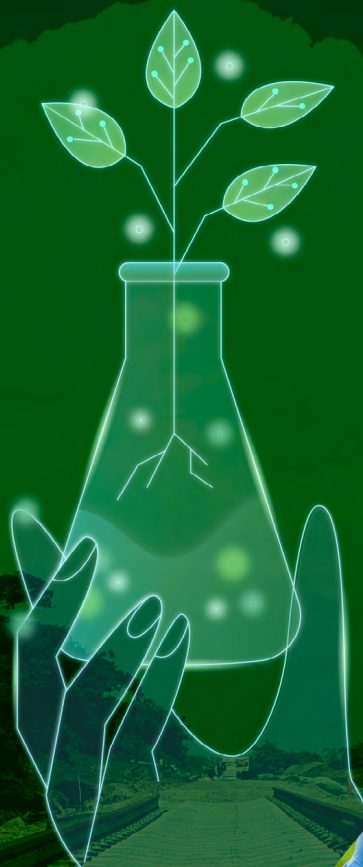


Agenda del ecosistema de innovación agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



MARINA
SECRETARÍA DE MARINA



CORREDOR INTEROCEÁNICO
ISTMO DE TEHUANTEPEC



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2023



Agenda del ecosistema de innovación agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec por IICA se encuentra publicado bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)
Creado a partir de la obra en www.iica.int

El Instituto promueve el uso justo de este documento, así como el tratamiento de los datos personales, de acuerdo con la normativa del IICA vigente. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda y que se garantice el derecho de toda persona a la protección de sus datos personales, según la normativa del IICA.

Esta publicación está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio web institucional en <https://repositorio.iica.int/>

Coordinación editorial: María José Elizarrarás Escalante

Cuidado de la edición: Norma Solís Mérida

Apoyo en el cuidado de la edición: Eréndira Velázquez Campoverde

Diseño de portada: Mariana I. Barajas Tinoco

Diseño editorial: Mariana I. Barajas Tinoco

Apoyo en el diseño editorial: Fernanda Gasca Alcántara | Mariana García Delgado

Agenda del ecosistema de innovación agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec

Coordinadores: José Luis Solleiro Rebolledo, Sandra Berenice Hernández Chávez y Rosario Castañón Ibarra

Autores: Rosario Castañón Ibarra, Corazón Celeste Enríquez Martínez, Eduardo Ulises Galicia Galicia, Sandra Berenice Hernández Chávez, Angélica Torres Ávila, José Luis Solleiro Rebolledo, Myrsia Eliani Sánchez Goicochea y Aldo Francisco Toriz Cravioto.
México CDMX: IICA, 2023,

12 p ; 21 x 16 cm.

ISBN: 978-92-9273-090-1

1. Política pública 2. Competencia económica
3. Productividad agrícola 4. Innovación agrícola 5. Cambio tecnológico
6. Desarrollo económico y social 7. México 8. Agenda de Innovación
I. IICA II. Título

AGRIS

E14

DEWEY

338.19

Las ideas, las formas de expresión y los planteamientos de este documento son propios del autor (o autores), por lo que no necesariamente representan la opinión del IICA ni juicio alguno de su parte sobre las situaciones o condiciones planteadas.

Índice

Resumen ejecutivo	6
Introducción	8
Capítulo 1. Maíz	14
1.1. Maíz Infografía	15
1.2. Hitos tecnológicos en la producción de maíz en el mundo	22
1.3. Áreas estratégicas de la cadena productiva dentro de la región	26
1.4. Aspectos de mercado relevantes	29
1.5. Oportunidades tecnológicas y de mercado	31
1.6. Recomendaciones de política pública	37
Referencias	39
Capítulo 2. Frutales (Limón Mango Piña)	42
2.1. Limón Infografía	43
2.2. Mango Infografía	48
2.3. Piña Infografía	53
2.4. Hitos tecnológicos en la producción de frutales en el mundo	58
2.5. Áreas estratégicas de la cadena productiva dentro de la región	64
2.6. Aspectos de mercado relevantes	69
2.7. Oportunidades tecnológicas y de mercado	71
2.8. Recomendaciones de política pública	73
Referencias	74
Capítulo 3. Ajonjolí	78
3.1. Ajonjolí Infografía	79
3.2. Hitos tecnológicos en la producción de ajonjolí en el mundo	85
3.3. Áreas estratégicas de la cadena productiva dentro de la región	88
3.4. Aspectos de mercado relevantes	91
3.5. Oportunidades tecnológicas y de mercado	93
3.6. Recomendaciones de política pública	97
Referencias	99

Índice

Capítulo 4. Café	102
4.1. Café Infografía	103
4.2. Hitos tecnológicos en la producción de café en el mundo	108
4.3. Áreas estratégicas de la cadena productiva dentro de la región	111
4.4. Aspectos de mercado relevantes	114
4.5. Oportunidades tecnológicas y de mercado	116
4.6. Recomendaciones de política pública	119
Referencias	122
Capítulo 5. Ganadería de doble propósito	125
5.1. Bovinos Infografía	126
5.2. Hitos tecnológicos para la ganadería de doble propósito en el mundo	132
5.3. Áreas estratégicas de la cadena productiva dentro de la región	136
5.4. Aspectos de mercado relevantes	141
5.5. Oportunidades tecnológicas y de mercado	143
5.6. Recomendaciones de política pública	145
Referencias	148
Capítulo 6. Aspectos relevantes de política tecnológica en el sector agroalimentario	152
6.1. La Agenda como instrumento de la política de innovación	155
Referencias	157
Capítulo 7. Propuesta de proyectos de innovación tecnológica	158
7.1. Centro de mejoramiento genético de ganado bovino de doble propósito	159
7.2. Centro de reproducción y mejora genética de especies vegetales aptas para sistemas silvopastoriles del trópico mexicano	169
7.3. Programa regional de capacitación y acompañamiento en sistemas silvopastoriles para ganado de doble propósito	179
7.4. Campo experimental para la generación de alternativas tecnológicas en el cultivo de café en la región del Istmo	192
7.5. Desarrollo y establecimiento de un Sistema de Cultivo Inteligente para el ajonjolí	200
7.6. Centro de Biotecnología Agrícola y Mejoramiento Genético de Ajonjolí	209

Índice

7.7. Creación y posicionamiento de una marca colectiva para el desarrollo agroecológico del Café de especialidad del Istmo de Tehuantepec	219
7.8. Red de apoyo a la agroindustria del café del Istmo en materia de inocuidad y calidad	229
7.9. Creación de un Centro de Validación y Transferencia de Tecnología	238
7.10. Incubación de empresas regionales y locales de producción de semillas de maíz	246
7.11. Desarrollo de innovaciones y buenas prácticas para la optimización de sistemas de riego inteligente en la cadena productiva de frutales (mango, piña y limón)	255
7.12. Modelos de asociatividad para el mejoramiento de la competitividad de los frutales (mango, piña y limón)	263
7.13. Evaluación de tecnología y plan de inversión para la optimización productiva de la cooperativa "Procesadora de Productos Ecológicos S.C. de R.L."	271
7.14. Desarrollo de una planta piloto para el mejoramiento de la infraestructura utilizada para la producción de totopos	278
7.15. Generación de redes de colaboración para el manejo integral sustentable del cultivo en los frutales (mango, piña y limón)	286

Capítulo 8. Condiciones marco para el funcionamiento de la política de innovación

294

Referencias	297
-------------------	-----

Conclusiones

298

Anexo

303



Resumen ejecutivo

La *Agenda del ecosistema de innovación agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec* se elaboró mediante un proceso participativo en el que se contó con el conocimiento de agricultores, ganaderos, proveedores de insumos, acopiadores y empacadores, representantes de agroindustrias, funcionarios gubernamentales, académicos y consultores especializados.

En el análisis necesario para diseñar la Agenda se utilizaron los resultados de tres ejercicios de planificación: la Estrategia para el desarrollo del sector agroalimentario y agroindustrial en el Istmo de Tehuantepec; el Seminario Iniciativas para el Desarrollo Agroalimentario y Agroindustrial del Istmo de Tehuantepec, y las Mesas de trabajo colaborativas para la elaboración de la Agenda del Ecosistema de Innovación Agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec.

El resultado que se presenta en este documento deriva de una revisión de la situación actual de cinco cadenas productivas prioritarias, las cuales fueron seleccionadas de acuerdo con la Estrategia para el desarrollo del sector agroalimentario y agroindustrial en el Istmo de Tehuantepec, así como de las oportunidades y desafíos que pueden ser encarados mediante programas y proyectos de innovación que fueron identificados en el marco del Seminario y las Mesas de trabajo colaborativas.

Para la identificación de los proyectos que integran la Agenda, se consideraron el Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec 2020-2024, el Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024 y el Programa Institucional del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec 2023-2024. Adicionalmente, en el marco de las consultas realizadas a los actores del ecosistema de innovación, se buscó que los elementos de la Agenda pudieran contribuir efectivamente a la productividad y competitividad de las cadenas productivas prioritarias (ajonjolí, café, frutales, ganadería de doble propósito y maíz), con una visión de mediano y largo plazos.

De tal manera, en la Agenda se propone la creación de centros de desarrollo tecnológico e innovación, como elementos generadores de capacidades a nivel local, que sirvan como base institucional para ofrecer soluciones y apoyar la formación de recursos humanos especializados, con una perspectiva de largo plazo. También se recomienda la formación de redes de cooperación interinstitucional que faciliten el trabajo colaborativo entre diversos actores del ecosistema (universidades, centros de investigación, empresas,

productores y organismos públicos) para, con una perspectiva de mediano plazo, crear y adaptar innovaciones que apuntalen las cadenas productivas prioritarias. En cuanto a soluciones de corto plazo, se busca la intervención mediante programas de capacitación y asistencia técnica enfocados a abordar problemas y oportunidades, con una perspectiva de transferencia de conocimientos relevantes.

También se incluye un conjunto de fichas de proyectos de innovación que fueron definidos a partir del consenso entre los actores del ecosistema. Cada proyecto cuenta con una sección de justificación, objetivos, fases de ejecución, posibles instituciones participantes, factores críticos de éxito y una hoja de ruta con su respectivo calendario de acciones.

Con la Agenda se tiene un referente para la toma de decisiones estratégicas en materia de desarrollo tecnológico, colaboración, transferencia de tecnología, capacitación e implementación de la innovación, en beneficio de los productores de la región del Istmo de Tehuantepec y su articulación a las cadenas productivas respectivas.

Introducción

La *Agenda del ecosistema de innovación agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec* se desarrolló por una iniciativa de la Red de Gestión de la Innovación en el Sector Agroalimentario (Red INNOVAGRO) y el Programa Institucional del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT), con el auspicio del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), para impulsar a la región, en el marco de uno de los programas prioritarios de desarrollo de la actual administración federal en conjunto con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA).

El 4 de agosto de 2020 se publicó, en el *Diario Oficial de la Federación*, el Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec 2019-2024, el cual deriva del *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*, con el objetivo de impulsar el crecimiento de la economía regional, con pleno respeto a la historia, la cultura y las tradiciones del Istmo oaxaqueño y veracruzano¹.

Los objetivos del referido programa son:

1. Fortalecer la infraestructura social y productiva en la región del Istmo de Tehuantepec.
2. Impulsar un nuevo modelo de crecimiento económico para el desarrollo en beneficio de toda la población del Istmo de Tehuantepec.
3. Asegurar la articulación de acciones emergentes para la población en situación de pobreza extrema en el Istmo de Tehuantepec.
4. Incrementar la biodiversidad y mejorar la calidad del agua, el suelo y el aire con un enfoque sustentable en la región del Istmo de Tehuantepec.
5. Proteger, reforzar y difundir la diversidad lingüística y cultural, la memoria y los patrimonios culturales de los pueblos indígenas, afromexicanos equiparables del Istmo de Tehuantepec, a través de acciones que garanticen su participación y derechos culturales.

En este contexto, se creó el Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec que tiene por objeto instrumentar una plataforma logística multimodal integrada por los puertos de Coatzacoalcos, Salina Cruz, Dos Bocas y Puerto Chiapas y

¹ El programa tiene un carácter regional, su cobertura abarca 79 municipios: 46 municipios del estado de Oaxaca y 33 municipios de Veracruz. Estos municipios fueron elegidos por la proximidad con las vías del Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec, por su pertinencia cultural y por su relevancia logística (Gobierno de México, Corredor Interoceánico Istmo y Programa Istmo, 2021).

su interconexión mediante transporte ferroviario; así como establecer Polos de Desarrollo para el Bienestar, con una visión integral, sustentable, sostenible e incluyente, que fomente el crecimiento económico, productivo y cultural.

En el Programa Institucional del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT) 2023-2024 (el Programa), elaborado por el CIIT en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia prioritaria 1.5 se refiere a “Promover el financiamiento de acciones que impulsen el Desarrollo Regional y el Bienestar Social, fomentando la creación, desarrollo y consolidación de proyectos de investigación y tecnología que contribuyan a mejorar el bienestar de los habitantes de la región”.

El Programa establece también que:

(...) los elementos clave de la Estrategia a corto plazo, es el diseño y establecimiento de un Sistema Regional de Centros de Innovación vinculados geográfica y funcionalmente a la estrategia de fortalecimiento de la capacidad industrial de la región mediante 10 Polos de Desarrollo integrados al Ecosistema de Producción Industrial del Istmo de Tehuantepec. En el mediano y largo plazo es el establecimiento de dos Ecosistemas Generadores de Conocimiento en los estados de Oaxaca y Veracruz, conglomerados de centros de investigación, tecnológicos, centros de emprendimiento de empresas, certificadoras, empresas productivas vinculadas a la innovación (Gobierno de México, Secretaría de Marina y Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec, 2022).

En tal situación en el que surge la necesidad de desarrollar una agenda de innovación para el sector agroalimentario en la región, toda vez que dicho sector ha sido identificado como prioritario. Se trata de que la Agenda contribuya al objetivo de:

(...) fomentar una agricultura sostenible, competitiva e inclusiva, que incida en el desarrollo de este territorio y el crecimiento de su sector primario, al tiempo que se fortalecen sus cadenas productivas y su valor agregado, bajo el principio de una agricultura circular y bioeconomía en su conjunto (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023).

Para tal fin, el Gobierno de México, a través de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA) y el CIIT tuvieron la iniciativa de generar un marco estratégico para impulsar el desarrollo tecnológico y la innovación con una fuerte orientación participativa. En 2021, se definió la Estrategia para el desarrollo del sector agroalimentario y agroindustrial en el Istmo de Tehuantepec (la Estrategia), la cual parte de un diagnóstico del sector y un análisis de la cadena productiva agroalimentaria en la región. Con base en dicho análisis, la Estrategia llevó al establecimiento de las cadenas productivas prioritarias que se ven reflejadas en la presente agenda de innovación.

Durante 2021, 2022 y el primer semestre de 2023, se organizaron dos ediciones del Seminario Iniciativas para el Desarrollo Agroalimentario y Agroindustrial del Istmo de Tehuantepec, donde se abordaron aspectos científicos, tecnológicos

y prospectivos sobre cadenas productivas estratégicas de la región. A lo largo de dichos eventos, especialistas de los sectores académico, privado y gubernamental analizaron la problemática de las cadenas productivas prioritarias y expusieron diversas propuestas para atender los principales problemas y responder a oportunidades de comercialización en diferentes mercados, evaluar los factores críticos para lograr acceder a ellos y generar propuestas de innovación en relación con dichos factores.

Tanto la Estrategia como los resultados del Seminario han sido insumos críticos para la elaboración de la Agenda, la cual es un instrumento de política pública que permitirá coordinar la interacción de los actores involucrados en el ecosistema de innovación, para potenciar las acciones y la dedicación de recursos en sectores y nichos de alto impacto para la economía de las regiones.

Un tercer elemento fundamental para la elaboración de la Agenda fue la organización de las Mesas de trabajo colaborativas para la elaboración de la *Agenda del Ecosistema de Innovación Agroalimentario en el Istmo de Tehuantepec*, cuyo objetivo fue, precisamente, estructurar esta Agenda a partir de la sistematización del Seminario Iniciativas para el Desarrollo del Sector Agroalimentario y Agroindustrial en el Istmo de Tehuantepec, y de la consulta directa a los principales actores de las cadenas productivas prioritarias para definir acuerdos de acciones y compromisos de trabajo en el territorio para potenciar el desarrollo agroalimentario y agroindustrial de la región. Los objetivos específicos de las Mesas fueron:

- Crear una visión común entre los diferentes actores de las cadenas productivas agroalimentarias, estratégica para la innovación.
- Generar líneas de acción consensuadas para implementar la agenda de innovación del sector agroalimentario en el Istmo de Tehuantepec.
- Promover acuerdos de colaboración, coordinación de acciones y conjunción de recursos para la innovación en el sector agroalimentario de la región del Istmo.
- Establecer mecanismos de gobernanza para el ecosistema de innovación del CIIT.
- Integrar un catálogo de la oferta tecnológica aplicable a las cadenas productivas agroalimentarias seleccionadas en el Istmo de Tehuantepec.

