollo de trapiches de motor de gasolina y de motor eléctrico, con la potencia suficiente para garantizar el procesamiento de la tarea de caña necesaria para una jornada de trabajo y con la eficiencia de extracción de necesaria para incrementar la productividad. Por supuesto, estos trapiches deben ser robustos, modulares (para facilitar su traslado) y, sobre todo, de bajo costo. La evaluación y validación del uso de energías alternativas para la operación del “trapiche”, como equipo de extracción y como espacio productivo.

b) Uso de hornos de combustión artesanales con baja eficiencia

Los hornos usados en el trapiche son artesanales; de forma práctica, son rudimentarios y con muy baja eficiencia energética. En consecuencia, existe un alto consumo de la biomasa residual (bagazo) usada como combustible, hay una asimétrica transferencia de calor al contenedor del jugo de caña (conocido como puntera) que condiciona el tiempo de producción, la productividad y la calidad de los productos. El diseño de los hornos se hace de forma empírica, sin conocer los impactos que tienen la geometría y las dimensiones relativas en cada dimensión, el material de construcción y/o aislamiento en función de su posición relativa del horno con el suelo, la orientación y las condiciones que favorecen la entrada y flujo de aire, así como de la cantidad relativa de bagazo/aire, la limpieza del canal de flujo, el diseño, limpieza y posición de la descarga del tiro, las condiciones de secado del bagazo, la velocidad de adición del bagazo, la alternativa para usar el vapor de agua y la energía residual generada, entre otros factores.

En este escenario, nuevamente, la vinculación de productores con instituciones académicas puede ser pertinente para el desarrollo de hornos de combustión diseñados y modelados para resolver las necesidades identificadas localmente. Estos procesos pueden hacer uso de estrategias de simulación y de validar estos resultados con pruebas en campo. Los impactos de la optimización del horno de combustión son múltiples y es un punto de inflexión para la sostenibilidad del proceso, ya que tiene impactos en las dimensiones ambientales, energéticas, económicas y sociales.

c) Falta de entendimiento y control en el proceso de evaporación del agua

El proceso más distintivo en la conversión de la caña de azúcar de evaporación del agua en el jugo de caña: Este proceso es crítico y requiere un control preciso de la temperatura y la concentración de azúcares en la mezcla. Se debe, además, tener

control del volumen de mezcla y del tiempo de procesamiento. En el trapiche, estos factores se regular con base a la experiencia y, como consecuencia, hay notorias diferencias en la calidad de los productos obtenidos en cada trapiche, lo cual no favorece después los procesos acopio y mezclado, que son etapas indispensables en el proceso de comercialización de productos en mercados nacionales e internacionales. A este respecto, es necesario hacer una serie de estudios en campo y hacer las mediciones necesarias para caracterizar a detalle la naturaleza de cada fase de proceso. Si bien las mediciones de proceso se hacen en campo, se requiere de una serie de caracterizaciones fisicoquímicas de laboratorio de la materia prima, de los intermediarios y de los productos del proceso. Esta información permite hacer los balances de materia que, acoplados a los balances de energía del horno, facilitan la descripción técnica del proceso y del efecto de las variables de operación en el mismo, además de validar el rendimiento del proceso y la calidad del producto. De forma similar al horno, la información de la puntera es vital para desarrollar procesos sostenibles. Además, es necesario capacitar al productor para que entienda la naturaleza del proceso en la puntera, las variables que afectan su operación, de convencerlo que la tecnología le puede facilitar la definición de la condición del “punto de cada producto” y compartirle un conjunto de buenas practicas de manufactura que contribuyan a la correcta operación del proceso.

d) *No hay condiciones de higiene y seguridad en el trapiche*

Una de las características de los sistemas de agricultura familiar y procesamiento artesanal de la caña de azúcar en el trapiche en la zona de incidencia es la falta de higiene y seguridad, tanto en campo como en las unidades productivas. Esta situación es, quizás, un reflejo de las costumbres y educación de los miembros de la comunidad y, por supuesto, esta acoplada al manejo de las etapas de producción, a la carencia de recursos económicos y a la falta de servicios públicos en trapiches y viviendas: falta de agua, luz, gas y drenaje. Esta situación representa un reto muy importante, debido a que las leyes y normas implicadas para evaluar la calidad de los procesos de fabricación y de manejo de alimentos son muy estrictas; además, son una condición obligatoria que deben cumplir los productos para comercializar los productos en el mercado nacional e internacional.

En este contexto, es imperativo identificar las buenas practicas de manufactura que deben ser implementadas y cumplidas por los trabajadores en la unidad productiva en cada etapa del proceso de producción. Así mismo, se deben identificar e impulsar las adecuaciones necesarias en el trapiche para aislarlo apropiadamente del entorno, y de implementar las acciones necesarias para contribuir a la seguridad del trapiche.

Adicionalmente, es muy importante sugerir e implementar mecanismos alternativos para contar con los servicios básicos en el trapiche, entre ellos agua limpia, energía eléctrica y letrinas. Los procesos de capacitación de productores en el tema de higiene y seguridad es imperativo, así como la gestión de los recursos para hacer las adecuaciones necesarias en el trapiche, el seguimiento al cumplimiento de buenas practicas de manufactura y, sobre todo, evaluar el convencimiento y compromiso de los productores para operar siempre el trapiche en condiciones que contribuyan a la sostenibilidad del proceso productivo.

e) *No hay tecnología para el manejo, empaquetado y almacenaje de productos*

Los productos del proceso productivo se manipulan, se empaquetan o ensacan (según sea necesario) y se venden en el trapiche. Por esta razón, y por el bajo costo de venta, no hay requerimientos ni incentivos para tener un control más riguroso del producto. Solo en estas etapas, es ya imperativo establecer protocolos apropiados para el seguimiento y manejo adecuado de los productos. Por supuesto, en el potencial caso de incrementar la escala de producción para atender nuevos mercados, también se deben considerar los espacios y los procedimiento formales para el almacenaje temporal de los productos. El gradiente para cumplir satisfactoriamente con estos procesos y lineamientos es preservar la calidad del producto que depende en gran medida su contenido de agua, por lo cual es pertinente un manejo, empaquetado y almacenaje en condiciones que incrementen la humedad de los productos. Por supuesto, al limpieza de los espacios y de la higiene del personal de trabajo son también factores para cuidar en detalle.