El enfoque de los análisis realizados en las consultas a los actores en el marco de las Mesas se basó en los siguientes criterios:

- Privilegiar la sustentabilidad, productividad, desarrollo tecnológico e innovación.
- Orientar las actividades innovadoras a la promoción de encadenamientos regionales y de mercado.
- Atender todos los aspectos regulatorios y sociales alrededor de las cadenas productivas seleccionadas.

De acuerdo con la Estrategia, se priorizó la innovación en cinco cadenas productivas:

- Maíz
- Frutales (piña, limón y mango)
- Café
- Ajonjolí
- Ganadería de doble propósito

La consulta a los actores relacionados con estas cadenas productivas se efectuó en tres etapas:

- En la primera se organizó una mesa de consulta donde se trató principalmente el tema “Productividad, prácticas sustentables desarrollo tecnológico e innovación”. Se contó con la participación de 165 personas (agricultores, representantes de agroindustrias ligadas a las cadenas productivas prioritarias, gobierno, instituciones de educación superior y centros de investigación).
- En la segunda se consultó a 31 expertos, relacionados con las cadenas productivas prioritarias, respecto al tema “Encadenamientos regionales, aspectos de mercado y su influencia en proyectos innovadores”. Mediante estas consultas, se logró acceder a información cualitativa muy valiosa sobre el ambiente competitivo, las necesidades para articular las cadenas, los factores de éxito en el mercado y casos de éxito en la innovación.
- En la tercera se llevó a cabo una mesa de consulta sobre “Aspectos regulatorios y sociales”, en la que se profundizó sobre cuestiones fundamentales para el éxito de la innovación como son el marco normativo, las políticas y el perfil socioeconómico de la región y su influencia en el desempeño de las cadenas productivas prioritarias. En tal ocasión se registró la participación de 79 representantes de los sectores productivo, académico y gubernamental.

Con estos insumos, se elaboró la Agenda, la cual busca ser una guía para conducir la estrategia de innovación agroalimentaria en la región del Istmo de Tehuantepec, al establecer grandes objetivos para que los productos prioritarios sean más competitivos en mercados cada vez más exigentes y, a la vez, para que los productores y empresarios locales capten una mayor proporción de los beneficios de la introducción de nuevas tecnologías.

La Agenda contiene un listado de áreas y proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que recibirán tratamiento prioritario, así como el proceso secuencial que ha de seguirse para la consolidación del ecosistema de innovación, definiendo etapas, factores críticos de éxito, indicadores de desempeño y grupos de trabajo para la ejecución de las acciones.

Al enfocarse en cadenas productivas prioritarias, la elaboración de la Agenda siguió el concepto de especialización inteligente, orientado a usar recursos de forma eficiente, a la vez que se promueve la colaboración y consenso entre autoridades nacionales y regionales, con el fin de crear estrategias de desarrollo basadas en la investigación e innovación con impacto social, aprovechando las capacidades y vocaciones existentes en la región. Esta especialización

inteligente permitirá concentrar los recursos en los sectores con mayor potencial de impacto y utilizar las fuentes de conocimiento, las capacidades y tecnologías existentes en la región.

Este documento está estructurado por cadenas productivas prioritarias. Para cada una de ellas, se ofrece, en primer lugar, información general sobre el producto en cuestión, para situar a los lectores sobre la perspectiva global y la ubicación de México al respecto. Posteriormente, se presenta un análisis del producto agroalimentario en la región del Istmo, con detalles de su situación actual en el contexto nacional, las oportunidades que existen en diversos mercados y la problemática que se enfrenta en el Istmo de Tehuantepec para alcanzar un nivel productivo competitivo. A partir del análisis, se identifican los principales desafíos que enfrenta la región para poder impulsar cada producto agroalimentario seleccionado, información que ha servido para generar la propuesta de innovaciones relevantes que da lugar a la cartera de proyectos.

Antes de pasar a la presentación de las fichas de proyectos prioritarios, se aborda el tema de la política de innovación necesaria para que resulte viable la Agenda y se potencien los efectos socioeconómicos de los proyectos que la integran. Se pone especial atención a los instrumentos de política de innovación, pues las políticas solamente rinden los resultados deseados si se generan las condiciones adecuadas para su aplicación.

La última sección de este documento se ocupa de la presentación de los proyectos seleccionados, como resultado del amplio trabajo de campo realizado. Como anexo, se incluye el listado de actores del ecosistema de innovación del Istmo de Tehuantepec que participaron en las mesas de consulta.

Referencias

Gobierno de México, Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec y Programa Istmo. (2021). *Estrategia para el Desarrollo del Sector Agroalimentario y Agroindustrial en el Istmo de Tehuantepec*. México.

Gobierno de México, Secretaría de Marina y Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec. (2022). *Programa Institucional del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec 2023-2024*. Programa Institucional derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. *Diario Oficial de la Federación*, DOF, 3 de julio de 2023. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5694112&fecha=03/07/2023#gsc.tab=0

Gobierno de México. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. *Diario Oficial de la Federación*, DOF, 12 de julio de 2023. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0

Gobierno de México y Programa Istmo. (4 de agosto de 2020). *Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec (PDIT) 2020-2024*. <https://www.gob.mx/programaistmo/documentos/programa-para-el-desarrollo-del-istmo-de-tehuantepec-2020-2024-261631>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (19 de abril de 2023). Perfilan Agricultura y Corredor Interoceánico plan para el desarrollo agroalimentario y agroindustrial en la región sur sureste (Comunicado oficial). <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/perfilan-agricultura-y-corredor-interoceanico-plan-para-el-desarrollo-agroalimentario-y-agroindustrial-en-la-region-sur-sureste>

Maíz

Capítulo 1





Maíz | Infografía¹

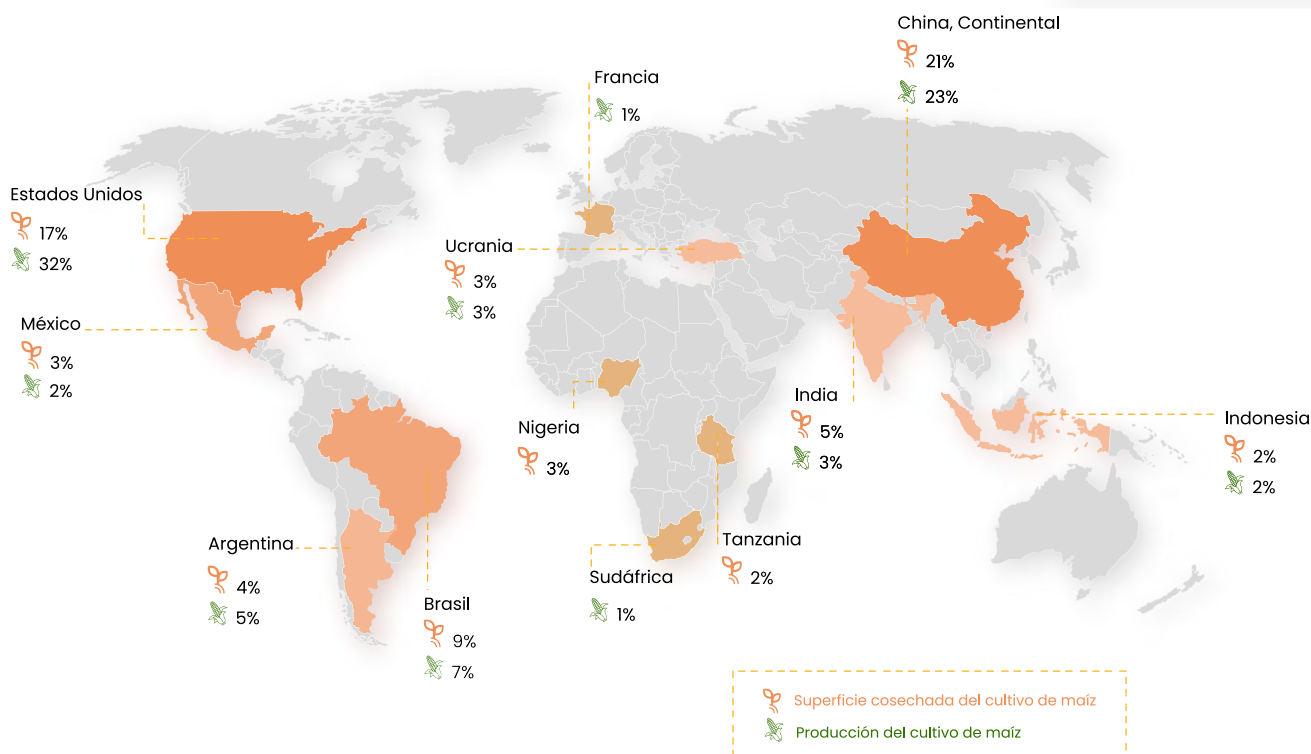
A nivel mundial, el maíz se utiliza principalmente como pienso, pero también es importante como cultivo alimentario, especialmente en América Latina y el África Subsahariana. Por su uso en la alimentación humana, el grano de maíz destaca como el **tercer cereal más consumido**, después del arroz y el trigo.

En 2021, la producción mundial de maíz se estimó en 1210 millones de toneladas (t), cultivadas en 205 millones de hectáreas (ha).

Panorama internacional

Total mundial (2021)

205 870 017 ha
 1 210 235 135 t



China y Estados Unidos dominan la producción de maíz, concentrando el **38%** de la superficie, seguidos por otros países con una participación menor.



Los principales productores de maíz son **China y Estados Unidos**, los cuales concentran el **55%** de la producción.

Fuente: elaboración propia con datos de FAO (2023).

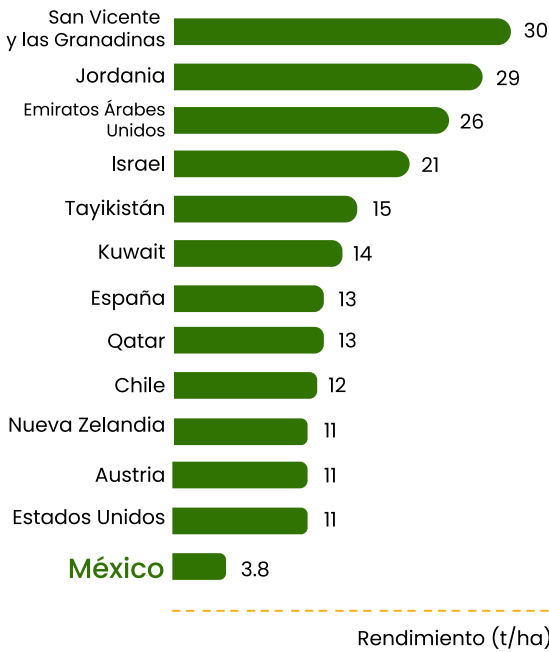
¹ En este apartado se presentan, de manera sintética, los datos relevantes de la cadena productiva.



Rendimiento del cultivo de maíz



Rendimiento promedio de maíz a nivel mundial (2021): 5 (t/ha)



Los países que presentaron los mayores rendimientos son **San Vicente y las Granadinas, Jordania, Emiratos Árabes Unidos e Israel**, cuyos valores superan las 20 t/ha.



Uso del maíz

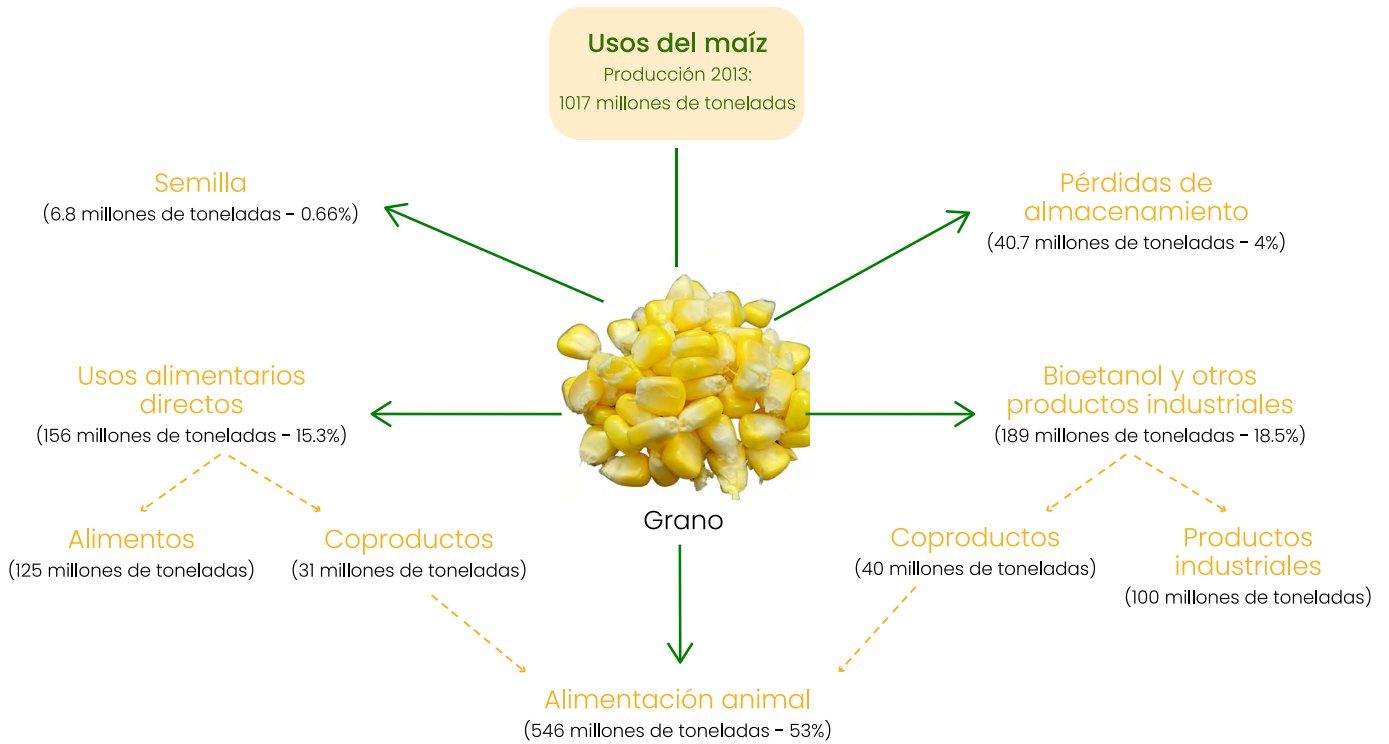
Los usos que tiene el maíz en el mundo son diversos, de ahí que se considere como un **cultivo muy versátil**. En muchos países desarrollados, más del **85%** del maíz producido o importado se utiliza para alimentación animal.



En cuanto a la alimentación humana, el maíz se consume principalmente en **África** y **América** en mazorca (elote) o a través de alimentos tradicionales e industrializados, como papillas tradicionales, tamales, tortillas de mesa, totopos de maíz y tortillas. El **maíz blanco** se utiliza principalmente para fines alimentarios; en contraste, el **maíz amarillo** es el más popular en todo el mundo y se utiliza para alimentación animal, producción de almidón y bioetanol.



Fuente: elaboración propia con datos de FAO (2023).



Fuente: adaptado de García y Serna (2019).

Derivados de la industria para el maíz

Granos de maíz			
<p>Palomitas</p>	<p>Molienda en seco</p>	<p>Molienda húmeda</p>	<p>Nixtamalización</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Aperitivos y productos de confitería 	<p>Sémola, harinas y comida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Productos de panadería • Rebozados y empanizados • Cereales para el desayuno en copos, hojuelas, pellets, triturados, aperitivos de segunda y tercera generación • Coadyuvantes cerveceros 	<p>Almidones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Almidones modificados • Jarabes • maltodextrinas • Glucosa • Maltosa • Jarabe de maíz de alta fructosa 	<p>Harina de masa fresca y seca</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tortillas de mesa • Bocadoillos de maíz y tortillas chips

Fuente: adaptado de García y Serna (2019).

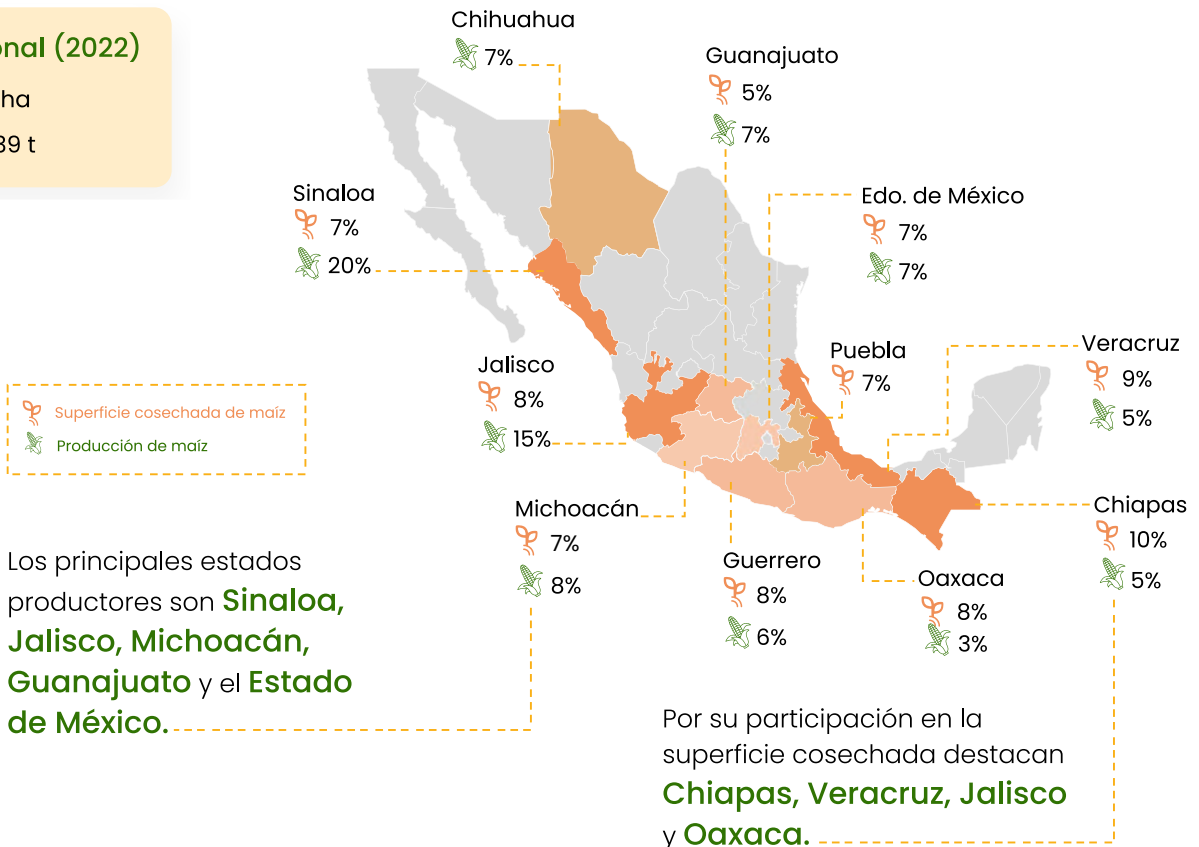


Panorama nacional

A nivel mundial, México figura como el séptimo productor de maíz. La producción de este cultivo se divide primordialmente en maíz amarillo y maíz blanco. El **maíz blanco concentra el 87% de la producción**, y se destina principalmente para el consumo humano; mientras tanto, el maíz amarillo se destina a la industria pecuaria. **La producción de maíz amarillo es deficitaria**, pues sólo se **satisface el 24%** de los requerimientos nacionales.

Total nacional (2022)

6 809 131 ha
26 553 239 t



Principales plagas y enfermedades



Las principales enfermedades que se presentan en el cultivo del maíz son producidas por **hongos** que afectan el área foliar como los tizones y las royas, cuya aparición está determinada por las condiciones ambientales y por la susceptibilidad de los genotipos de maíz.

Si bien las enfermedades presentes en el maíz son de baja importancia, una que se ha convertido en un factor limitante en la producción de maíz en diversas zonas del trópico húmedo, subhúmedo y zonas de transición en distintas regiones de México es el **Complejo Mancha de Asfalto**.

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022).



Las plagas en el maíz son diversas y su presencia y severidad varía a lo largo del país. El **gusano cogollero** y el **gusano elotero** son las de mayor presencia en este cultivo.

Plagas masticadoras

- Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
- Gusano elotero (*Heliothis zea*)

Plagas del suelo

- Gallina ciega (*Phyllophaga sp.*)
- Gusano trozador (*Agrotis ipsilon*)

Plagas de insectos chupadores

- Chicharrita (*Dalbulus maidis*)
- Trips (*Frankliniella occidentalis*)





Plagas barrenadoras

- Barrenador del maíz (*Diatraea grandiosella*)

Panorama en el Istmo

El maíz en el Istmo de Tehuantepec es un cultivo de gran importancia económica y social. La producción se basa tanto en variedades nativas como mejoradas. En cuanto a las variedades nativas, el **Zapalote Chico** es la raza más representativa y predominante; ésta posee un alto grado de adaptación a las condiciones físicas y geográficas de la región; se distribuye principalmente en la planicie costera del Istmo de Tehuantepec. Respecto a los municipios del Istmo en Veracruz, las razas de maíz nativo más utilizadas por los productores son el **Tuxpeño**, el **Olotillo** y el **Ratón** (Tinoco Alfaro, 2022). Por otro lado, el uso de semillas mejoradas aún se encuentra en una etapa incipiente.

Cifras de Veracruz, Oaxaca y región Istmo (2022)

	 Superficie sembrada (ha)	 Superficie cosechada (ha)	 Producción (t)	 Rendimiento obtenido (t/ha)
Veracruz	215 832	215 832	593 272	2.75
Oaxaca	76 497	76 497	115 072	1.50
Istmo	292 330	292 330	708 344	2.42

Nota

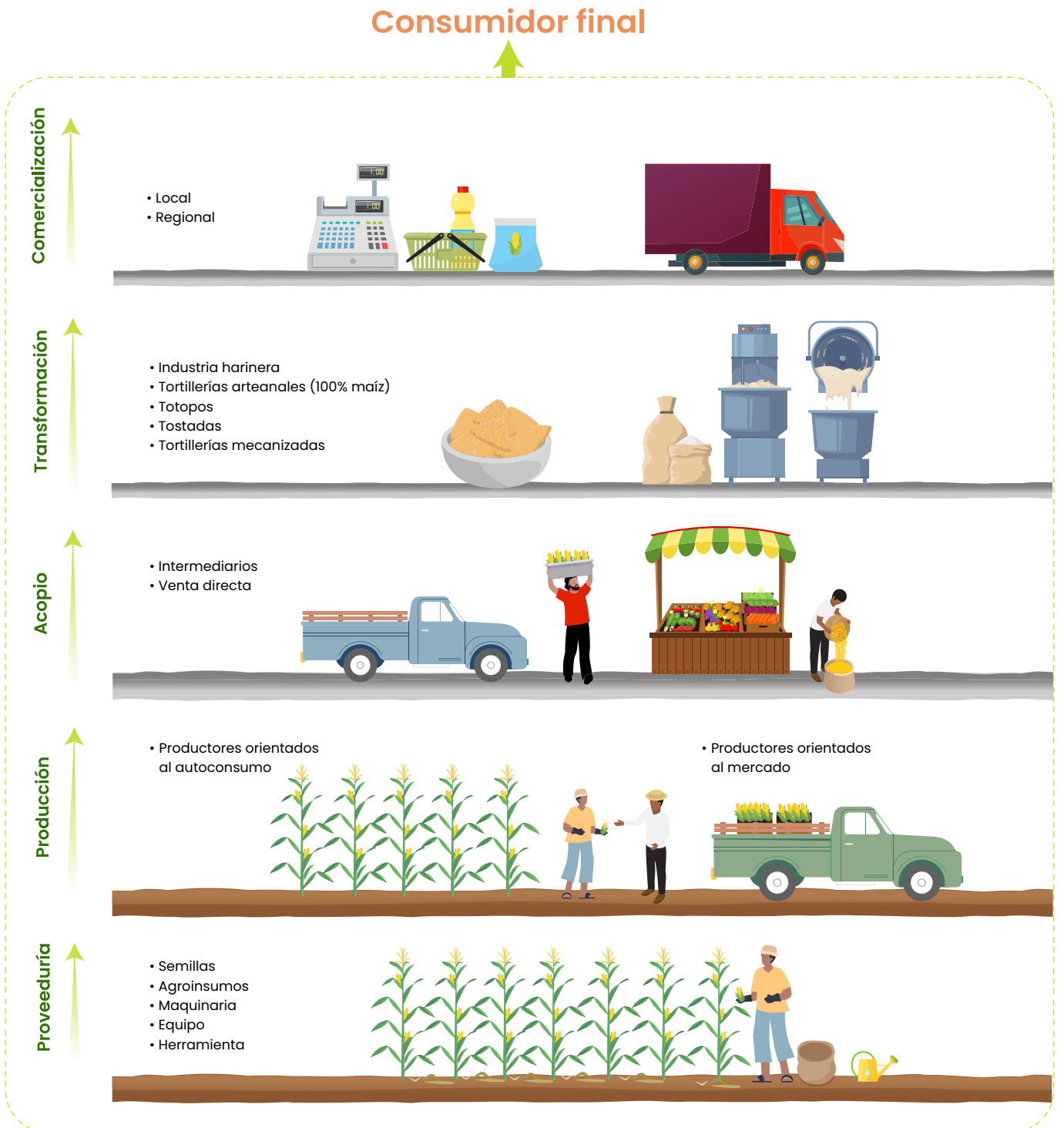
Para el estado de Oaxaca se consideraron los datos de la división política de la región Istmo. Para el estado de Veracruz se consideraron los municipios que participan en el "Programa Istmo".

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022).



Cadena de valor

En la figura siguiente se muestra, de forma general, la cadena de valor maíz en el Istmo de Tehuantepec. En el eslabón primario esta cadena se distingue por la producción bimodal de maíz, integrada por productores orientados al mercado y productores orientados al autoconsumo. En el eslabón de la transformación destaca la producción de totopos artesanales, siendo el zapalote chico la base para su elaboración.



Fuente: elaboración propia.



Principales oportunidades técnicas, ambientales y sociales



Organización

Contribuir a la organización de los productores para mejorar su participación en el mercado y para realizar compras consolidadas de insumos



Producción artesanal de productos derivados

Fortalecer el aprovechamiento de productos artesanales (totopos) derivados del maíz en las empresas familiares



Vinculación

Integración de los agricultores para fortalecer la vinculación formal con la agroindustria



Conservación

Impulsar el uso, la selección y conservación de las semillas nativas



Inclusión social

Promover la inclusión de las mujeres en aspectos productivos y de comercialización



Plagas

Implementar medidas integrales para el control de plagas e incentivar su manejo agroecológico



Capacitación técnica

Promover acciones para la difusión, transferencia y aplicación de conocimiento





1.2

Hitos tecnológicos en la producción de maíz en el mundo

La producción de maíz en el mundo ha experimentado una serie de hitos tecnológicos en los últimos años, lo que ha llevado a mejoras significativas en la eficiencia, la cantidad y la calidad del grano. Los elementos presentados en la siguiente figura muestran que las innovaciones en el cultivo de maíz están centradas en la sostenibilidad, la eficiencia en el uso de recursos y la capacidad de adaptarse a los desafíos cambiantes.

Respecto a México, las tendencias en la innovación de la producción de maíz reflejan un enfoque integral hacia la mejora de la productividad, sostenibilidad y resiliencia del cultivo. De este modo, el reto radica en fomentar el uso de innovaciones que permitan aumentar la productividad y rentabilidad del maíz de manera sustentable, sin que esto conlleve un deterioro del medio ambiente o de las condiciones de vida de la población rural.

La efectiva implementación de las tecnologías y medidas propuestas requiere, sin duda, de la adopción y adaptación considerando los diversos contextos locales y regionales en el amplio y diverso territorio de México (Govaerts *et al.*, 2020). Adicionalmente, las innovaciones a introducir deben también estar orientadas a preservar la biodiversidad del cultivo (Govaerts *et al.*, 2020). Al combinar estas innovaciones con otras intervenciones, se puede desempeñar un papel fundamental para facilitar y acelerar la transformación de la cadena de valor del maíz (World Economic Forum, 2018).



Cuadro 1.1. Principales innovaciones tecnológicas para la cadena de valor del maíz

Innovación	Descripción	Ejemplos
Mejoramiento genético y uso de biotecnología	<p>En este ámbito destaca el desarrollo de genotipos de maíz con características distintivas, que incluyen tolerancia a herbicidas, resistencia a insectos, calidad modificada del producto, sistema de control de polinización y tolerancia al estrés abiótico. El uso de estas semillas mejoradas ha tenido efectos en la reducción de costos y el aumento del rendimiento.</p>	<p>Actualmente hay dos tipos principales de rasgos disponibles en el mercado de semillas de maíz híbrido: los que proporcionan resistencia a insectos y los que proporcionan tolerancia a herbicidas (glifosato y glufosinato de amonio). Tales rasgos pueden incluirse en las semillas, solos o combinados.</p>
	<p>Dentro del ámbito del mejoramiento genético destaca la edición de genes mediante la tecnología CRISPR para la incorporación de rasgos deseables (fitomejoramiento de precisión). Este enfoque se caracteriza por no emplear transgenes de otras especies u organismos, lo que marca un avance significativo en la ingeniería genética con potencial para evitar problemas regulatorios asociados con la introducción de material genético externo.</p>	<p>Un ejemplo de esta técnica es el maíz ceroso, el cual produce un almidón con un elevado contenido de amilopectina y bajo en amilosa. En este caso, Corteva usó ingeniería genética para reprimir los genes productores de amilosa. Este tipo de maíz se emplea en la producción de almidón especializado, insumo utilizado en la fabricación de papel, adhesivos, y también desempeña funciones de estabilización y espesamiento en la industria alimentaria.</p>
	<p>El desarrollo de genotipos resistentes a la sequía se ha convertido en uno de los principales objetivos de los mejoradores de maíz. Dicho enfoque responde al impacto considerable del estrés por sequía, el cual causa alrededor del 15% de las pérdidas de rendimiento del maíz a nivel mundial.</p>	<p>Desde la década de 1980, los científicos del Grupo Consultivo sobre investigación agrícola internacional (CGIAR) en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt) han dirigido esfuerzos intensivos de mejoramiento para desarrollar variedades de maíz tolerantes a la sequía. En este contexto, el CGIAR ha desarrollado más de 200 variedades mejoradas de maíz adaptadas a las condiciones de la sequía las cuales han sido distribuidas por socios de los sectores público y privado en 13 países del África subsahariana.</p>
Cambios en la gestión de la producción	<p>Estos cambios incluyen mejores prácticas en la gestión de la producción de maíz. Las mejoras buscan optimizar la eficiencia, reducir costos y potenciar la sostenibilidad en todo el ciclo de producción del maíz.</p>	<p>Algunos de los cambios más importantes en la gestión de la producción realizados en los principales países productores de maíz, incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción del espaciamiento entre hileras. • Ajustes de la densidad de plantas • Uso de siembra directa (agricultura de conservación) • Encalado para reducir los niveles de acidez en el suelo • Manejo integrado de plagas y enfermedades • Manejo del cultivo asistido por sensores remotos • Pronósticos climáticos y alertas tempranas

Continúa



Innovación	Descripción	Ejemplos
<p>Tecnificación del cultivo para optimizar los insumos y el uso de agua</p>	<p>En la tecnificación del cultivo sobresale la agricultura de precisión, la cual ha permitido a los agricultores tomar decisiones operativas en función del lugar, para un manejo óptimo de los recursos escasos teniendo en cuenta la variabilidad dentro de los campos y entre ellos. Su uso ha proporcionado importantes ganancias productivas y ha maximizado la eficiencia en el uso de insumos agrícolas. Permite vincular datos de rendimiento geoposicionados al tipo de suelo y análisis de fertilidad de cada una de las unidades de producción; al momento de la siembra se pueden ajustar la dosis de fertilizante y la densidad de siembra en función de la aptitud micro ambiental de cada parcela.</p>	<p>Los componentes de la agricultura de precisión más utilizados en maíz son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitores de rendimientos • Mapas de rendimientos • Aplicación de tasa variables de semilla, fertilizantes y plaguicidas • Sistema guiado por GPS • Riego inteligente
<p>Introducción de nuevas prácticas</p>	<p>En este rubro se incluye el desarrollo de nuevas prácticas de cultivo, resultado de investigaciones enfocadas en aumentar rendimientos, generar mayores beneficios económicos y mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción.</p>	<p>Un ejemplo es el sistema Antecipe, desarrollado por la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa): método de intercultivo mecanizado de maíz de segunda cosecha (también llamado safrinha) entre las hileras de soya antes de su cosecha. Se ha desarrollado tras 15 años de investigación y se basa en tres componentes fundamentales: un sistema de producción de granos innovador, una sembradora-fertilizante exclusiva y una aplicación diseñada para asistir al productor en la toma de decisiones más acertadas.</p> <p>Otro ejemplo es el uso de los residuos de la cosecha como alimento para el ganado, ensilarlo o reutilizarlo como abono para las plantas.</p>
<p>Nuevas tecnologías de base biológica</p>	<p>Estas innovaciones integran los avances tecnológicos en el campo de los bioinsumos agrícolas, los cuales ofrecen prometedoras alternativas sostenibles en sustitución o complemento de los fertilizantes inorgánicos y pesticidas sintéticos. El uso de productos biológicos podría mejorar significativamente la salud de los agricultores y la seguridad de los alimentos al reducir su exposición a pesticidas.</p>	<p>Los productos de base biológica que se destacan comprenden: 1) bioinsecticidas e insectos benéficos para control biológico, que son enemigos naturales de las plagas, 2) inoculantes que mejoran significativamente la eficiencia en la utilización de nutrientes como el nitrógeno y fósforo, 3) Estimulantes del crecimiento vegetal y protectores contra factores abióticos adversos, como la sequía y otros desafíos ambientales.</p>
<p>Mejoras en la logística poscosecha</p>	<p>Se destacan mejoras significativas en la gestión poscosecha mediante la implementación de tecnologías avanzadas y estrategias eficientes. Las mejoras en la logística poscosecha son fundamentales para garantizar que los productos lleguen de manera eficiente a los mercados y los consumidores.</p>	<p>La adopción de silobolsas ha mejorado significativamente la logística de poscosecha en Argentina. En ciertas épocas del año, esta situación ha contribuido a: disminuir la pérdida de grano por plagas y enfermedades de almacén, así como, la congestión de camiones en las carreteras; reducir las demoras en las operaciones de exportación, y prevenir inconvenientes por falta de capacidad de almacenamiento.</p>

Continúa



Innovación	Descripción	Ejemplos
Producción de pigmentos	<ul style="list-style-type: none">• El maíz emerge como una fuente de colorantes naturales más económica en comparación con otras fuentes vegetales, ganando creciente interés en esta aplicación.• La integración del maíz pigmentado en la cadena de suministro preexistente de maíz especializado destaca la posibilidad de utilizar estos pigmentos como un co-producto de valor añadido.	<ul style="list-style-type: none">• En el Ecuador y Perú el maíz morado es una variedad común, la cual se utiliza para la extracción comercial de antocianinas del grano y olote. Algunas variedades de este se han desarrollado para aprovechar este fin en diferentes regiones del mundo

Fuente: elaboración propia con base en Aloo *et al.* (2022), Andorf *et al.* (2019), Diniz y Borges (2017), Chavas y Mitchell (2018), Grote *et al.* (2021), Da Silva *et al.* (2023), Moreira *et al.* (2022) Muntean *et al.* (2022), Peiretti y Dumanski (2014) y Saavoss *et al.* (2021).