A este respecto, es necesario identificar las tecnologías mas simples y económicas para los proceso de empaquetado y las características mínimas de los espacios y el mobiliario necesario para el almacenaje de los productos. Así mismo, se deben identificar e implementar las alternativas simples y eficientes para mantener limpias las áreas de manejo de productos y compartir a los productores el equipamiento y accesorios mínimos requeridos para mantener condiciones higiénicas en estas etapas del proceso.

f) *No hay trazabilidad en el proceso productivo ni en los productos*

Los MyPP, por lo general, no llevan una bitácora de sus procesos productivos ni de sus productos debido a que no tienen la capacitación o entrenamiento para hacerlo, y a que no conocen los beneficios de contar con esta información como elemento de toma de decisiones en situaciones de carácter tecnológico y económico. Al no existir bitácoras se dificulta el seguimiento del nivel de producción, de la calidad del producto y de la comercialización. Sin estos datos es complicado establecer las bases para proponer nuevas estrategias de comercialización de los productos. Por esta razón, es

necesario conocer los procesos locales, identificar las condiciones y parámetro de operación que son críticos e indispensables para caracterizar cada “punto” en el trapiche. Después es necesario proponer los formatos o rubricas para documentar por impreso esta información. El productor debe aprender a completar estos formatos y a archivarlos apropiadamente. Así mismo, se debe orientar al productor de como hacer el análisis de esa información e indicarle como los resultados encontrados le pueden ayudar a tomar decisiones en términos de producción y comercialización. Una observación importante es que el perfil de los miembros de la comunidad, la disponibilidad de servicios públicos y el acceso a tecnología puede facilitar o inhibir el seguimiento digital de los proceso productivos y de los productos en cada trapiche.

g) *No hay diversificación de productos ni de procesos*

Históricamente, los MyPP se han dedicado a la producción del pilón. Mas recientemente, se han capacitado y equipado para producir piloncillo granulado, motivados por el mayor precio de este en el mercado. Sin embargo, existen muchos otros productos que se pueden obtener del jugo de caña, de la melaza, del pilón y del piloncillo granulado. Algunos MyPP se interesan y producen dulces de piloncillo con semillas, pan, mole o mermeladas, por mencionar los mas representativos. A la fecha, es bien conocido el potencial para usar el jugo, la melaza o el piloncillo en la fabricación de otros productos en el área de alimentos y bebidas que puede requerir espacios y tecnología que por el momento no están disponibles en la unidades productiva rurales. Esta situación y la falta de competencias para producirlos acotan por ahora su desarrollo.

Complementariamente, en un enfoque de economía circular, los residuos agrícolas y agroindustriales son ahora materias primas de las cuales se pueden obtener una amplia diversidad de materiales y de productos químicos de mayor valor agregado que los tradicionales. Este enfoque es la premisa que dio origen al proyecto de investigación e incidencia en las comunidades piloncilleras Tének y se discute en diversas secciones de este capítulo. La apropiada integración de estos conceptos puede generar, en un futuro mediato, que un trapiche se convierta en una micro o pequeña unidad productiva en la cual se generen en paralelo múltiples productos, emulando una micro o pequeña biorrefinería.

5.3 AMBIENTAL

La producción de caña y de piloncillo a nivel industrial implica el uso de métodos que pueden originar graves problemas al medio ambiente que demandan múltiples acciones técnicas y económicas para mitigarlos o revertirlos. Entre los principales

retos/oportunidades del sector ambiental se identifican los siguientes asociados a las comunidades piloncilleras Tének.

a) *Monocultivo de caña de azúcar*

La práctica de solo cultivar caña de azúcar puede llevar al agotamiento de nutrientes del suelo y a una mayor vulnerabilidad a plagas, lo cual demanda el uso de fertilizantes y plaguicidas, además de reducir la biodiversidad. Para atender este resto se deben diversificar los cultivos, como ya lo hacen en algunos MyPP en la zona de incidencia. Sin embargo, es imperativo orientar a los productores capacitaciones y otorgar los apoyos económicos para extender la práctica de rotación de cultivos y la introducción de variedades de caña que sean más productivas y resistentes a las dinámicas condiciones del entorno.

b) *Destrucción de hábitats naturales*

La expansión de los cultivos de caña de azúcar sin una planeación y manejo adecuado del uso de suelo lleva a la destrucción de hábitats naturales, que afectan las especies de flora y fauna locales. Por esta razón de orientar a los productores, por ejemplo, en el uso de estrategias de agroforestería, que contribuyen a preservar la biodiversidad a la par de extender el cultivo y producción de la caña de azúcar.

c) *Gestión del agua*

La producción artesanal de piloncillo requiere de agua en las etapas de cultivo y procesamiento de la caña. En la zona de incidencia hay una temporada de lluvia bien definida; sin embargo, el hecho de no contar con tecnología adecuada para acumular el agua condiciona que durante la época de sequía ocurra una sobreexplotación de los pozos locales para satisfacer las necesidades básicas y, de hecho, no hay agua suficiente ni los medios para hacer el riego del cultivo de caña de azúcar. En este escenario, se deben gestionar e implementar, entre otras acciones, la recolección y almacenamiento de agua de lluvia, sistemas de riego eficientes (riego por goteo, por ejemplo), así como optimizar el uso del agua en la etapa de producción.

d) *Uso intensivo de agroquímicos*

La producción industrial de caña de azúcar por lo general implica fertilizantes y plaguicidas químicos para maximizar la producción en campo. Sin embargo, esta bien documentado el efecto negativo que tienen estos productos químicos cuando escurren y se filtran hacia los cuerpos de agua locales. A este respecto, la mayoría de los MyPP de las comunidades Tének conocen y están convencidos de la pertinencia de fomentar la agricultura orgánica, usando biofertilizantes y plaguicidas naturales para evitar el

uso de agroquímicos y proteger así los recursos hídricos. Los MyPP tiene además la idea que la certificación orgánica de sus productos también puede tener favorables implicaciones económicas.

e) Quema de caña de azúcar

En la producción industrial de caña se mantiene la costumbre de hacer la quema de los campos de caña para facilitar su corte. Es bien conocido que esta práctica provoca la pérdida de materia orgánica en el suelo, además de liberar grandes cantidades de gases que contribuyen al cambio climático. Afortunadamente, los MyPP de las comunidades Tének tienen la convicción de cosechar en verde, convencidos de los beneficios que esta técnica tiene para el cuidado del suelo y del medio ambiente.

f) Manejo inadecuado de residuos

La producción artesanal de piloncillo genera relativamente bajas cantidades de residuos como lodos y cachaza; el principal residuo es el bagazo generado durante la extracción del jugo de caña. El bagazo se seca y se usa localmente como combustible para el horno del trapiche o para fabricar composta o alimento para animales. Sin embargo, el bagazo es una materia prima para una gran diversidad de productos incluyendo materiales funcionales, productos químicos y combustibles verdes en fase gas o líquida.

g) Emisiones de gases de efecto invernadero

A nivel artesanal de producción de piloncillo, las principales emisiones de gases resultan de la operación de trapiches con motor de gasolina y de la combustión del bagazo. Por las condiciones típicas de operación de las unidades productivas, los gases resultantes no solo contribuyen al cambio climático, sino que afectan drásticamente la salud de los productores y de sus familias. Por esta razón, se deben desarrollar trapiches alternativos basados en energía eléctrica, optimizar el diseño del horno y las características de secado del bagazo para hacer una operación menos contaminante y reducir los impactos en la salud de los MyPP y sus familias.

5.4 ENERGÉTICO

a) Uso de biomasa como combustible

En el proceso artesanal de la producción de piloncillo, la energía para concentrar el jugo de la caña se obtiene de la combustión de diferentes tipos de biomasa, incluyendo leña, otates (especie de bambú local) y bagazo de caña. Cuando se usa leña, se corre el riesgo de contribuir a la deforestación y pérdida de biodiversidad. De esta forma, el otate y el bagazo residual son alternativas más convenientes, aunque se debe optimizar su

consumo en el trapiche, dado que ambos materiales tienen aplicaciones alternativas de mayor valor agregado.

b) *Baja eficiencia energética en los hornos en el trapiche*

En lo general, los hornos artesanales usados en el trapiche son ineficientes desde el punto de vista energético. Estos hornos consumen grandes cantidades de biomasa para generar la energía necesaria para evaporar el jugo de caña, pero exhiben notorias pérdidas de energía debido, entre otros factores, a un mal diseño, a una construcción o uso de materiales inadecuados, a la falta de un buen aislamiento. Estas condiciones incrementan la demanda de energía y, en consecuencia, el uso de la biomasa residual, por lo que es imperativo identificar e implementar alternativas para optimizar el uso de la energía generada en la combustión.

c) *No se aprovecha la energía residual del proceso de evaporación*

La energía generada en el proceso de evaporación del jugo de caña simplemente se disipa y se pierde a la atmosfera, desperdiciando una gran cantidad de calor y de vapor de agua, que no se utilizan en procesos alternativos. Por esta razón, se deben visualizar la implementación de sistemas de recuperación de calor y de agua para ser reutilizar ambos insumos en procesos o productos que mejores las condiciones de trabajo y de confort en el trapiche.

d) *Limitado uso de energía renovable en el trapiche*

En las comunidades Tének, la mayoría de los trapiches no tienen energía eléctrica lo que impone severas limitaciones en su proceso productivo. Por ejemplo, no se puede extraer el jugo de caña usando un motor eléctrico, o se debe trabajar solo cuando hay luz de día, a pesar de las inclementes condiciones climatológicas que imperan en la zona de producción, que repercute en la salud de los productores y sus familias. En este escenario es imperativo explorar y validar el uso de energías alternativas que generen electricidad. La alternativa más común es el uso de energía solar que no se implementado y evaluado en las comunidades piloncilleras Tének por falta de conocimiento y de recursos económicos. Es imperativo hacer la validación de impactos de las energías alternativas en el trapiche para facilitar la transición a fuentes de energía limpias, para reducir el impacto ambiental, para lograr mejores condiciones de trabajo y para la políticas y programas públicos que apoyen económicamente la implementación de energías alternativas en el trapiche.

e) *No se conoce el balance de energía integral en la cadena de producción*

La producción artesanal de piloncillo es una cadena de valor que va desde el cultivo de la caña hasta la venta de diversos productos generados a partir del piloncillo.

En cada etapa de este proceso se requieren diferentes tipos y cantidades de energía. La cuantificación y la optimización de la energía de cada etapa es un reto pendiente, así como la integración de la red de energía en algunas de las etapas del proceso. Este análisis energético, acoplado a extraer y optimizar la energía asociada a las corrientes residuales del proceso, es imperativo para aprovechar mejor todos los recursos naturales y para diversificar los productos que resultan en la cadena productiva con favorables implicaciones ambientales y económicas. A este respecto, se den realizar el análisis de ciclo de vida de toda la cadena de producción artesanal de piloncillo, para identificar los cuellos de botella y alternativas para aprovechar eficazmente la energía en toda la cadena de valor.

f) Costos energéticos elevados

Un aspecto que pasa desapercibido por los MyPP de las comunidades Tének es que la energía implicada en la cadena de valor ya sea en las etapas de cultivo, cosecha, producción, servicios, acopio y distribución del producto, tiene un costo que afecta su economía. Este costo energético es uno de los factores que acota la rentabilidad del proceso y reduce el margen de ganancia de los productores. Por esta razón, es necesario capacitar a los productores para que reduzcan los costos energéticos en cada etapa de la producción artesanal de piloncillo.

5.5 ECONÓMICO

a) No hay un mercado justo: monopolización del proceso de comercialización por intermediarios

Para la materia de los MyPP la venta del producto artesanal ocurre al pie del trapiche, al cual llegan los intermediarios que fijan unilateralmente precios muy bajos, lo que impide a los productores un proceso de comercialización justo. Esto ha ocurrido históricamente en las comunidades piloncilleras Tének porque no tienen la visión de que existen otros mercados y otras formas de comercialización. Por esta razón, es imperativo capacitar a los productores y darles la confianza que pueden acceder a mercados más rentables, a ampliar su cartera de clientes y a negociar por sí mismos las mejores condiciones de comercialización de sus productos. Es también pertinente que las autoridades fijen marcos formales de precios mínimos para productos artesanales y que se empodere a los MyPP para que tengan el control de su cadena de valor. Estos escenarios serán realistas si es posible inducir y capacitar a los productores para que se organicen y trabajen colectivamente para crear las figuras legales, como cooperativas o sociedad de productores rurales, que les permitan una venta directa de sus productos en

diferentes mercados nacionales e internacionales, aumentando sus ingresos al obtener precios justos por sus productos artesanales.

b) *Desconocimiento del costo de producción y de los precios de venta en el mercado*

Un aspecto relevante y altamente prevaleciente entre los MyPP de las comunidades Tének, que usan procesos tradicionales, es que no tiene idea de los costos de producción de sus productos. Esta situación condiciona drásticamente la economía de su cadena de valor y limita sus ganancias. El productor no conoce los costos de inversión ni los costos de operación de su proceso. De forma más específica, no los valora. Su forma de pensar les sugiere que muchos de los recursos, los servicios o los procesos implicados en cada etapa no tiene un costo, de tal forma que no los cuantifican. No tiene tampoco idea de la necesidad de eficientizar sus procesos para reducir costos de producción, ni de la conveniencia de aumentar la productividad y calidad, como otros condicionantes del valor de su productos. Esta tipo de situaciones les impide conocer el valor real de su producto y los deja en una situación de total desventaja al negociar con el intermediario o con otros clientes. Por esta razón, es imperativo capacitar a los productores para que determinen sus costo de producción, así como las estrategias para reducir los mismos, como premisa para incrementar después sus ganancias.