1.3

Áreas estratégicas de la cadena productiva dentro de la región

Por su uso en la alimentación humana, el grano de maíz destaca como el tercer cereal más consumido, después del arroz y el trigo (Erenstein *et al.*, 2022). En México, es el cultivo más importante debido a su gran trascendencia económica, social y cultural. De hecho, el país ocupa el séptimo lugar con una producción de 27.5 millones de toneladas (t) (FAO, 2021).

Respecto al Istmo de Tehuantepec, en el año 2022 el cultivo de maíz se estableció en 292 330 hectáreas (ha) con una producción de 708 344 t (SIAP, 2022), posicionándose como la cadena productiva más importante en términos de superficie establecida y volumen de producción. En esta región se distinguen dos macroambientes bien diferenciados: el Istmo húmedo y el Istmo seco.

El Istmo húmedo comprende principalmente municipios en el estado de Veracruz y algunos en el estado de Oaxaca. Esta región permite llevar a cabo dos ciclos de siembra al año y presenta un significativo potencial de crecimiento para la producción de maíz híbrido, sobre todo en el ciclo otoño-invierno donde se aprovechan las vegas de ríos para su establecimiento. Tal situación abre oportunidades para maximizar los rendimientos en la zona. Por ejemplo, según datos del Cimmyt, con el uso de semilla mejorada en la región sur-sureste se ha registrado un notable aumento en los rendimientos, pasando de 2.38 toneladas por hectárea a 5.52 toneladas por hectárea (Govaerts *et al.*, 2020). En la actualidad, los agricultores de la región se abastecen de semillas híbridas suministradas por cinco empresas: Dekalb, Pioneer, Proase, Proasol y Reycoll Seeds. Cabe destacar que la oferta de híbridos no es muy extensa y las opciones se ven aún más limitadas al considerar su adaptabilidad a las condiciones locales, el ciclo de producción y el sistema de cultivo (temporal, riego y humedad residual).

Respecto a las razas nativas de maíz, en esta región las más utilizadas por los productores son el tuxpeño, el olotillo y el ratón, en superficies que van de 0.5 a 2.0 hectáreas y con un destino principal de la producción para autoconsumo y venta de excedentes (Tinoco, 2022).



Por otro lado, el Istmo seco abarca principalmente la porción sur del estado de Oaxaca y se destaca por la predominante producción de maíz zapalote chico. Esta variedad de maíz se encuentra principalmente en la planicie costera de Oaxaca y se distingue por su notable capacidad de adaptación a las condiciones únicas de la región del Istmo (vientos fuertes, suelos arenosos, así como por presentar un consumo regional para la elaboración de totopos).

En este contexto, en el marco de los elementos señalados, a continuación, se detallan las acciones clave a emprender en el marco de la agenda de innovación para el maíz. Es importante señalar que los participantes en las diversas mesas de diálogo mostraron un interés especial en la región del Istmo Seco con respecto al maíz zapalote chico. Sin embargo, se incluye información que abarca aspectos más allá del maíz zapalote. De este modo, a lo largo del texto se incorporan elementos específicos del maíz no nativo, que se establece principalmente en el Istmo húmedo.

Acciones clave para el desarrollo del cultivo de maíz:

- **Caracterización de áreas potenciales.** Se trata de un desafío que implica la necesidad de identificar y caracterizar, con mayor precisión, las áreas con potencial agrícola, para luego seleccionar las más adecuadas. En este aspecto es necesario considerar los diversos sistemas de producción disponibles: de temporal, de riego y de humedad residual.
- **Variedades adecuadas.** Promover el uso de variedades mejoradas en el Istmo húmedo que sean más adecuadas y con potencial productivo para la región clima y objetivos de cultivo. En el Istmo seco (planicie costera) se descarta la producción de otros materiales que no sean los maíces nativos, específicamente el maíz zapalote chico¹; sin embargo, resulta pertinente mejorar estos materiales para incrementar sus rendimientos. Las características que distinguen al zapalote chico son: resistencia a plagas y enfermedades, ciclo corto y muy resistente al acame causado por el viento; en la región los vientos pueden alcanzar una velocidad de 120 km/h. De este modo, las condiciones ambientales restrictivas de la región son la razón por la cual los maíces híbridos u otros genotipos no han progresado en este macroambiente a pesar de su difusión, ya que no logran competir con las ventajas y características del maíz zapalote chico.
- **Optimización/modernización de infraestructura de riego.** Mejorar la infraestructura de riego y la gestión eficiente del agua es esencial para garantizar un suministro adecuado de agua a las zonas de cultivo, lo que a su vez aumentará la productividad.

¹ Aunque este recurso fitogenético muestra una capacidad productiva limitada, esta desventaja se compensa con su excepcional adaptación al entorno crítico de la región, caracterizado por los intensos vientos.



- **Manejo sustentable del cultivo/suelo.** Asegurar un manejo sustentable del cultivo implica abordar aspectos como la nutrición integral de las plantas, el cuidado del suelo y el control efectivo de plagas y enfermedades, a través de prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente. La producción de maíz enfrenta diversos desafíos, como la falta de lluvia y la escasa disponibilidad de riego, una limitación que se vuelve crítica en épocas de sequía, lo que subraya la importancia de mejorar la calidad del suelo para aumentar su capacidad de retención de agua.
- **Apoyo a los agricultores e integración de tecnologías.** El reto se enfoca en brindar apoyo técnico y recursos a los agricultores para la adopción de tecnologías agrícolas sustentables que mejoren la eficiencia y la rentabilidad.
- **Impulsar el crecimiento y la competitividad de las microindustrias de productos derivados del maíz zapalote chico (totopos) y facilitar la diversificación de mercados.** En las mesas de diálogo se enfatizó la necesidad de impulsar el crecimiento y la competitividad de las microindustrias de totopos. En el mismo sentido, se resaltó la importancia de diversificar los mercados para estos productos derivados del maíz.





1.4

Aspectos de mercado relevantes²

En el año 2022, el consumo nacional de maíz fue 44 millones de toneladas, de las cuales aproximadamente 26.5 millones fueron producidas internamente, y el restante se importó. Las importaciones totales de maíz en ese mismo año ascendieron a 17.6 millones de toneladas, de las cuales cerca del 90% correspondió a maíz amarillo; volumen destinado principalmente al consumo pecuario (FIRA, 2023).

Estos datos muestran que México experimenta un desequilibrio entre la producción y el consumo de maíz, dependiendo cada vez más de las importaciones para satisfacer la demanda interna (primordialmente de maíz amarillo). En términos de demanda, el consumo pecuario destaca como el principal destino (59%), mientras que el consumo humano e industrial representa el porcentaje restante (41%) (FIRA, 2023).

Los municipios con mayor producción están concentrados en la región norte y noroeste del país, donde se alcanzan los rendimientos más altos. No obstante, en los últimos años la escasez de agua es cada vez más un factor limitante para la producción de maíz en estas regiones.

En tal escenario, el sureste se vislumbra como una región con un potencial enorme para acrecentar su producción en términos de superficie y rendimiento, aprovechando los ciclos primavera-verano y otoño-invierno. La producción en esta región permitiría compensar la restricción que actualmente tiene la producción de maíz en algunas regiones del norte de México por falta de agua. El sureste posee condiciones climáticas adecuadas y suficiencia de agua para la producción de maíz.

Si bien, en el Istmo húmedo se encuentra instalada Minsa (industria de harina de maíz nixtamalizado), no existe una vinculación efectiva con los productores de maíz, lo que ocasiona que se tenga que comprar maíz de otros estados. La actual situación configura una oportunidad para generar un esquema de desarrollo de proveedores. Este proceso implica cumplir con normas de calidad para el grano, que van desde

2 Los aspectos de mercado mencionados en esta sección se rescataron de las mesas colaborativas realizadas para la cadena productiva.



la selección de la semilla adecuada hasta un manejo y almacenamiento del grano adecuados.

Aunque las condiciones agroambientales son ideales y existe un mercado por explotar, hay un consenso respecto a que es necesario impulsar el desarrollo de infraestructura adecuada para almacenar y trasladar el grano. Por otro lado, la desaparición de las coberturas de precio y de los programas de agricultura por contrato se perciben como un aspecto negativo, ya que éstas proporcionaban orden en la comercialización y certeza en cuanto al precio.

Con relación al maíz nativo, en el Istmo seco destaca el maíz zapalote chico, cuya producción se destina para elaborar totopos. Los agricultores venden directamente su producto a las mujeres totoperas o se oferta en los mercados regionales (Juchitán/Tehuantepec). En general, los precios que reciben los productores por este tipo de maíz son mayores con relación a otros, pues su venta se realiza por volumen (litro) y con un precio diferenciado. Aunque el zapalote chico es ampliamente cultivado en la región del Istmo seco, la oferta no es suficiente para cubrir la demanda de producción de totopo, lo que ha llevado a la elaboración de totopos utilizando otros tipos de maíz. Existe potencial de aprovechamiento de áreas de tierra subutilizada que podrían ser destinadas al cultivo del maíz zapalote chico, también la productividad podría incrementarse con el uso de semillas mejoradas. En este contexto, surge la oportunidad para expandir el mercado de totopos de maíz, tanto a nivel regional como nacional e internacional, aprovechando experiencias previas en este ámbito. Por lo tanto, es esencial enfocarse en estrategias de valor agregado para mejorar la competitividad de esta cadena de valor.



1.5

Oportunidades tecnológicas y de mercado

La incorporación de tecnologías relacionadas con las áreas señaladas en la sección 1.3 contribuirán a lograr una cadena de valor más competitiva al incrementar la productividad y cuidar los recursos naturales no renovables. En el cuadro 1.2. se incluyen los aspectos específicos a considerar en cada una de estas áreas.

Cuadro 1.2. Principales desarrollos tecnológicos por considerar para incrementar la competitividad de la cadena de valor maíz

Área de desarrollo tecnológico	Elementos clave	Observaciones
Áreas potenciales de producción	<ul style="list-style-type: none"> Identificación y caracterización de áreas con mayor potencial 	<ul style="list-style-type: none"> Su realización permitirá enfocar los recursos y esfuerzos en áreas que ofrecen un mayor potencial para el cultivo de maíz y donde es viable su producción
Manejo sustentable del cultivo/ suelo	<ul style="list-style-type: none"> Agricultura de conservación 	<ul style="list-style-type: none"> Estas prácticas y enfoques tecnológicos son fundamentales para promover la sostenibilidad en la agricultura, reduciendo el impacto ambiental y aumentando la resiliencia de los cultivos. Su uso contribuye a la reducción de costos y favorece la eficiencia del uso de insumos.
	<ul style="list-style-type: none"> Manejo integrado de plagas y enfermedades 	
	<ul style="list-style-type: none"> Microorganismos nativos 	
	<ul style="list-style-type: none"> Cultivos de cobertura de abono verde o rotación de cultivos 	
	<ul style="list-style-type: none"> Abonos orgánicos y bioinsumos derivados de extractos de plantas y otros componentes 	
	<ul style="list-style-type: none"> Fertilización óptima (fuentes orgánicas e inorgánicas) 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de fertilizantes basada en el diagnóstico de nutrimentos en el suelo y en concordancia con los cuatro principios del Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI): uso de la fuente correcta, la dosis correcta, tiempo y lugar correctos

Continúa



Área de desarrollo tecnológico	Elementos clave	Observaciones
Incorporación de tecnologías e infraestructura de riego	<ul style="list-style-type: none">Infraestructura hidroagrícolaTecnificación de riego, como riego por goteoPrácticas de gestión del agua sostenibles, como la recogida y el almacenamiento de agua de lluviaProgramación de riegos asistido por sensores remotos	<ul style="list-style-type: none">La modernización y la optimización del uso del agua se presenta como una sugerencia clave en las estrategias para abordar los efectos del cambio climático, particularmente la sequía
Variedades adecuadas	<ul style="list-style-type: none">Variedades mejoradas e híbridos	<ul style="list-style-type: none">Se requiere que las variedades e híbridos sean adecuadas para las diferentes regiones agroecológicas, con mayor potencial productivo, mejor calidad de grano y resistentes al gusano cogollero, pudrición de grano y mancha de asfalto y tolerantes a la sequía
Desarrollo de capacidades	<ul style="list-style-type: none">CapacitaciónAsistencia técnicaTransferencia de tecnología	<ul style="list-style-type: none">Promover la transferencia tecnológica adecuada a las necesidades de los pequeños productoresFormar expertos técnicos que apoyen la innovación del sector (Modelo de Educación Dual)Mejorar incentivos para retener capital humano y evitar migración del sector.
Infraestructura y logística	<ul style="list-style-type: none">Inversiones en infraestructura para el movimiento de mercancía y almacenamientoInversiones productivas público-privadas en plataformas logísticas e industriales	<ul style="list-style-type: none">Para impulsar el desarrollo de la industria de maíz, es crucial realizar inversiones en infraestructura que faciliten el movimiento de mercancías y el almacenamiento.

Fuente: elaboración propia con base en las mesas de trabajo y en Aguirre *et al.* (2010), Chiñas (2023), García (s.f.) y Govaerts *et al.* (2020).

Además de las áreas tecnológicas mencionadas previamente, el cuadro 1.3 incluye áreas específicas relacionadas con el maíz zapalote chico.



Cuadro 1.3. Principales desarrollos tecnológicos por considerar para incrementar la competitividad del maíz zapalote chico

Área de desarrollo tecnológico	Elementos clave	Observaciones
Mejoramiento genético	Mejoramiento participativo	Acompañamiento de los agricultores en la selección y mejora de las semillas criollas
	Uso de variedades mejoradas	Fomento de la adopción de variedades mejoradas como CPVS-M401 zapalote precoz, desarrollada por el Colegio de Posgraduados
Microindustrias de productos derivados del maíz nativo	Modelos de comercialización y asociatividad	Diseño y validación de modelos de comercialización integrales y asociativos que permitan mejorar la competitividad
	Marcas colectivas	Fomento de las marcas colectivas, como herramienta de diferenciación
	Desarrollo de mercados	Diferenciación en la presentación del producto y las formas de comercialización Identificación y fomento de nuevas tecnologías de transformación; nuevos nichos de mercado y diversificación de productos
	Ferias de semillas y exposición de usos y preparaciones culinarias tradicionales	Promoción y apoyo para la creación de redes de productores interesados en la conservación y promoción de semillas criollas. Estas redes pueden servir como plataformas de colaboración y cooperación mutua.
	Mejorar la infraestructura para la producción de totopos	Encontrar alternativas para mejorar las condiciones en las que las mujeres producen totopos

Fuente: elaboración propia con base en las mesas de trabajo y en Aguirre et al. (2010), Chiñas (2023), García (s.f.) y Govaerts et al. (2020).

En el marco de las mesas de consulta para la elaboración de esta agenda de innovación y mediante la revisión documental, se han identificado los siguientes aspectos de mercado favorables en la región del Istmo de Tehuantepec para promover la producción de maíz:

- **Existe una demanda creciente de maíz para consumo humano y pecuario.** A nivel nacional, la referida demanda no se satisface completamente, lo que lleva a la necesidad de recurrir a importaciones de maíz amarillo. Particularmente en el sureste del país, la importación de este grano se convierte en una opción más rentable, sobre todo si se consideran los costos elevados asociados al transporte desde las principales regiones productoras de México. Por consiguiente, el maíz destaca como uno de los principales productos agrícolas importados a través de los puertos del sureste.