c) *Reducidos beneficios económicos, salarios bajos y ausencia de derechos laborales*

Como se resultado de la actividad de los intermediarios se acota notoriamente la ganancia del productor. Por otra parte, para quienes no tienen trapiche y se emplean con otros productores, los salarios son muy bajos y, por supuesto, productores y empleados carecen de prestaciones como el seguro social, acceso a sistemas de salud o pensiones. En este escenario, nuevamente, se debe promover el comercio justo, orientando esquemas de economía solidaria en los cuales los productores trabajan colaborativamente para producir sus productos en mayor cantidad y con más calidad, como premisa para comercializar mejor sus productos.

d) *Falta de diversificación de productos*

La mayoría de los MyPP de las comunidades piloncilleras Tének solo producen el pilón tradicional. Mas recientemente, varios productores han aprendido a producir el piloncillo granulado al tener este mejor precio de venta. Sin embargo, al tener solo dos productos limitan sus oportunidades de mercado y de ingresos y son muy vulnerables a la temporalidad de la demanda de los productos o a las fluctuaciones de precios en el mercado. Por esta razón, es imperativo reducir la dependencia de un solo

producto mediante procesos de capacitación que les enseñen a los productores como diversificación sus productos típicos de piloncillo a otros como dulces, bebidas pan o mermeladas, que les generar nuevas fuentes de ingresos. La capacitación se puede extender a procesos más elaborados para diversas ramas de la industria de alimentos. En cada caso, será pertinente identificar las estrategias para que la diversificación de los productos ocurra preferentemente en espacios comunitarios, con la infraestructura y servicios necesarios y con la convicción de los productores de trabajar colectivamente para lograr mejores estándares de calidad y productividad.

e) Políticas asistenciales y limitadas oportunidades de financiamiento y crédito

Los apoyos para la actividad productiva de las comunidades piloncilleras Tének, por lo general, resulta de programas públicos a fondo perdido. Es decir, los MyPP han recibido capacitación, espacios productivos, infraestructura o servicios sin ningún costo. El reto es que este tipo de apoyos es finito, no es sostenible porque no hay recurso suficiente para cada productor o familia y, en muchas situaciones, está asociado a políticas electorales locales. Además, hay una amplia percepción que hay un sesgo en la selección de los beneficiarios que descompone el tejido social e inhibe la colaboración entre los miembros de las comunidades. En otros casos, los programas públicos supeditan el apoyo a que el productor haga el 50% de la aportación económica necesaria; esta condición imposibilita el apoyo de la gran mayoría de los MyPP que solo cuentan con lo indispensable para vivir cotidianamente. En este escenario, las opciones públicas y privadas para apoyo a los productores a través de financiamiento y créditos es prácticamente imposible para los productores, que no cuentan con garantías para conseguirlos, ni tendrán oportunidad para pagarlos ante la inestabilidad y los exiguos ingreso económicos de su actividad productiva. En este escenario urge un cambio de política pública que promueva sistemas distintivos de economía solidaria, que de forma colectiva facilite que los productores sean capaces de mejorar las condiciones producción y comercialización de sus productos como punto de partida para que por sí mismos lleguen a horizontes en los cuales puedan hacer inversión en los espacios y la infraestructura necesaria para diversificar sus productos y potencial de ingresos en ventas directas en mercados nacionales e internacionales.

f) Falta capacitación en emprendimiento social y economía solidaria

Además de las necesidades de capacitación técnica, es imperativo que los MyPP reciban capacitación en las áreas que detonen proceso de comercialización justos. Al incrementar la productividad y la calidad de sus productos artesanales, los productores deben ser capaces de comercializarlos por sí mismos para que los beneficios redunden en

ellos y en sus familias. Inicialmente, se puede proponer la capacitación en emprendimiento social, como una estrategia para los productores validen los elementos diferenciadores de sus productos artesanales y un modelo o estrategia de negocio, que les permite colocar directamente sus productos en el mercado. Estos procesos de capacitación en emprendimiento social deben ser trajes a la medida al perfil y necesidades de cada comunidad. Deben también implicar estrategias didáctica adecuadas para que los productores, progresivamente, transiten en los proceso de inducción e inmersión a los conceptos, estrategias y/o herramientas distintivas del emprendimiento social y haya después un proceso de acompañamiento para que los ponga en práctica en su caso de interés. La capacitación en emprendimiento social debe inducir la pertinencia de optimizar sus actuales procesos, hacer uso de cierto nivel de tecnología y promover la diversificación de sus productos con algún elemento que sea muy atractivo para el mercado. Además, debe establecer la ruta crítica necesaria para asegurar, que independientemente del asimétrico perfil de los miembros de la comunidad, sean capaces de comprender las estrategias y acciones necesarias para organizarse colectivamente, para estimar sus costos y ganancias, para crear su cartera de clientes, para identificar sus mejores canales de comercialización, para empoderarse y sean capaces de gestionar los apoyos que requieran, par que identifique y se vinculen con los socios estratégicos que les ayuden solidariamente a salir adelante con sus proyectos. Estos escenarios son premisas pertinentes para el establecimiento y consolidación de sistemas de economía solidaria en los que se sustente el bienestar social y económico de productores y familias.

g) Falta de infraestructura de producción y comercialización

La individualidad en los procesos productivos y de comercialización que prevalece en las familias de las comunidades piloncilleras Tének, acota notoriamente su potencial para resolver su situación económica actual. Por esta razón, de debe inducir la creación de organizaciones colectivas que, aun con diferente nivel de formalidad, induzcan los procesos necesarios para cambiar hacia mejores escenarios de bienestar de toda la comunidad. Como ejemplo, este tipo de organización facilitaría atender y resolver dos retos importantes: la falta de infraestructura para la producción y la comercialización de los productos. Esquemas de colaboración solidaria pueden facilitar la implementación de trapiches totalmente equipados, para que 3 o 4 familias lo operen conjuntamente. También pueden facilitar el establecimiento de unidades de acopio y procesamiento de productos de piloncillo, en los que se incremente al cantidad y se uniformice la calidad de los productos, y tener mejor oportunidad de atender las demandas del mercado. Estas estrategias pueden facilitar que los MyPP tengan una oportunidad viable para tener

mejores ingresos. El reto, por supuesto, es tener la mentalidad y la capacidad para crear y desarrollar las organizaciones colectivas que faciliten las estrategias ejemplificadas.