En este contexto, es factible capitalizar el potencial del Istmo húmedo e incrementar la producción de maíz blanco y amarillo mediante un aumento en el rendimiento, lo que permitirá satisfacer la demanda existente. En las zonas con mayor potencial en la región sur-sureste, la reconversión de la siembra de semilla nativa por semilla híbrida podría lograr un promedio de 5.5 toneladas por hectárea (Govaerts *et al.*, 2020). En la región, existe una sólida presencia de la agroindustria de harina de maíz. Por ejemplo, Minsa tiene al menos 30 años en la región y gran parte de su demanda es cubierta con maíz proveniente de Sinaloa, Jalisco y Guanajuato. A esta industria se suma la demanda de maíz destinada a la elaboración de la masa y la tortilla. En el caso de maíz amarillo, se destaca la demanda que genera la ganadería bovina presente en la región. Estos mercados subrayan la oportunidad de generar encadenamientos entre los productores y la agroindustria, así como con la ganadería.

- **Oferta tecnológica de instituciones.** Es posible promover una oferta tecnológica adecuada para impulsar la producción de maíz a través de la colaboración de diversas instituciones y organizaciones de investigación, entre las cuales destacan: el Colegio de Postgraduados (Colpos), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt) y el Instituto Tecnológico de Comitancillo, por mencionar algunas. En semejante escenario, es esencial capitalizar los esfuerzos previos de estas instituciones en la región.
- **Mercados especializados.** En relación con las variedades nativas, existe potencial para el desarrollo de mercados de especialidades que requieren agregación de valor. En la planicie costera del Istmo de Tehuantepec destaca el maíz zapalote chico, utilizado para la producción de totopos. Actualmente, hay una fuerte demanda de totopos que no ha sido atendida. En el caso de este maíz nativo, la clave para aumentar su competitividad radica principalmente en la creación de valor agregado. Lo anterior se debe a que su rendimiento, incluso con una fertilización

adecuada y riego, no supera las 3.5 toneladas por hectárea.



Si bien se presenta un panorama alentador en cuanto a las oportunidades de crecimiento para la producción de maíz en el Istmo de Tehuantepec, también se evidencian diversos desafíos que demandan atención. Dentro del aspecto productivo destacan los siguientes:

- **Bajos rendimientos.** En los municipios del Istmo, tanto en el estado de Veracruz como en Oaxaca, se registran rendimientos promedio bajos: 2.75 toneladas por hectárea en Veracruz y sólo 1.5 toneladas por hectárea en Oaxaca. Tales cifras resaltan una brecha en la productividad que es necesario abordar y mejorar.
- **Ineficiencia en el uso de agua de riego (Istmo seco).** La infraestructura del distrito de riego 019 abastecido por la presa Benito Juárez en Oaxaca ha superado su vida útil y su deterioro es evidente; situación que se traduce en deficiencias en el sistema de riego y una capacidad de aprovechamiento reducida. Además, se debe tener en cuenta que la refinería establecida en esta parte del Istmo consume una parte significativa del suministro de agua, lo que disminuye la disponibilidad de este recurso para la agricultura, dándole prioridad a las necesidades de la refinería.



- **Eventos climatológicos adversos (sequías/inundaciones).** En el sur del país se registran los niveles más altos de precipitación y se experimentan inundaciones de manera recurrente, esta región es la más afectada por los impactos de huracanes y otras tormentas tropicales (Rodríguez *et al.*, 2018). Por otro lado, en los últimos años se han presentado sequías prolongadas inusuales que afectan al Istmo de Tehuantepec, lo cual tiene un efecto directo en el rendimiento del cultivo y pérdida de cosecha.
- **Necesidad de conservar los recursos genéticos de maíz nativo.** A pesar de la relevancia que ostenta, el maíz nativo en el país ha experimentado en las últimas décadas un marcado proceso de erosión genética, acompañado de un paulatino abandono de las prácticas agronómicas, culturales y tradicionales que históricamente lo han caracterizado (Govaerts *et al.*, 2020).
- **Pérdida de fertilidad de los suelos.** El monocultivo y el uso inadecuado de fertilizantes y plaguicidas inorgánicos han provocado la pérdida de la calidad de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- **Presencia de plagas, enfermedades y malezas.** En el Istmo húmedo se destaca la presencia de plagas como el gusano cogollero y las plagas de suelo, como la gallina ciega y el gusano de alambre. En el caso del gusano cogollero, en los últimos años se ha observado un aumento en su incidencia y severidad, lo que ha complicado su control. En cuanto a las enfermedades, destaca la presencia de la mancha de asfalto, que se ha abordado mediante el uso de variedades mejoradas e híbridos resistentes. En el Istmo Seco, las plagas más comunes son la gallina ciega y el gusano de alambre, cuya aparición está vinculada a la escasa materia orgánica en el suelo; en el corto plazo, es posible controlarlas mediante el uso de insecticidas, sin embargo, en el mediano y largo plazo, resulta fundamental implementar prácticas destinadas a mejorar la calidad de la materia orgánica del suelo. En cuanto a las enfermedades, no se han

identificado problemas significativos hasta el momento.

- **Falta de transferencia de tecnología.** La región enfrenta la ausencia de programas para la asistencia técnica, y esto impide la adopción de prácticas y tecnologías más avanzadas y sostenibles.
- **Altos costos de producción derivados de precios elevados en los fertilizantes y otros insumos.** Estos costos representan una carga considerable para los agricultores y, en última instancia, afectan la rentabilidad del cultivo.
- **Ausencia de relevo generacional.** La mayoría de los productores de maíz tienen más de 65 años y en la práctica se observa poco interés de las nuevas generaciones por incorporarse a la estructura productiva del sector agroalimentario.





En cuanto a la transformación, valor agregado y la comercialización, destacan los siguientes desafíos:

- **Infraestructura insuficiente para el almacenamiento y acondicionamiento del grano.** La escasez de infraestructura y equipamiento para el almacenamiento de cosechas y el secado de grano, como silos, cribadoras y secadoras, constituye un obstáculo que dificulta la obtención de precios más favorables, el acceso a otros mercados y también resulta en pérdidas poscosecha.
- **Comercialización a través de intermediarios con un impacto directo en el precio recibido por los agricultores.** La mayoría de los agricultores venden el maíz a intermediarios que les compran a pie de la parcela o en su misma localidad.
- **Débil articulación entre la industria y los agricultores.** A pesar de la presencia de Minsa y Maseca en la región (Istmo húmedo), no se ha logrado establecer una relación sólida con los agricultores para la proveeduría del grano de maíz; algunos de los participantes en las mesas de diálogo han indicado que los agricultores prefieren la venta directa de su producto en el mercado local. En el caso de Minsa, ubicada en Jáltipan (Veracruz), existe una demanda de grano de maíz que no se ha podido satisfacer completamente.
- Para que los productores puedan vincularse con esta industria, el maíz producido debe cumplir ciertos requisitos desde la fase de la semilla hasta su manejo poscosecha y almacenamiento, a fin de que el grano a tenga las características adecuadas para su posterior transformación.
- **Inadecuada y deficiente infraestructura de transformación (maíz zapalote chico).** La infraestructura utilizada para la producción de totopos requiere una atención urgente para elevar su calidad y eficiencia, lo que contribuirá al desarrollo sostenible de la industria, así como en la salud y bienestar de las mujeres que trabajan en ella, quienes se enfrentan a condiciones de trabajo que incluyen altas temperaturas e inhalación de humo.
- **Sobreexplotación del mezquite.** Para la elaboración de los totopos suele utilizarse leña del árbol del mezquite como fuente de combustible. No obstante, la sobreexplotación de este recurso ha provocado su disminución gradual y el consecuente desequilibrio ecológico en la región (The Hunger Project México, s.f.)



1.6

Recomendaciones de política pública

El cultivo de maíz posee una significativa importancia económica, social y cultural en el Istmo de Tehuantepec. En esta región, se advierte un claro potencial para incrementar la producción y atender una demanda insatisfecha de manera efectiva. Sin embargo, para que esto se materialice, es fundamental que se lleven a cabo una serie de acciones y medidas estratégicas que den respuesta a los diferentes desafíos que se presentan en el cultivo. Con base en la información obtenida de las mesas de trabajo, las recomendaciones de política deberían enfocarse en los siguientes aspectos clave: el aumento de la productividad y el fomento de la sostenibilidad en el cultivo de maíz, al mismo tiempo que se establecen las condiciones necesarias para mejorar la competitividad de los productores. Por consiguiente, algunas de las recomendaciones que se derivan son:

- Es prioritario el fortalecimiento de las capacidades de los productores a través del acompañamiento técnico. Este acompañamiento también debe incluir la difusión de prácticas y tecnologías agrícolas sostenibles que contribuyan a la conservación del suelo, el agua y la biodiversidad, así como al uso eficiente de los recursos. En este aspecto es importante aprovechar y capitalizar las experiencias previas relevantes que han contribuido al desarrollo de capacidades de los productores y han tenido un impacto positivo en el rendimiento, tal es el caso de los *hubs* o nodos de innovación tecnológica de MasAgro o el programa piloto de extensionismo participativo denominado Programa Estratégico para Altos Rendimientos de Maíz (Proemar).
- Generación de un esquema efectivo de arreglos público-privados que promuevan la integración de la cadena y permitan a su vez la vinculación de los productores a mercados formales y el acceso a tecnologías (variedades de semilla, sistemas de tecnificación de riego y agricultura de conservación). Para lograr esto, es esencial considerar la organización de los productores, la disponibilidad de asesoría especializada, el acceso a financiamiento y créditos (particularmente para la adquisición de insumos y tecnología).



- Fomentar el desarrollo de la industria nacional de semillas, especialmente en lo que respecta al financiamiento y fortalecimiento de pequeñas y medianas empresas. El acceso a semillas mejoradas desempeña un papel determinante en la mejora de la productividad del cultivo.

Para que estas acciones y cualquier otra considerada pertinente puedan tener un impacto duradero, es necesario:

- Realizar inversiones en infraestructura para el acopio y almacenamiento del grano con el fin de reducir las pérdidas poscosecha y facilitar su comercialización. Así como, realizar inversiones en infraestructura hidroagrícola. De acuerdo con Turrent et al. (2012), la puesta en marcha de proyectos de infraestructura y de riego en el sur-sureste del país añadiría 24 millones de toneladas de maíz al año.
- Desarrollar y fortalecer la infraestructura de las vías de comunicación en ubicaciones estratégicas para reducir los costos logísticos y mejorar el transporte eficiente del grano.
- Formación de agrónomos basado en un enfoque dual, donde los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades tanto en el aula como en entornos prácticos reales.
- Programas que promuevan la participación de la juventud, de manera que se asegure un relevo generacional sólido.

De forma particular en el caso de maíz zapalote chico se tienen las siguientes recomendaciones:

- Es esencial explorar alternativas que contribuyan a salvaguardar la salud de las mujeres que se ven expuestas al calor y al humo durante la preparación de los totopos. Esto a través de acciones de desarrollo tecnológico para la mejora de la infraestructura productiva tradicional del totopo.
- Se requiere una gestión sostenible del mezquite para prevenir su sobreexplotación.

- Establecer regulaciones para gestionar el uso del agua, considerando la competencia entre la agricultura y la refinería en relación con el acceso al agua de la presa Benito Juárez. Además, sería aconsejable explorar la viabilidad de proyectos de captación de agua en la región del Istmo seco y la modernización de la infraestructura en el Distrito de Riego 019.

- Llevar a cabo un programa de fortalecimiento organizativo dirigido a los productores y las mujeres totoperas, con el objetivo de fomentar su incorporación en sociedades cooperativas u otras estructuras legales reconocidas. Esto permitirá la creación de empresas dedicadas a la producción de semillas y maíz grano, así como empresas sociales enfocadas en la producción y comercialización de totopos, e incluso la generación de marcas colectivas.
- Elaborar un proyecto concreto destinado a fortalecer la cadena de valor del maíz-totopo, que incluya medidas para estimular tanto la producción como la comercialización de totopos, añadiendo valor a través de actividades como el envasado, la incorporación de códigos de barras, el registro de una marca colectiva, entre otras iniciativas.

Las acciones por implementar deben ser integrales y adaptadas de acuerdo con los distintos sistemas de producción existentes y con el perfil de los agricultores (pequeños, medianos o grandes). Es esencial abordar todas las fases de la cadena, desde la producción primaria hasta la comercialización y la posterior transformación con la agregación de valor.



Referencias

- Aguirre, V. J., Sánchez, F., Ramírez, R., Colón, O. G. y Razo, M. G. (2010). *Modelo para la conservación de maíces criollos en el sureste de Coahuila*. UAAAN, SINAREFI, Colpos. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232249/Modelo_para_la_conservaci_n_de_maices.pdf
- Aloo, B. N., Tripathi, V., Makumba, B. A. y Mbega, E. R. (2022). Plant growth-promoting rhizobacterial biofertilizers for crop production: The past, present, and future. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1002448>
- Andorf, C., Beavis, W. D., Hufford, M., Smith, S., Suza, W. P., Wang, K., Woodhouse, M., Yu, J., y Lübberstedt, T. (2019). Technological advances in maize breeding: past, present and future. *Theoretical and Applied Genetics*, 132(3), 817–849. <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03306-3>
- Da Silva, G., Rotondo, R. y Rodríguez, G. R. (2023). Agricultural Bio-Inputs as an Innovative Area of Opportunity for Agro-Industrial Growth in Developing Countries: Lessons from Argentina. *World*, 4(4), 709–725. <https://doi.org/10.3390/world4040045>
- Diniz, W. H. y Borges, L. (2017). Use of Technology to Increase the Productivity of Corn in Brazil. In *Maize Germplasm - Characterization and Genetic Approaches for Crop Improvement* (Vol. 34, pp. 15–19). InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70808>
- Chavas, J. P. y Mitchell, P. D. (2018). *Corn Productivity: The Role of Management and Biotechnology*. In *Corn - Production and Human Health in Changing Climate*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.77054>
- Chiñas, S. T. (2023). Fomento y Protección del Maíz Zapalote Chico: Raza prehistórica de maíz nativo (*Zea mays* L.). México.
- Erenstein, O., Jaleta, M., Sonder, K., Mottaleb, K. y Prasanna, B. M. (2022). Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. *Food Security*, 14(5), 1295–1319. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura [FIRA]. (2023). Perspectivas 2023. <https://www.fira.gob.mx/InvYEvalEcon/EvaluacionIF>
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2021). Datos Producción Maíz. *Faostat* [Conjunto de datos]. <https://www.fao.org/faostat/es/#data>



- García, F. O. (s.f.). El Manejo Responsable 4R de los Nutrientes Los 4 Requisitos [presentación]. Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI). [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/C03E96B59B78351A03257D0D00650A28/\\$FILE/FG-Videos%20Rs%20-%20Nidera%20Marzo%202014.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/C03E96B59B78351A03257D0D00650A28/$FILE/FG-Videos%20Rs%20-%20Nidera%20Marzo%202014.pdf)
- García, S. y Serna, S. O. (2019). Corn History and Culture. En S. O. Serna-Saldivar (Ed.), *Corn. Chemistry and Technology* (3.a ed., pp. 1–18). International Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00001-2>
- Govaerts, B., Chávez, X., Fernández, A., Vega, D., Vázquez, O., Pérez, M., Carvajal, A., Ortega, P., López, P., Rodríguez, R., Kruseman, G., Donnet, M. L., Palacios, N., Verhulst, N., Gardeazabal Monsalve, A., González, G., Sánchez, K. C. y Sánchez, K. C. (2020). *Maíz para México. Plan Estratégico 2030*. México: Cimmyt. <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/20219>
- Grote, U., Fasse, A., Nguyen, T. T. y Erenstein, O. (2021). Food Security and the Dynamics of Wheat and Maize Value Chains in Africa and Asia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.617009>
- Moreira, L. J., Machado, F. O., Pastina, M. M., Noda, R. W., Netto Parentoni, S., Oliveira Guimarães, P. E., Dos Santos Trindade, R., y Zambrano, J. L. (2022). Hitos tecnológicos que cambiaron el rol de Brasil en la producción de maíz: 30 años de crecimiento para convertirse en importante actor del escenario mundial, una revisión. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 14(1). <https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2605>
- Muntean, L., Ona, A., Berindean, I., Racz, I. y Muntean, S. (2022). Maize Breeding: From Domestication to Genomic Tools. *Agronomy*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/agronomy12102365>
- Peiretti, R. y Dumanski, J. (2014). The transformation of agriculture in Argentina through soil conservation. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(1), 14–20. [https://doi.org/10.1016/S2095-6339\(15\)30010-1](https://doi.org/10.1016/S2095-6339(15)30010-1)
- Rodríguez, J. M., Welsh, C. M., Romo, M. L. y Travieso, A. C. (Coords.) (2018). *Riesgo de desastres en México: Eventos hidrometeorológicos y climáticos*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. <http://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/5/2019/07/libroRiesgosenMexicoFinal2.pdf>
- Saavoss, M., Capehart, T., McBride, W. y Efland, A. (2021). Trends in Production Practices and Costs of the U.S. Corn Sector. <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=101721>
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [Sedatu]. (s.f.). *Programa Regional de Desarrollo del Sur-Sureste 2014*. https://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo_regional/docs/ProgRegDesarr_SurSureste2014_2018.pdf



- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2022). Agrícola Municipal/ Agrícola Estatal (NG), [Conjunto de datos]. *Siacon NG*. México. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- The Hunger Project México. (s.f.). Las mujeres totoperas del Istmo de Tehuantepec. <https://thp.org.mx/las-mujeres-totoperas-del-istmo-de-tehuantepec/>
- Tinoco, C. A. (2022). *Tecnología de producción de maíces nativos en la zona sur de veracruz circuscrita al Istmo de Tehuantepec*. México. Inifap.
- Turrent, A., Wise, T. A., & Garvey, E. (2012). Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México (Mexican Rural Development Research Report No. 24). Woodrow Wilson Center. <https://www.bu.edu/eci/files/2019/06/12-03TurrentMexMaizeSpan.pdf>
- World Economic Forum. (2018). Innovation with a Purpose: The role of technology innovation in accelerating food systems transformation. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Innovation_with_a_Purpose_VF-reduced.pdf

Frutales

Limón | Mango | Piña

Capítulo 2





Limón | Infografía¹

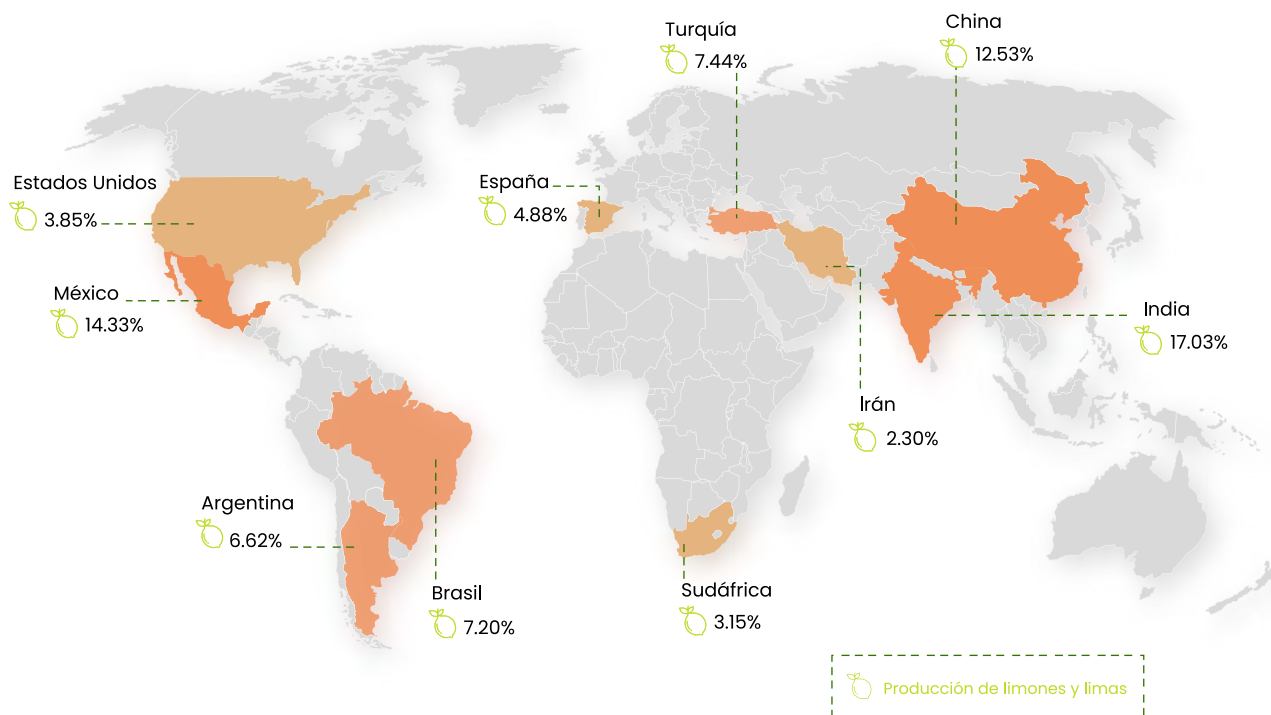
En el mundo se producen aproximadamente 20 828 739 toneladas (t) de limones y limas. En cuanto a países, la **India** es el **principal productor** (3 548 000 t).

México ocupa el segundo lugar con 2 983 802.19 t producidas.

Panorama internacional

Total mundial (2021)

🍋 20 828 739 t



Fuente: elaboración propia con datos de FAO (2021).



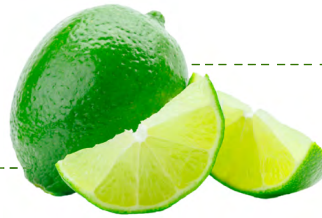
¹ En este apartado se presentan, de manera sintética, los datos relevantes de la cadena productiva.



Derivados de la industria para el limón

El limón es un fruto pequeño y redondo que se utiliza en **fresco** en la preparación de alimentos; en la industria se emplea para elaborar jugos y bebidas, aceites, esencias, jaleas, pectina, dulces, salsas, ácido cítrico y fermentos.

La **cáscara** se aprovecha como alimento de ganado.



Fruto	Alimentos y bebidas	Subproductos	Otros
<ul style="list-style-type: none"> Consumo en fresco 	<ul style="list-style-type: none"> Concentrado Repostería Saborizantes Fermentos 	<ul style="list-style-type: none"> Cáscara para alimento de ganado 	<ul style="list-style-type: none"> Aceites esenciales Ácido cítrico Pectina

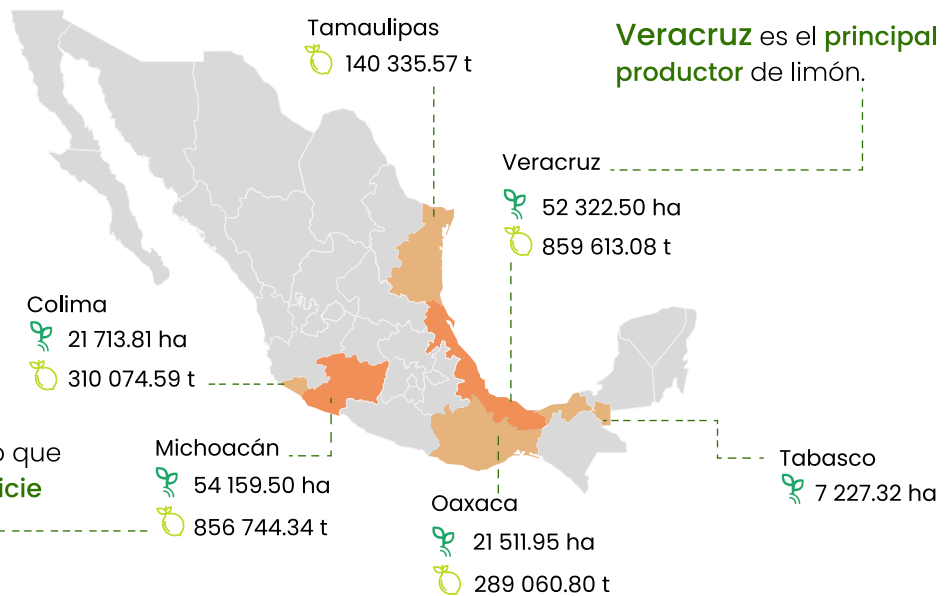
Fuente: adaptado de González, Rojo, Ramírez, Omaña, Matus y Rebollar (2009).

Panorama nacional

Los estados que destacan con mayor producción de limón son:

Total nacional (2022)

- 218 836.85 ha
- 200 877.86 t



Veracruz es el principal productor de limón.

Michoacán es el estado que cuenta con **mayor superficie cosechada** de limón.

Oaxaca ocupa el cuarto lugar en cuanto a superficie cosechada y producción.

Superficie cosechada de limón
Producción de limón

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022).



Principales plagas y enfermedades



Entre las enfermedades que afectan la producción del cultivo de limón figuran: **gomosis, antracnosis, nematodos, ahogamiento, albinismo, alga de los cítricos, muerte de las ramas, fumagina, melanosis, roña, psorosis, exocortis, tristeza, rompimiento estilar, manchado sectorial del fruto y oleocelosis.**







Las principales plagas presentes en el cultivo son: **arador, araña roja, escama de nieve, trips, hormigas, pulgones, gusano minador de la hoja, Huanglongbing (HLB) y ácaro blanco.**



Panorama en el Istmo

Cifras de limón persa para Veracruz, Oaxaca y región Istmo (2022)

	 Superficie sembrada (ha)	 Superficie cosechada (ha)	 Producción (t)	 Rendimiento obtenido (t/ha)
Veracruz	1 403.20	1 244.90	11 315.35	9.09
Oaxaca	2 965.55	2 955.75	36 870.63	12.47
Istmo	4 368.75	4 200.65	48 185.98	11.47

Nota

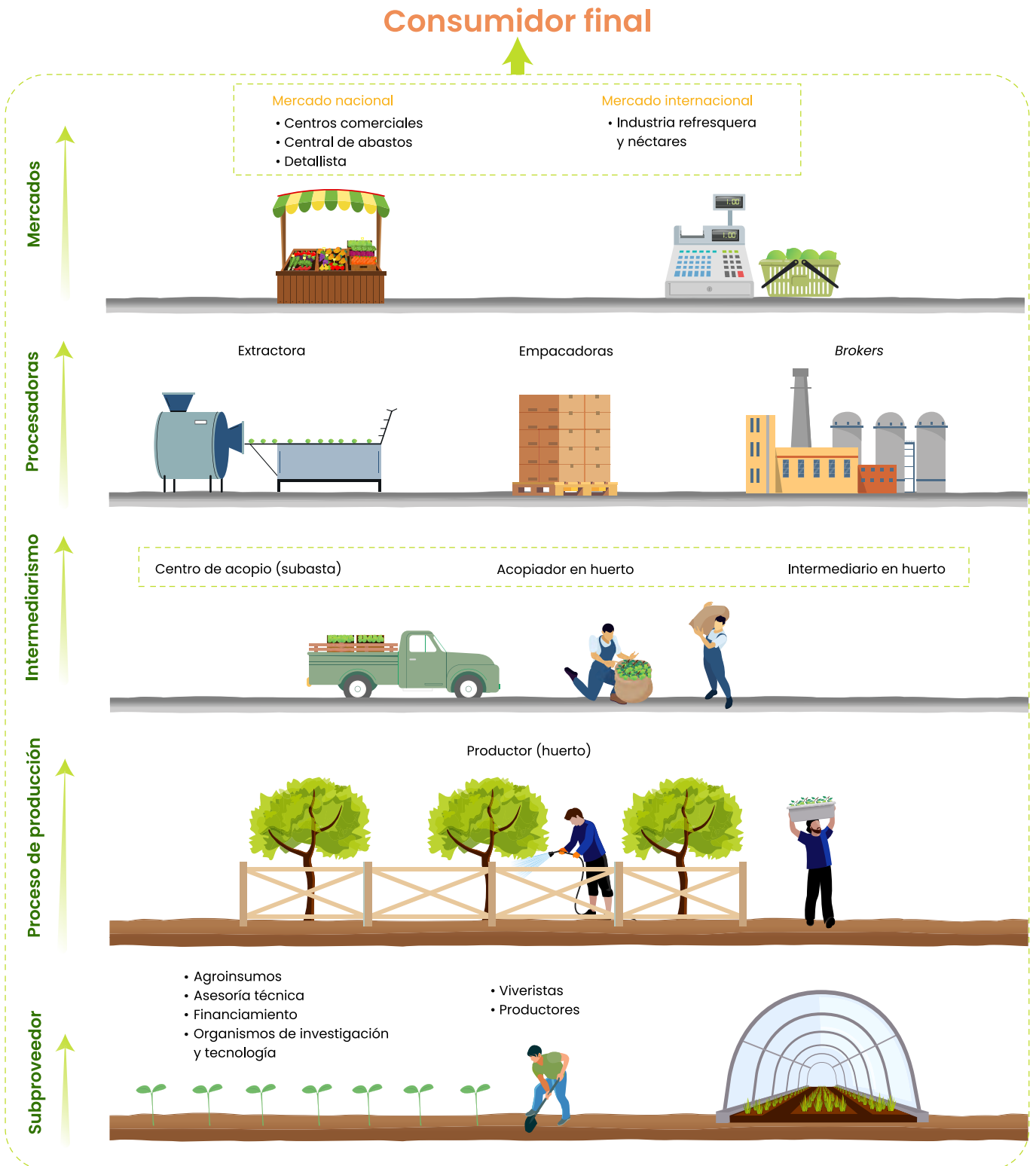
Para el estado de Oaxaca se consideraron los datos de la división política de la región Istmo. Para el estado de Veracruz se consideraron los municipios que participan en el "Programa Istmo".

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022).



Cadena de valor

La cadena de valor del limón comprende: subproveedor, instituciones y organismos que brindan asesoría técnica a los productores; el proceso de producción, productores que realizan actividades de mantenimiento del huerto, corte y manipulación del fruto; el intermediarismo, las procesadoras, para el empaque del fruto fresco; los mercados como los centros comerciales, central de abasto, detallista, industria refresquera y el mercado internacional.



Fuente: adaptado de Fernández, Aguilar, Martínez, Ruvalcaba, Correa y Martínez (2015).



Principales oportunidades técnicas, ambientales y sociales



Normatividad

Implementación de programas de capacitación para el conocimiento de la normatividad fitosanitaria a los productores



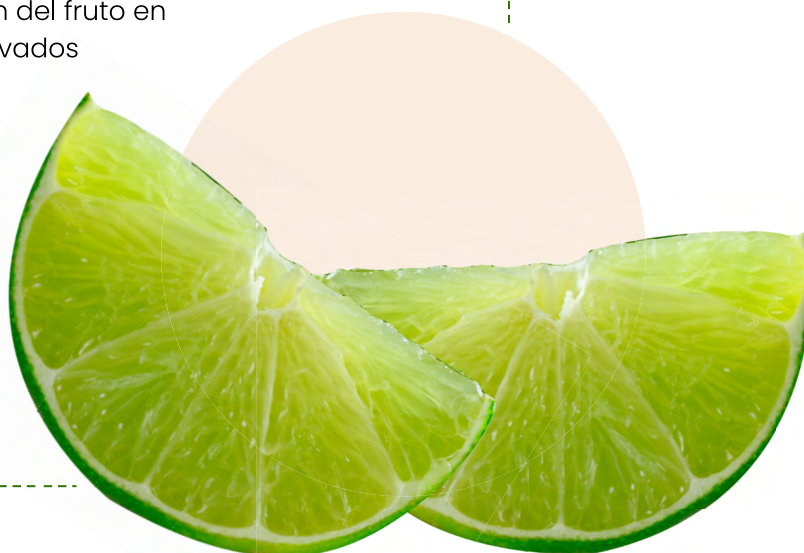
Fertilizantes

Contribución al buen uso de fertilizantes



Tecnológico

Desarrollo de infraestructura para la transformación del fruto en productos derivados



Capacidad técnica

Implementación de asesorías técnicas a los productores para el manejo integral del cultivo



Plagas

Implementación de medidas para combatir las principales plagas que afectan el cultivo



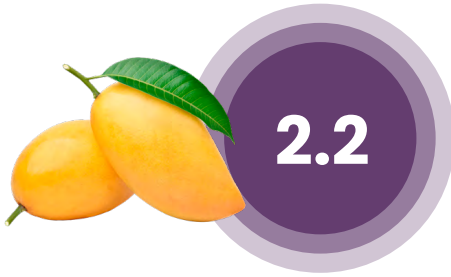
Comercialización

Contribución a la mejora en los canales de distribución



Condiciones de trabajo

Mejoras en la gestión de empleos



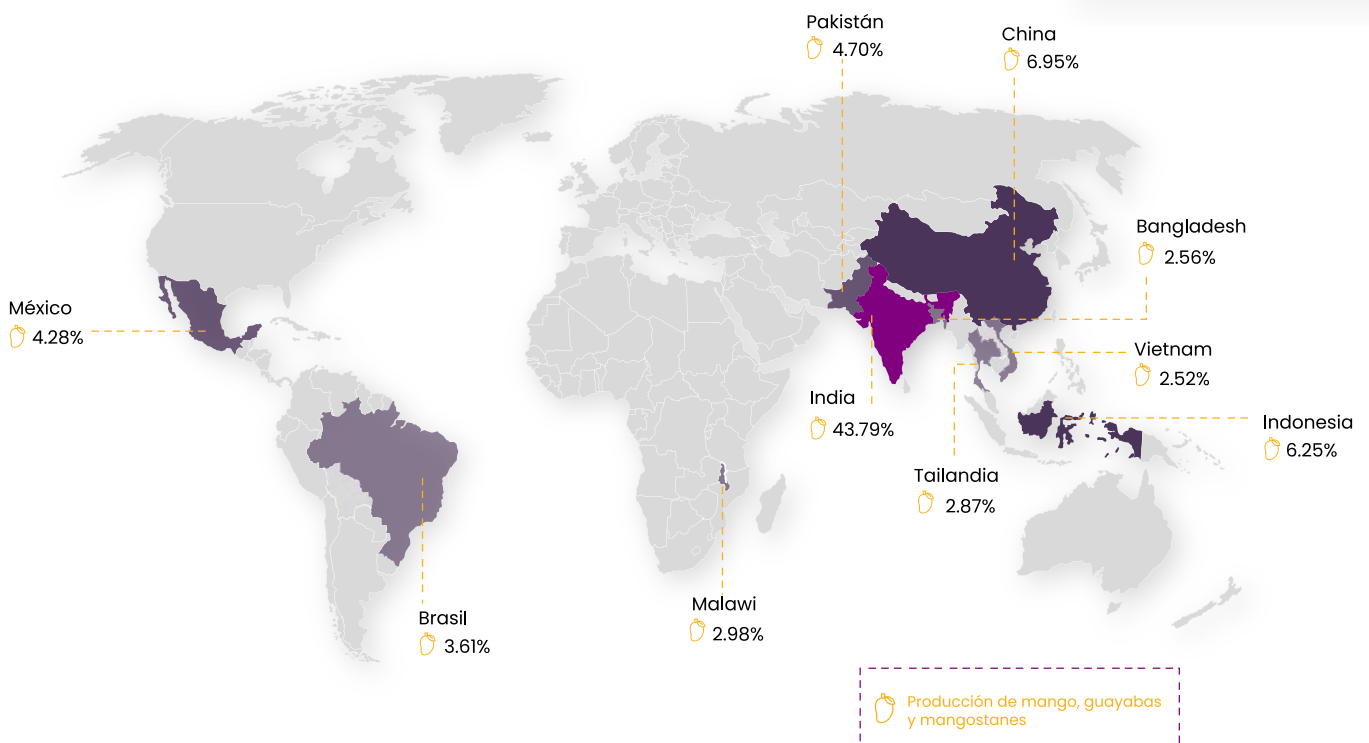
Mango | Infografía¹

En el mundo se producen aproximadamente 57 011 282 toneladas (t) de mango, guayabas y mangostanes.