h) Retos en competitividad

Para un MyPP, sus productos artesanales de piloncillo enfrentan diversas competencias. La primera es la competencia de otros productores con mayores extensiones de cultivo, trapiches mejor con más tecnologías o servicios, o con mejores canales de venta. Colectivamente, los MyPP enfrentan la competencia de los productos industrializados, que más uniforme son cuanto a características (mas “calidad) y cuyos niveles de producción los hace más baratos comparados con los artesanales y que tienen una cadena establecida que les da presencia en mercados nacionales e internacionales. Esta es la real competencia a la que los MyPP deben enfrentar colectivamente porque, literalmente, les come el mercado y sus beneficios económicos. Los retos para mejorar la competitividad de los productos artesanales implican la atención de oportunidades que se han referido en esta y en secciones previas. Para este propósito es imperativo que los MyPP identifiquen los elementos diferenciadores de sus productos artesanales de piloncillo y que los hagan valer. Por ejemplo, el piloncillo artesanal, y sus productos, pueden obtener certificaciones como productos orgánicos y de comercio justo. Hay certificaciones locales que también distinguen y promocionan los productos locales entre la población para promover su consumo. Se pueden también validar el uso de tecnologías alternativas en su proceso de producción y su compromiso por la conservación del medio ambiente. Así mismo, se puede validar la calidad del producto mediante análisis físicos, químicos, bromatológicos y microbiológicos y sustentar las tablas nutricionales y el tiempo de vida de anaquel. Se puede, por supuesto hacer la gestión de una marca propia antes la autoridad local en la materia y generar y proteger al imagen o logotipo distintivo de su producto, para que sea fácilmente reconocido por los clientes en el mercado. Se pueden generar estrategias de comercialización rescatando el valor de la cultura y de las tradiciones asociadas a los productos, sin menoscabo de usar las herramientas tecnológicas más avanzadas para socializar y comercializar el producto.

i) Asociaciones estratégicas para implementar respuestas oportunas a las variables económicas externas.

La producción artesanal de piloncillo en las comunidades Tének implica métodos tradicionales de producción y comercialización que les impide reaccionar a cambios económicos en el entorno, que condicionan sus procesos y ganancias. Por ejemplo, hay notorias variaciones en precios debido a la ley de la oferta y la demanda. La temporada y nivel de producción, así como el precio comparativo del piloncillo, el azúcar y otros

edulcorantes en el mercado, afectan directa o indirectamente los ingresos de los MyPP. Además, el relativamente bajo valor agregado del piloncillo que se vende mayoritariamente como pilón, en su forma más básica, también acota el precio que los productores pueden cobrar. Así mismo, la falta de acceso a mercados nacionales o internacionales sea de forma directa o de intermediarios, debido a la falta de conocimiento sobre regulaciones, barreras comerciales o certificaciones necesarias para la exportación, también limita el potencial de crecimiento económico. En estos escenarios, los MyPP necesitan de socios estratégicos que los orienten y los capaciten para que puedan atender y resolver estos retos externos que demandan, entre muchas otras soluciones, la obtención de certificados de calidad del producto, de producto orgánicos y de comercio justo que promuevan el acceso a mercados nacionales e internacionales, la gestión de mecanismos de precios estables como contratos a largo plazo, el acceso a información sobre normativas internacionales. Los socios estratégicos pueden inclusive sugerir otros servicios complementarios que generen beneficios económicos, como el turismo rural que visite las “rutas del piloncillo artesanal”, por mencionar un ejemplo. El reto importante que los MyPP deben identificar con claridad que los mejores socios estratégicos deben tener un perfil social y altruista, que sea afín a sus necesidades socioeconómicas. Las instituciones educativas y organizaciones sociales sin fines de lucro pueden ser opciones viables para los MyPP.

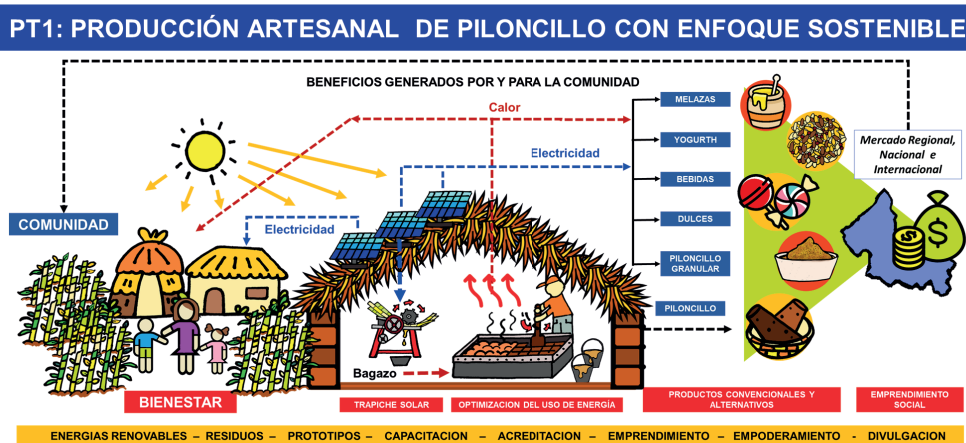
6 CASO PRÁCTICO PROPUESTO PARA LAS COMUNIDADES PILONICLLERAS TÉNEK

Las secciones anteriores documentan las bases para la “Producción artesanal de piloncillo con enfoque sostenible”. De forma práctica no es trivial implementar cada una de las acciones y, por otra parte, algunas de ellas tienen la posibilidad de atender y resolver varios retos/oportunidades identificadas. En esta situación, la selección de las acciones sociales, económicas, ambientales, energéticas y sociales en cada comunidad debe ser el resultado de un cuidadoso análisis de las necesidades puntuales, de las condiciones de contorno y de los recursos disponibles para las acciones de incidencia. La experiencia muestra que, en muchos casos, se debe proponer que un enfoque totalmente sostenible se alcance a través de una secuencia de varias etapas, en cada una de las cuales se den pasos firmes para conseguir, progresivamente, la armónica integración de metas que realmente contribuyan al desarrollo sostenible de la comunidad.

6.1 PROPUESTA MODELO

Como ejemplo, la figura 9 esquematiza la propuesta del grupo de trabajo para las comunidades piloncilleras Tének de la huasteca potosina.

Figura 9. Producción Artesanal de Piloncillo con Enfoque Sostenible: propuesta para las comunidades Tének de la huasteca potosina.



Los elementos más relevantes que se propusieron en este caso fueron los siguientes.

Elementos técnicos:

- Rediseño de los trapiches, implementando ajustes que garanticen condiciones de operación que promuevan la higiene y seguridad de la actividad productiva.
- El desarrollo y validación de trapiches funcionales de bajo costo, a partir del intercambio de saberes entre productores y académicos. Estos trapiches operan con motor de gasolina de 5 HP y motor eléctrico de 2 HP; Los productores tienen acceso a los diseños para replicar su construcción en la zona de incidencia.
- Optimización de la operación de la puntera para disminuir los tiempos de procesamiento y para definir las condiciones del punto de melaza, pilón y piloncillo granulado.
- Rediseño del horno artesanal para hacer más eficiente la transferencia de energía a la puntera y reducir los tiempos de procesamiento. Además, buenas prácticas para reducir la cantidad de bagazo necesaria para lograr el punto de cada uno de los productos.

- Procesos de capacitación técnica de productores para describir los conceptos, estrategias, acciones y metas esperadas en la operación de un trapiche con enfoque sostenible.
- Aplicación y seguimiento de buenas prácticas de higiene para el manejo de los productos en sus etapas de moldeo o de tamizado-cribado, y en el almacenamiento de los productos terminados.

Elementos económicos:

- Proceso de capacitación en emprendimiento social para jóvenes, mujeres y productores de las comunidades piloncilleras Tének.
- Diversificación de los productos a base de piloncillo, incluyendo el envasado de melaza, la producción de dulces de piloncillo con semillas. Las acciones implican los proceso de inducción en campo, capacitación en una institución educativa, implementación y seguimiento de procesos en campo.
- Desarrollo de un modelo de negocio para la venta directa de los productos de piloncillo en el mercado nacional e internacional.
- Apoyo en la gestión de una marca comercial.
- Orientación para la creación de una figura asociativa legal (sociedad de productores rurales) para establecer canales de comercialización formales con supermercados.
- Adaptación de un espacio comunitario como una Unidad de Procesamiento de Productos de Piloncillo, para el acopio, homogenización y comercialización de productos.

Elementos ambientales y energéticos:

- Implementación de sistemas demostrativos de energías alternativas para generar calor y electricidad en la UP3, por medio de un calentador solar para el agua caliente requerida en el lavado de utensilios, un biodigestor para la producción de biogás usado en las parrillas de preparación de dulces, una estufa ecológica a base de leña.
- Implementación de sistemas demostrativos de energías alternativas para generar electricidad en un trapiche tradicional, por medio de un panel solar que permite iluminar la unidad productiva, cargar un celular y operar un ventilados, creando las condiciones necesarias para dar comodidad en la operación del trapiche cuando no hay luz solar o las temperatura ambiental es muy alta.

Elementos Sociales

- Procesos de sensibilización de niñas, niños y jóvenes en escuelas primarias, secundarias y preparatorias, en las cuales se imparten pláticas y talleres para detonar la confianza y la autoestima de los participantes, y su compromiso por el desarrollo sostenible.
- Procesos de capacitación de jóvenes y adultos para sensibilizarlos de los retos por atender en las comunidades.
- Proceso de inducción a la gestión de recursos necesarios para resolver las necesidades de la comunidad.

6.2 RESULTADOS E IMPACTOS DE LAS ACCIONES DE INCIDENCIA

En un periodo de dos años y medio de acciones de incidencia para el paquete tecnológico de producción artesanal de piloncillo con enfoque sostenible, los principales resultados fueron los siguientes.

En relación a cobertura geográfica

- Comunidades y productores del sistema Caña-Piloncillo del Municipio de Tanlajás, S.L.P., en México
- El municipio se localiza en la zona conocida como la huasteca potosina y cuenta con 19,312 habitantes, de los cuales 15,281 personas son indígenas, siendo la principal etnia la Tének.
- El municipio está catalogado por el gobierno como de alta marginación social y económica en San Luis Potosí.
- El impacto se proyecta para 800 pequeños productores de piloncillo artesanal, solo en estas comunidades.
- El proyecto se extiende ahora a las comunidades y productores de otros Municipios de la Zona Huasteca: Aquismón, San Antonio, Tancanhuitz y Huehuetlán.

En relación a elementos técnicos:

- 1) Buenas prácticas de cultivo, cosecha y procesamiento de la caña de azúcar en pilón y piloncillo granulado.
- 2) Caracterización fisicoquímica de caña de azúcar, jugo de caña, bagazo y productos terminados.
- 3) Dos prototipos de trapiche funcionales y de bajo costo con motor de gasolina y eléctrico, con reporte de construcción y manual de operación. Justificación

del reto técnico para suministrar la energía eléctrica del trapiche con un sistema fotovoltaico. Uso de esta tecnología para aportar comodidades mínimas al trabajo del productor.

- 4) Optimización del horno de combustión y la puntera para mejorar productividad y el uso eficiente de energía.
- 5) Buenas prácticas de higiene, seguridad y calidad.

En relación a la capacitación de productores

- 3 prácticas de campo, con 304 productoras(es) beneficiadas(os) de 7 diferentes comunidades Tének.
- Capacitación de productores (talleres) en: Buenas prácticas agrícolas y en la producción de piloncillo, Optimización de energía en el proceso productivo, Aprovechamiento de residuos agroindustriales.

En relación a Emprendimiento Social

- Programa de Emprendimiento para Jóvenes, Mujeres y Productores de las Comunidades Piloncilleras en Tanlajás, S.L.P.

El programa consistió de 11 talleres, 6 acciones de seguimiento en campo y 1 participación en feria comercial, con 242 beneficiarios de 12 comunidades inducidos al emprendimiento, de los cuales 32 completaron el programa integral de emprendimiento social.

Otros resultados relevantes fueron los siguientes.

Un Modelo de Diagnóstico Comunitario

- Se mejoró la estrategia de diagnóstico y se utilizó para validar las estrategias y acciones a realizar.

Un Modelo de Capacitación

- Se generó un modelo general de capacitación transdisciplinar a diferentes miembros de la comunidad.

Un Programa de Acción Social

- Capacitación en 4 temas: Criando con el corazón, Tu eres importante, En comunidad se avanza más, La naturaleza y yo somos uno, dirigidos a niños y niñas, jóvenes y mujeres. 4 talleres con una cobertura de 618 beneficiados: 117 niños y niñas, 264 jóvenes. 163 mujeres y 74 hombres, de 11 diferentes comunidades.

Acciones de Gestión Local

- 20 reuniones en dependencias municipales.

- 3 reuniones en dependencias del sector agrícola.
- 11 reuniones con instituciones educativas de la zona de incidencia: COBACH, EMSAD, UBBJG en Aquismón, Universidad Intercultural en Tancanhuitz.
- 5 reuniones con Gobernadora Indígena y representantes del Instituto Nacional de Pueblos Indígenas.