Panorama internacional

Total mundial (2021)

🍌 57 011 282 t



India es el principal productor de mango en el mundo con 24 968 000 t. **México** se encuentra en el quinto lugar con 2 441 496 t producidas.



Fuente: elaboración propia con datos de FAO (2021).

¹ En este apartado se presentan, de manera sintética, los datos relevantes de la cadena productiva.



Derivados de la industria para el mango

El mango es consumido en **fresco** y en **productos industrializados**.

En la industria, del fruto se obtienen: jugos y néctares, mango en almíbar, mermeladas, jaleas, salsas, mango deshidratado, pulpa, dulces y mango congelado.





 <p>Jugos y néctares</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mezclas 	 <p>Mango congelado</p>
 <p>Conservas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mango en almíbar • Mermelada • Jalea • Salsa 	 <p>Botanas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deshidratado • Pulpa • Dulces

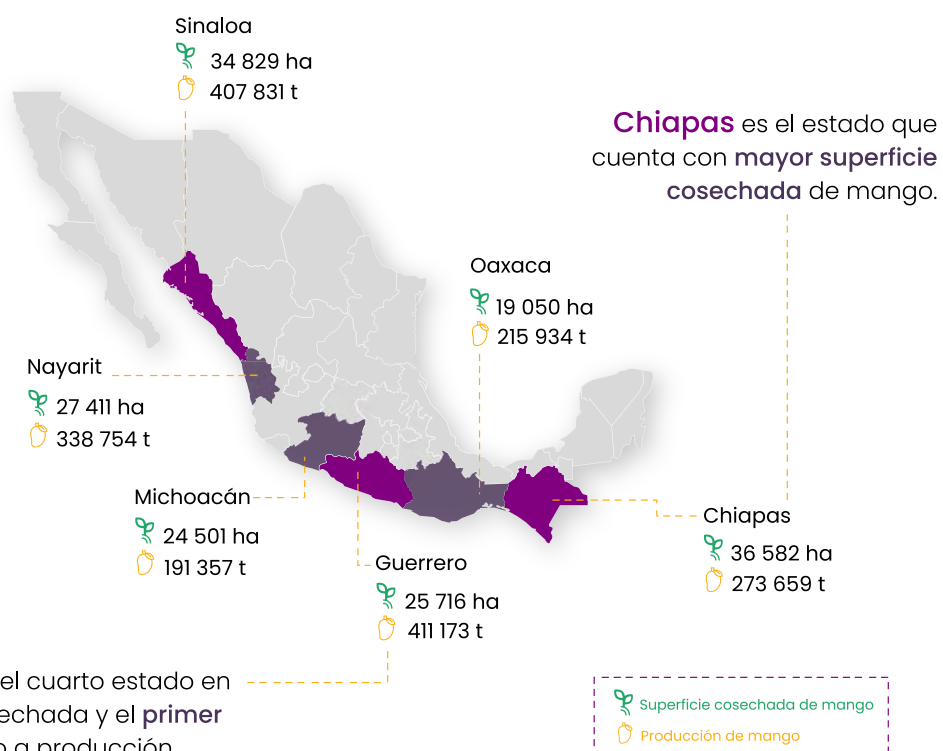
Fuente: adaptado de Padilla, Campos, Larios y Villanueva (s.f.).

Panorama nacional

En el país, los estados que destacan con mayor producción de mango son:

Total nacional (2022)

 200 549 ha
 2 176 046 t



Guerrero es el cuarto estado en superficie cosechada y el **primer** lugar respecto a producción.

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022).



Principales plagas y enfermedades



La **mosca de la fruta** es la principal plaga del cultivo que merma la producción y frena la exportación del fruto. Existen diferentes métodos para controlar esta plaga, tales como usar trampas hechas con botellas de plástico o emplear un cebo selectivo, el cual se aplica salpicando al follaje de los árboles del cultivo.







Entre las enfermedades que afectan la producción del cultivo figuran: **antracnosis, cenicilla, la escoba de bruja y muerte descendente**. Bajo ciertas condiciones climatológicas, tales enfermedades pueden destruir la totalidad del cultivo. Para combatirlas se recomienda la **aplicación de fungicidas e insecticidas** al inicio del brote y mientras dure la enfermedad.



Panorama en el Istmo

Cifras de Veracruz, Oaxaca y región Istmo (2022)

	 Superficie sembrada (ha)	 Superficie cosechada (ha)	 Producción (t)	 Rendimiento obtenido (t/ha)
Veracruz	1 222.90	1 222.90	5 148.55	4.21
Oaxaca	16 340.05	16 164.30	188 792.77	11.68
Istmo	17 562.95	17 387.20	193 941.32	11.15

Nota

Para el estado de Veracruz se consideraron los municipios que participan en el "Programa Istmo".
Para el estado de Oaxaca se consideraron los datos de la división política de la región Istmo.

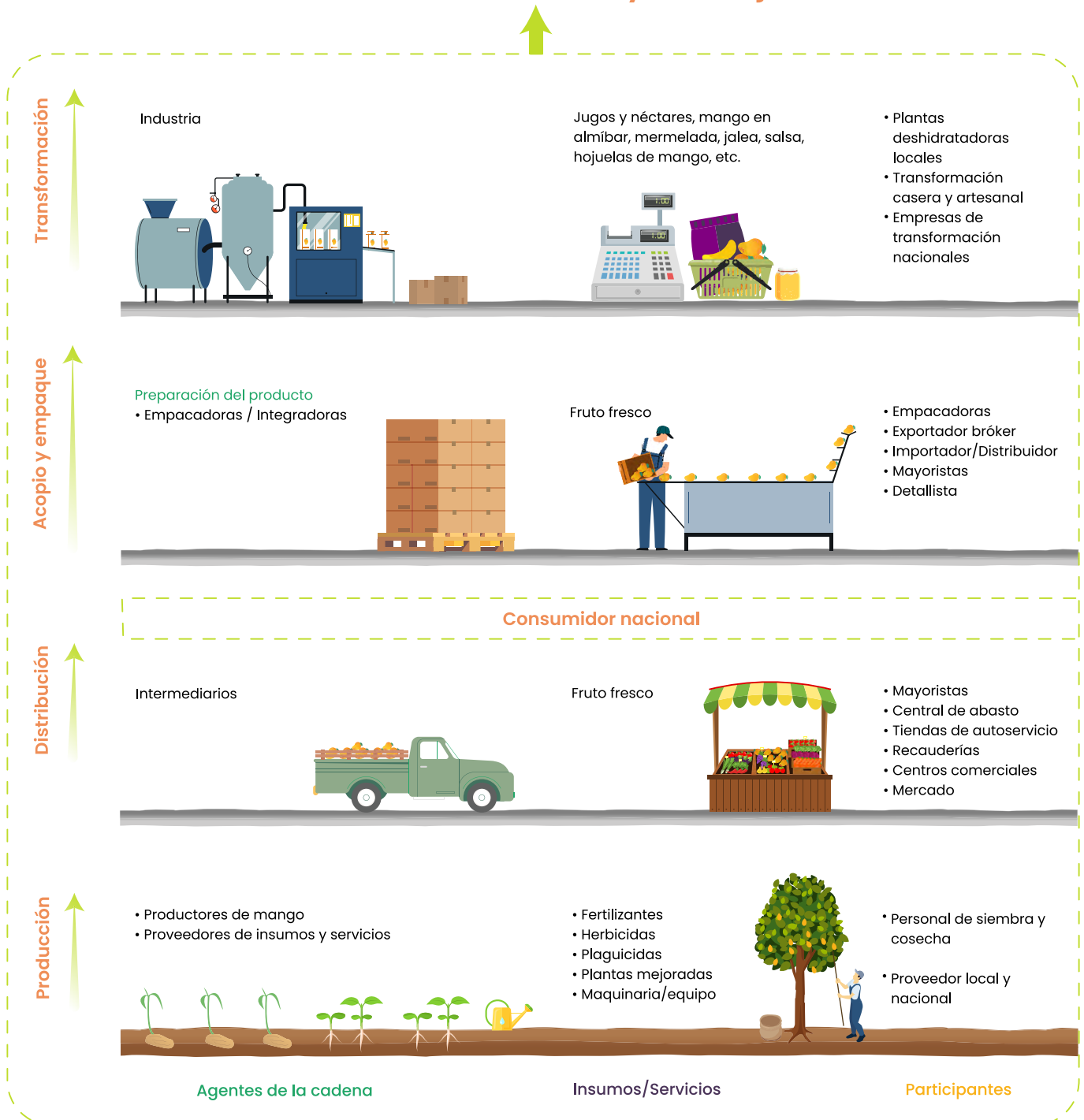
Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022).



Cadena de valor

En la cadena productiva de mango participan los siguientes agentes: proveedores de insumos y servicios, actores que proveen de maquinaria y agroquímicos a los productores; intermediarios, personas físicas que compran la producción del huerto; empacadoras e integradoras, actores que acondicionan el fruto fresco para su envío a mercados de exportación, y la industria, para la transformación de la fruta en productos derivados como jugo, néctar, mermelada, etc.

Consumidor nacional y extranjero



Fuente: adaptado de Astudillo, Maldonado, Segura y Pallac (2020).



Principales oportunidades técnicas, ambientales y sociales



Normatividad

Mejoras en la gestión de normas y estándares de calidad de la fruta



Fertilizantes

Contribución al mejor uso de fertilizantes



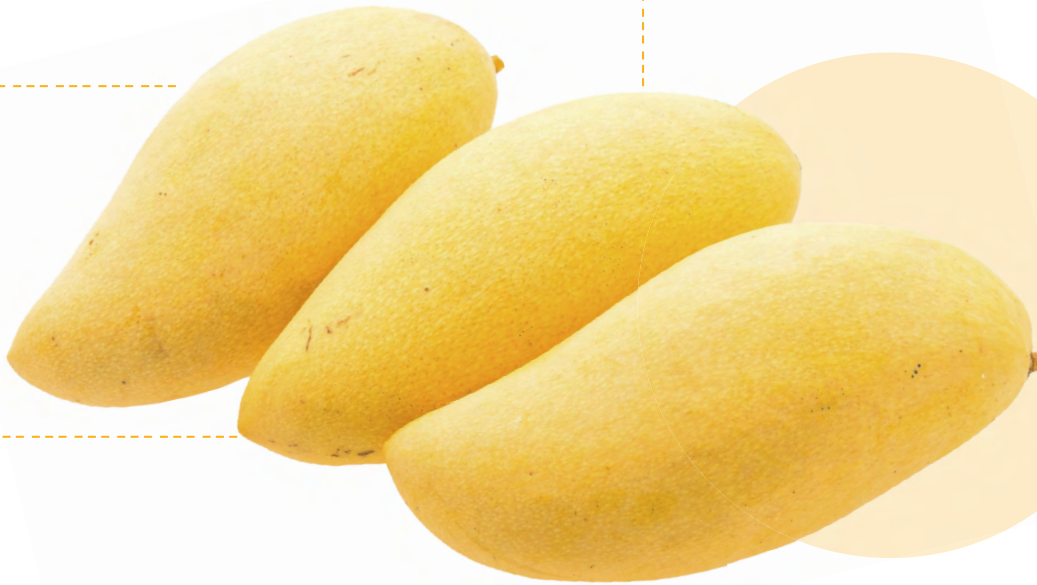
Tecnológico

Desarrollo de tecnologías de cadenas de frío y empaque para mejorar la vida de anaquel y calidad del producto procesado



Plagas

Implementación de medidas para combatir las plagas que afectan al cultivo



Capacidad técnica

Desarrollo de capacitación técnica a los productores para la promoción y aprovechamiento del mango



Condiciones ambientales

Implementación de estrategias de adaptación y resistencia del cultivo ante el cambio climático



Comercialización

Contribución a la organización de los productores para mejorar los canales de distribución



Condiciones de trabajo

Mejoras en la gestión de empleos



2.3



Piña | Infografía¹

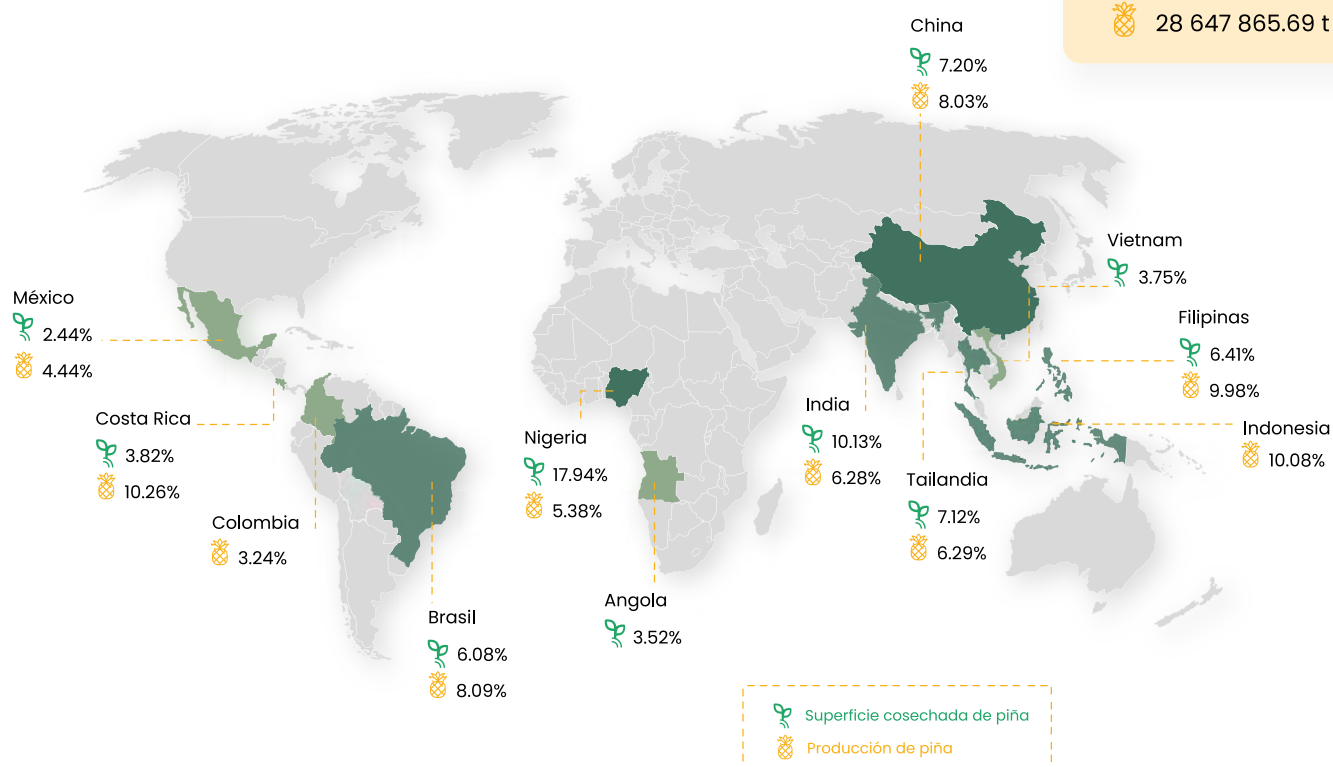
En el mundo se cultivan, aproximadamente, un millón de hectáreas (ha) de piña, con una cosecha estimada de 28 millones de toneladas (t).