Socialización de resultados

- Participación de estudiantes UASLP: 3 Posgrado, 9 de Ing. Mecánica y 8 de Ing. Química. 2 estudiantes de Ing. en Procesos Agroindustriales de UBBJG-Aquismón, 1 graduado de la Universidad de Zaragoza, España.
- Difusión de resultados en plataformas digitales, entrevistas de radio, notas de periódicos y eventos técnicos

De forma relevante, por su naturaleza el proyecto es de caracteres interdisciplinar, interinstitucional e intersectorial. A la fecha, las organizaciones vinculadas al proyecto han sido:

Instituciones académicas:

- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ: Facultad de Ciencias Químicas, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Coordinación Académica de la Región Altiplano, Facultad de Ingeniería, Coordinación Académica de la Región del Altiplano Oriente, Facultad de Contaduría y Administración, Oficina de Transferencia de Tecnología.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA: Unidad Iztapalapa, Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica.
- UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Facultad de Ingeniería Química.
- Consejo regional de productores de piloncillo en Tanlajás, S.L.P.

Organismos públicos y privados en vinculación con el proyecto:

- Presidencia Municipal de Tanlajás, S.L.P.
- Jueces Auxiliares y Comisariados Ejidales de las Comunidades de Tanlajás, S.L.P.
- Colegio de Bachilleres Plantel 09, Tanlajás, S.L.P.
- Instituciones educativas de nivel básico y medio superior de Tanlajás, S.L.P.
- Presidencia Municipal de Aquismón, S.L.P.
- Gobernadora Indígena de San Luis Potosí
- Instituto Nacional de Pueblos Indígenas (INPI).
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos (SEDARH).

- Asociación civil: Fondos para la paz.
- Proyectos de Investigación e Incidencia de Energía y Cambio Climático de México 321077 y 320510.

7 IDEAS CONCLUSIVAS

El equipo de trabajo identificó la necesidad de apoyar, desde la academia, el desarrollo sostenible de comunidades rurales en zonas de alta marginación social y económica. Este interés se acopló a las políticas estrategias y programas establecidas por el Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías de México, para atender las necesidades en el tema de Energía y Cambio Climático. Como resultado, el grupo de trabajo estableció un proyecto de investigación e incidencia en comunidades Tének de la huasteca potosina, una región localizada en el centro de México, que se dedican a la producción artesanal de piloncillo, para aprovechar los recursos naturales y los residuos agrícolas y agroindustriales para generar energía, materiales y productos químicos. Se propuso estos productos fueran comercializados directamente en mercados nacionales e internacionales usando esquemas de emprendimiento social, para que redituaran mayores beneficios económicos y sociales a los productores y sus familias.

En el inicio del proyecto, el equipo de trabajo estableció un adecuado canal de comunicación y recibió la confianza de las comunidades piloncilleras Tének. Sobre estas bases fue posible realizar un diagnóstico comunitario y, como resultado de este, se identificaron y validaron los retos de las unidades productivas y las familias. El trabajo colegiado se extendió a la definición y jerarquización de las acciones de incidencia que, desde las perspectivas técnica, social, económica, ambiental y energética, coadyuven al bienestar socioeconómico de las comunidades. El equipo de trabajo socializó el proyecto y realizó gestiones con otros actores y organizaciones del ecosistema local, para conseguir servicios o apoyos complementarios para la ejecución de las actividades del proyecto.

Operativamente y de forma progresiva, se logró que los MyPP de las comunidades Tének valoren la pertinencia de optimizar sus procesos productivos, de diversificar sus productos, de capacitarse como emprendedores, de hacer buen uso de la energía en sus unidades productivas y viviendas y de incorporar fuentes alternas de energía. En la etapa que se describe en este capítulo se dan cuenta de los retos, estrategias, acciones, avances y logros para inducir la “Producción artesanal de piloncillo con enfoque sostenible” entre las comunidades Tének. La experiencia adquirida por el equipo en el trabajo en campo se enriqueció con los diálogos de saberes con los productores locales y con otras organizaciones públicas y privadas que, a nivel local y nacional,

trabajan en la cadena productiva caña de azúcar – piloncillo. Como resultado, el equipo de trabajo identificó en este capítulo los elementos tecnológico, sociales, económicos, ambientales y energéticos que deben ser considerados cuando se define una estrategia para promover el desarrollo sostenible de micro y pequeñas unidades piloncilleras. Así mismo, se ha documentado el caso práctico desarrollado por el equipo de trabajo en las comunidades piloncilleras Tének. En este caso práctico se incorporaron varios elementos de cada una de las dimensiones que contribuyen a la sostenibilidad y se ha dado cuenta de los avances y resultados relevantes a la fecha. Estos resultados validan claramente la pertinencia de hacer acciones de incidencia en cada uno de los eslabones de la cadena de valor y de trabajar secuencial y paralelamente en las diferentes dimensiones de la sostenibilidad. Por supuesto, es evidente la necesidad de incluir otros elementos de sostenibilidad en futuras etapas del proyecto, de tal forma que se pueda consolidar la operación y desarrollo independiente de las micro y pequeñas unidades productivas, para lograr mayores ingresos económicos que se traduzcan después en mejores condiciones de vidas para las familias.

Para contextualizar la relevancia de los resultados a la fecha, se refiere que otros hitos de esta etapa del proyecto fueron la adecuación de un trapiche tradicional como modelo de una micro-biorrefinería rural y el establecimiento de una Unidad de Procesamiento de Productos de Piloncillo. Además, está en desarrollo la instalación de un “Centro de Innovación para la valorización sostenible de residuos y energías renovables” (CIVASORE), que será un espacio de capacitación, entrenamiento, certificación y divulgación de los resultados para todos los miembros de la comunidad.

Complementaria y relevantemente, se fortalecieron los procesos de transferencia de saberes entre productores y académicos que facilitaron las actividades y el logro de las metas del proyecto. Por otra parte, se ha inducido, capacitado y empoderado a los productores para realizar acciones de capacitación técnica de otros productores, y de socialización de los avances y logros del proyecto; los productores imparten sus talleres en Tének con favorables beneficios en términos de impacto. Las(os) productoras(es) y emprendedoras(es) también han sido capacitados para la gestión de recursos ante organizaciones públicas y privadas para resolver sus necesidades. Así mismo, se han establecido elementos de emprendimiento que facilitarán la independencia de los intermediarios, y el desarrollo de modelos de negocios que les permitirán lograr mejores ingresos. Estas bases son una premisa muy importante para detonar a futuro procesos de economía solidaria y el bienestar de las comunidades.

Finalmente, el modelo propuesto para impulsar la producción artesanal de piloncillo con enfoque sostenible en las comunidades Tének de la huasteca potosina, se considera

muy pertinente tomando en cuenta los resultados y logros a la fecha. De forma relevante, el modelo fue un traje a la medida para las necesidades de la comunidad y debe seguir siendo objeto de apoyos, seguimiento y evaluación continua para lograr su consolidación. La operación independiente de estas comunidades se concretará en la medida que sean capaces de organizarse para formalizar y operar las figuras legales que les permitan la comercialización de sus productos en los mercados nacional e internacional. El modelo de incidencia para detonar el desarrollo sostenible de micro y pequeñas unidades productivas se implementará y validará en otros sistemas productivos rurales en zonas de alta marginación social y económica.

8 AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo económico de parte del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) de México para el desarrollo del proyecto de investigación e incidencia PRONACES 321073 “Desarrollo social y económico de pequeñas unidades agroindustriales con base en la socialización, gestión, generación y/o uso eficiente de energía sustentable”, cuyos resultados sustentan esta publicación.

Los autores valoran el interés, compromiso y capacidad técnica de todo el equipo de trabajo que ha participado en el proyecto 321073. De forma particular, agradecen el apoyo de la MC Clara María Martínez Jasso en la elaboración de algunas figuras usadas en este capítulo.

Finalmente, los autores agradecen de manera especial el interés y la dedicación de los miembros de las comunidades Tének en los Municipios de Tanlajás, Tancanhuitz y San Antonio, S.L.P., durante su participación en el proyecto.

REFERENCIAS

AGRICULTURA, S. D. (2017). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. En S. D. AGRICULTURA, *Planeación Agrícola Nacional 2017-2030* (págs. 1-16). México: SAGARPA.

Azúcar, C. N. (2015). *FICHA TÉCNICA DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR*. MÉXICO: CONADUSECA.

Azúcar, C. N. (2021). *informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México. Zafra 2020/2021*. MÉXICO: CONADUSECA.

Caña, C. N. (2021). *Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar PRONAC 2021-2024*. MEXICO: CONADUSECA.

Palomo González, L., & Sánchez Castillo, M. (2023). *Caracterización integral de materias primas y productos del sistema Caña de Azúcar - Piloncillo*. San Luis Potosí: UASLP.

Parlamentaria, G. (14 de Noviembre de 2023). Iniciativa año XXVI, número 6406-II-1, Gaceta Parlamentaria. *Gaceta Parlamentaria*.

Perez Iglesias, H., Santana Aguilar, I., & Rodríguez Delgado, I. (2015). *Manejo sostenible de tierras en la producción de caña de azúcar*. Machala, Ecuador: UTMACH.

Pesquera, S. d. (2022). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Obtenido de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

R. Romero, E., J. Cárdenas, G., Ruiz, M., & Casen, S. (2012). Integración del sorgo azucarado a la cadena de aprovechamiento bioenergético de la caña de azúcar. *EEAOC - Avance Agroindustrial*, 13-17.

Reyes-Hernández, J., Torres-de los Santos, R., Hernández-Torres, H., Hernández-Robledo, V., Alvarado-Ramírez, E., & Joaquín-Cancino, S. (2019). Rendimiento y calidad de siete variedades de caña de azúcar en El Mante, Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 883-893.

Rural, S. d. (22 de Mayo de 2022). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. Obtenido de Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/mexico-cuenta-con-disponibilidad-suficiente-de-azucar-para-atender-el-abasto-nacional-y-exportaciones>

Rural, S. d. (24 de Agosto de 2024). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. Obtenido de Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-industria-de-la-cana-de-azucar-pilar-del-desarrollo-productivo-en-mexico>

Salazar-Ortiz, J., Trejo-Téllez, L., Valdez-Balero, H., Senties-Herrera, M., & Rosas-Rodríguez, M. (2017). CANA DE AZUCAR (*Saccharum spp.*) EN LA ALIMENTACION DE RUMIANTES: EXPERIENCIAS GENERADAS CON CANAS FORRAJERAS. *AGROProductividad*, 70-76.

SOBRE O ORGANIZADOR

Manuel Simões é licenciado em Engenharia Biológica e doutorado em Engenharia Química e Biológica. Atualmente é Professor Associado com Agregação e Pró-Diretor da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), e investigador sénior do Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia (LEPABE) do Departamento de Engenharia Química da FEUP. Nos últimos anos esteve envolvido em 10 projetos nacionais (5 como investigador principal) e 6 projetos europeus. Foi membro do comité de gestão da ação COST BACFOODNET (Rede Europeia para Mitigação da Colonização e Persistência Bacteriana em Alimentos e Ambientes de Processamento de Alimentos) e esteve envolvido em outras 2 ações: iPROMEDAI e MUTALIG. Manuel Simões tem mais de 190 artigos publicados em revistas indexadas no Journal of Citation Reports, 4 livros (1 como autor e 3 como editor) e mais de 40 capítulos em livros. Ele é Editor Associado para o jornal Biofouling - The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research (o periódico mais antigo sobre pesquisa em biofilme), Editor Associado para o jornal Frontiers in Microbiology e Section Editor-in-Chief para o jornal Antibiotics. Seus principais interesses de pesquisa estão focados nos mecanismos de formação de biofilme e seu controlo com agentes antimicrobianos, particularmente usando novas moléculas antimicrobianas, e no uso de microalgas para tratamento de efluentes. É um dos investigadores mais citados do mundo (top 1%), tendo sido distinguido nos últimos dois anos no índice Essential Science Indicators, um dos mais prestigiados indicadores da qualidade de investigação.

Identificação SCOPUS: 55608338000; Nº orcid: 0000-0002-3355-4398

ÍNDICE REMISSIVO

A

ADN 22, 29, 30, 36, 37, 39, 40

C

Calidad y productividad 69, 105

Cellular senescence 13, 17, 18, 19, 20, 21

Células de cáncer 1, 2

Chronoarchitecture 13, 18, 19, 20

Citotoxicidad 1, 2, 4, 5

Comercio justo 69, 104, 107, 108

Comunidades Tének 69, 71, 77, 78, 79, 80, 84, 87, 88, 93, 100, 101, 102, 103, 104, 107, 109, 112, 114, 115, 116

D

Desarrollo sostenible 68, 69, 70, 71, 87, 92, 93, 108, 111, 114, 115, 116

E

Endogamia 46, 48

Evaluación sensorial 54

F

Fenol cloroformo 36, 37, 39

H

Heterochrony 13, 18

Hibridación 46, 47, 48

I

Iridovirus 22, 28, 34

L

Lacasa 1, 2, 3, 4, 9

M

Maíz pigmentado 46

N

Neurodegeneration 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Neuronal death 13, 14, 15, 16, 17, 19

P

PCR 22, 29, 30, 33, 34, 36, 37, 40, 41, 42

Pez cebra 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33

Piloncillo artesanal 69, 70, 73, 86, 87, 92, 107, 108, 111

Proteína de insecto 54

Q

Quercetina 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

S

Salchichas 54, 56, 57, 58, 61, 62, 63, 64, 65

Sphenarium purpurascens 54, 55, 57, 64, 65, 67

U

Ultrasonido 54, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 64, 65

Z

Zea mays L. 46, 52