El cultivo de la piña requiere de suelos con buen drenaje que permita la penetración del agua y con un pH de 5 a 6; la siembra no es recomendable en suelos arcillosos, cuya estructura no tiene condiciones favorables y se caracteriza por un drenaje poco adecuado.

Panorama internacional

Total mundial (2021)

 1 046 712 ha
 28 647 865.69 t



Dos países tienen superficies de piña superior a 100 000 ha, siendo **Nigeria** el que más sobresale (187 829 ha), seguido por **India** (106 000 ha). **México** se encuentra en el décimo lugar con, aproximadamente, 25 522 ha.




Costa Rica es el **mayor productor** de piña en el mundo con 2 938 334 t, seguido de **Indonesia** y **Filipinas**, con más de 2 millones de toneladas producidas. **México** se encuentra en el noveno lugar con 1 271 520.75 t.

Fuente: elaboración propia con datos de FAO (2021).

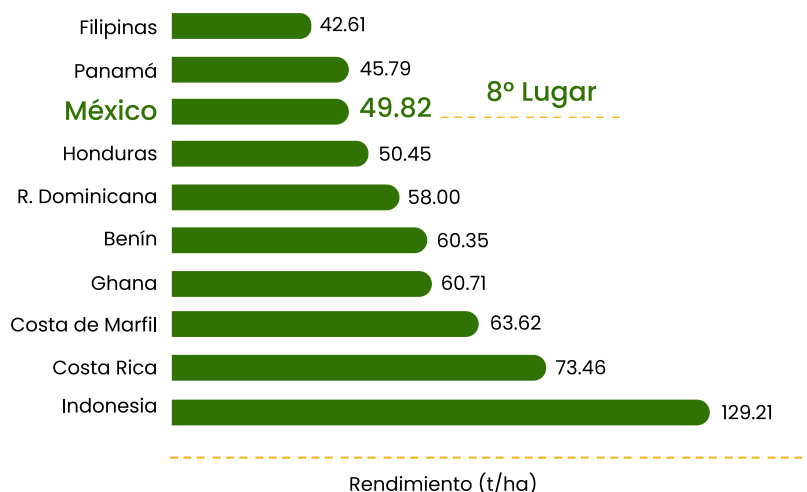
¹ En este apartado se presentan, de manera sintética, los datos relevantes de la cadena productiva.



Rendimiento de piña a nivel mundial

 Rendimiento de piña a nivel mundial (2021): 27.37 (t/ha)

Principales países productores de piña



Fuente: elaboración propia con datos de FAO (2021).

Indonesia y **Costa Rica** destacan como los países de **mayor rendimiento de cultivo**, le siguen Costa de Marfil, Ghana, Benín, República Dominicana y Honduras; cabe resaltar que estos últimos no tienen los valores más altos en producción y superficie cosechada. México se encuentra en la octava posición.



Derivados de la industria para la piña

La piña se utiliza para su **consumo fresco** o **procesado**. En la industria, del fruto se obtienen: trozos y rodajas para su envasado o deshidratado; pulpa y néctar para jugos; jaleas y mermeladas para repostería, y vinagre.



La **cáscara** y **corona** representan el **50% del peso de la fruta**, el cual es empleado para subproductos a base de residuos como composta y celulosa.

 Fruto	 Pulpa	 Repostería	 Subproductos a base de residuos	 Otros
<ul style="list-style-type: none"> • Trozos/rodajas para su envasado • Trozos/rodajas deshidratadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Pulpa aséptica • Jugos: fresco, concentrado y/o congelado • Néctar 	<ul style="list-style-type: none"> • Jaleas • Mermeladas • Bocadoillos y rellenos 	<ul style="list-style-type: none"> • Celulosa • Composta • Bromelina 	<ul style="list-style-type: none"> • Vinagre



Fuente: elaboración propia.

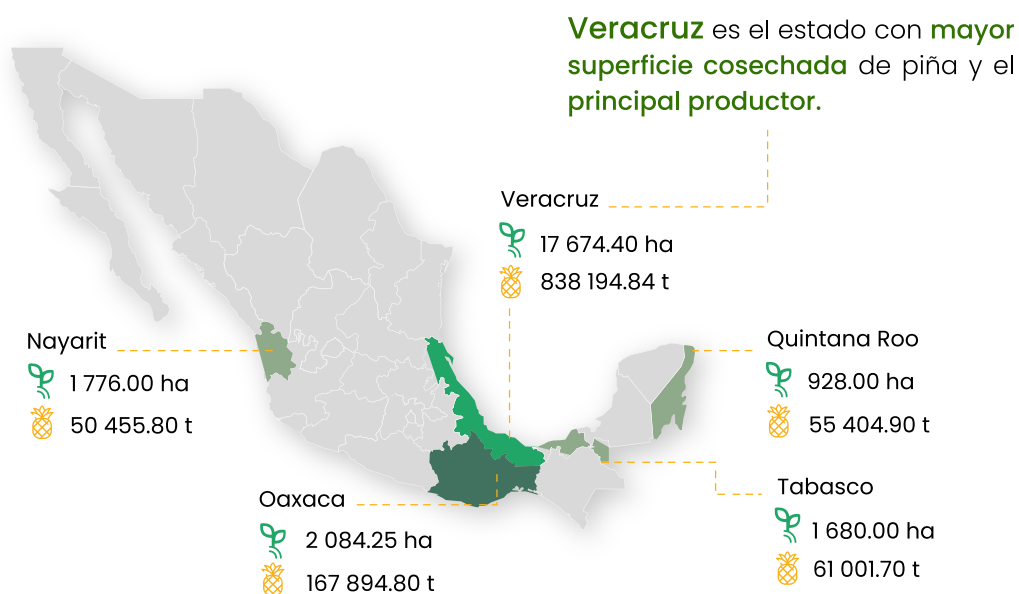


Panorama nacional

En el país, la producción de piña ha mostrado una marcada concentración territorial; las entidades con mayor producción son:

Total nacional (2022)

 25 621.49 ha
 1 251 094.44 t



La región del bajo **Papaloapan** (ubicado entre el centro-sur del estado de Veracruz y norte de Oaxaca) sobresale por ser aquella donde se encuentran los **principales municipios piñeros** del país.

 Superficie cosechada de la piña
 Producción de la piña

Principales plagas y enfermedades



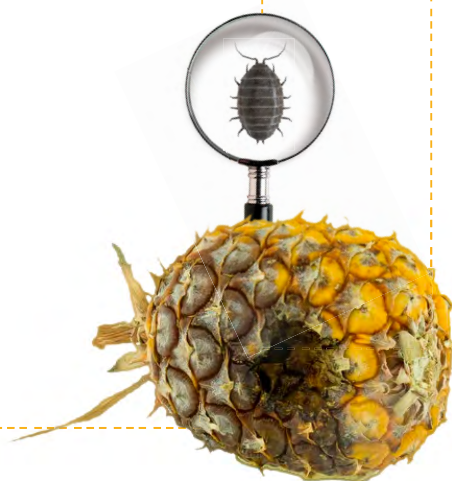
Las principales plagas que afectan el cultivo son: **piojo harinoso, picudos, ácaros, cochinilla, hormigas, sínfilidos y nemátodos**.



Las enfermedades que dañan este cultivo son: **podredumbre del cogollo y raíz, podredumbre negra del tallo, fusarium o muerte descendente, bacteriosis del cogollo y follaje, virus de la marchitez, podredumbre blanda del fruto, ojo de gringa, podredumbre acuosa del fruto y bacteriosis**. La medida de control de estas enfermedades consiste en la adecuada gestión de la humedad ambiental y del suelo. Una excesiva humedad del suelo propicia la aparición de las enfermedades.



Entre los agroquímicos empleados para combatir estas plagas se encuentran: el **Oxamil, Permetrina, Diazinon y Clorpirifos etil**, cuya dosis debe ser empleada de forma adecuada para no dañar el cultivo.







Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022).



Panorama en el Istmo

Cifras de Veracruz, Oaxaca y región Istmo (2022)

	 Superficie sembrada (ha)	 Superficie cosechada (ha)	 Producción (t)	 Rendimiento obtenido (t/ha)
Veracruz	25 646.40	11 622.90	559 455.43	48.13
Oaxaca	10.95	4.75	112.34	23.65
Istmo	25 657.35	11 627.65	559 567.77	48.12

Nota

Para el estado de Veracruz se consideraron los municipios que participan en el "Programa Istmo".

Para el estado de Oaxaca se consideraron los datos de la división política de la región Istmo.

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022).

Principales oportunidades técnicas, ambientales y sociales



Estacionalidad

Implementación de medidas ante la caída significativa de los precios en épocas de sobreproducción



Siembra

Variedades demandadas por el mercado con adaptación a las condiciones ambientales (clima y suelo) de la región



Planeación de cosecha

Mejoras en la producción y en la comercialización para evitar pérdidas por el aumento desproporcionado de la superficie del cultivo



Fertilizantes, plaguicidas y herbicidas

Contribución al manejo fitosanitario integrado y nutricional en función del diagnóstico de requerimientos de suelos



Comercialización

Mejoras en la gestión de los agentes que intervienen en la cadena de mercadeo, garantizando la inocuidad del producto



Suelos

Desarrollo de cultivos de cobertura desde la pre-siembra y su conservación con técnicas anti-erosión



Ambiental

Disposición o reciclaje de plásticos agrícolas como las mallas sombra y los acolchados, para reducir los impactos ambientales negativos en la producción de piña



Condiciones de trabajo

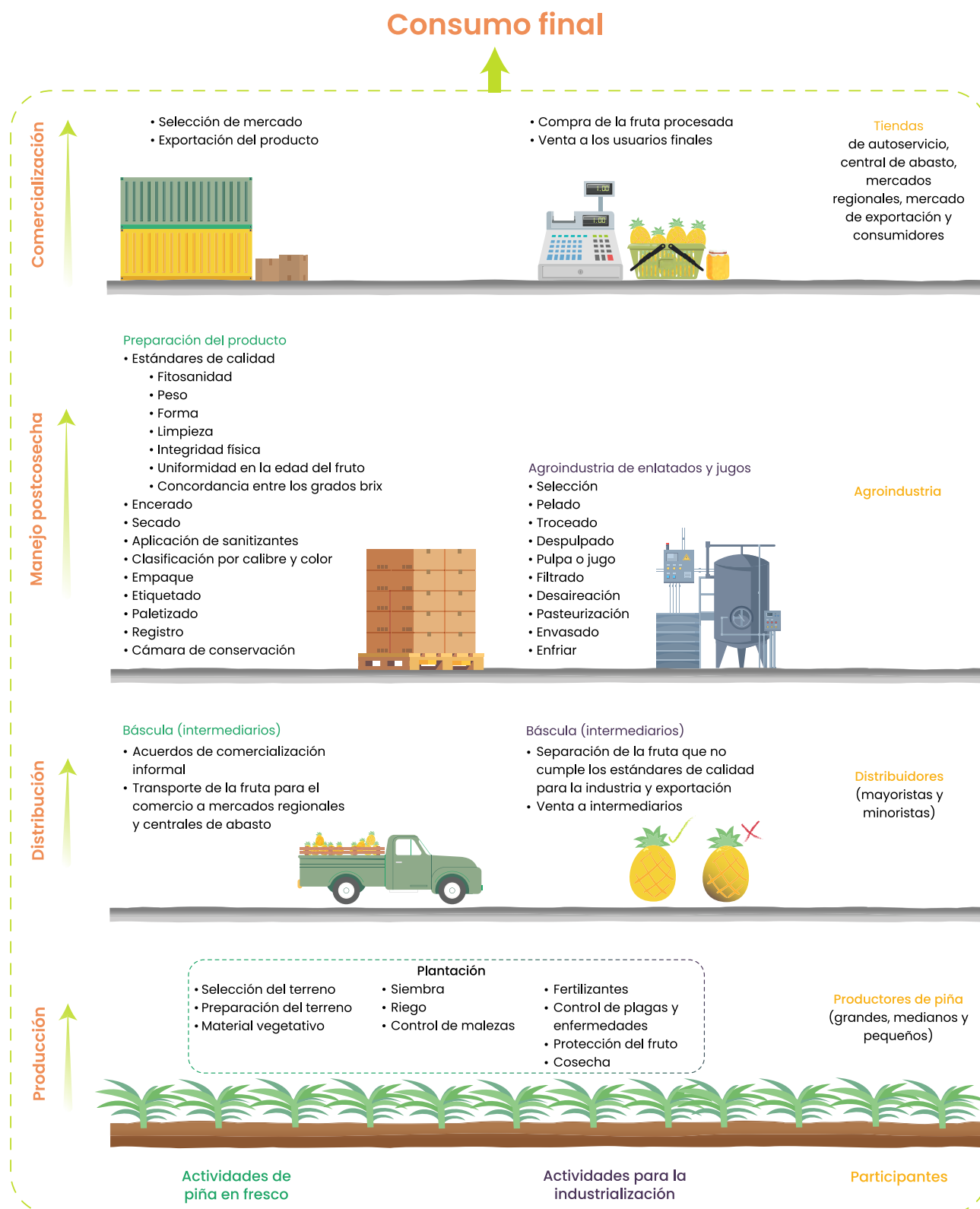
Mejoras en la gestión de empleos para la disminución de esfuerzos y riesgos en el trabajo de campo





Cadena de valor

La cadena de valor de la piña comprende: producción, preparación del terreno para la siembra y cuidados de la planta y fruto; distribución, traslado de la fruta para su comercialización; manejo de la cosecha, transformación de la fruta en productos derivados como jugo, néctar, mermelada, etc.; y comercialización, venta al consumidor final.



Fuente: adaptado de Uriza, Torres, Aguilar, Santoyo, Zetina y Rebolledo (2018) y Torres (2016).

2.4

Hitos tecnológicos en la producción de frutales en el mundo

En los últimos años se han producido avances notables en la producción y gestión de los cultivos de mango, piña y limón, con el fin de incrementar la eficiencia, reducir el impacto ambiental y responder al crecimiento de la demanda de estos productos. Algunas de las innovaciones más destacadas de tales cultivos en el contexto global son:

- La incorporación de nuevas variedades más resistentes a las enfermedades y adaptables a climas regionales.
- La generación de bases de datos para la documentación de la información genómica y nuevas variedades.
- La micropropagación *in vitro* para maximizar la multiplicación de plántulas libres de patógenos.
- Los sistemas de cosecha de fruta automatizados y el desarrollo de productos derivados como el aceite de semilla de mango.
- La producción de energía a partir de la biomasa de piña.

Las innovaciones en los cultivos referidos han abierto nuevas oportunidades en la agroindustria. En el largo plazo, se debe mantener el enfoque en prácticas agrícolas sostenibles, como la técnica de cultivos intercalados, la generación de nuevas variedades resilientes al cambio climático, y la preservación de los recursos naturales para garantizar la viabilidad de los cultivos.



Cuadro 2.1. Principales innovaciones tecnológicas para la cadena de valor de la piña

Innovación	Descripción	Ejemplos
Mejora genética	La mejora genética consiste en obtener variedades más adecuadas a las condiciones regionales y con frutos de mejor calidad de acuerdo con las preferencias de los mercados.	<ul style="list-style-type: none"> • La cepa híbrida de piña 73-50, desarrollada por el Instituto de Investigación de la Piña de Hawaii (Pineapple Research Institute of Hawaii), ha sido exitosamente introducida en Australia y ha llegado a ser una importante fuente de alimentos frescos en ese país. • Brasil introdujo pérولا, una variedad que se cultiva en las montañas de Colombia y Venezuela, y también insertó y comercializó con éxito el híbrido gomo-de-mel (piña pelada, Tainung) de Taiwán.
Base de datos del genoma de la piña	La base de datos genómica de la piña es una plataforma en línea destinada a almacenar e integrar datos genómicos, transcriptómicos, de anotación de funciones y de marcadores genéticos para <i>A. comosus</i> .	En China, el equipo liderado por Ming, de la Universidad de Agricultura y Silvicultura de Fujian, dio a conocer información sobre el genoma de la piña; el equipo creó una base de datos sobre genómica de la piña, en la cual se enumeran marcadores a nivel del genoma.
Extracción de Bromelina	La bromelina se obtiene del tallo y la fruta de la piña, es un complejo enzimático digestivo que contiene azufre. Se utiliza como ablandador para carnes y clarificador en la elaboración de cervezas artesanales. La concentración más alta de bromelina se encuentra en la cáscara de la piña, que proporciona entre 29 y 40%, seguido del cuerpo de la piña (9-10 %), la corona (2-5%) y el tallo (2-4%).	En el Centro de Bioplasmas, de la Universidad de Ciego de Ávila, y en el Centro de Estudios de Proteínas de la Facultad de Biología, de la Universidad de La Habana, se llevó a cabo un estudio para desarrollar un nuevo método de obtención de extracto crudo de bromelina a partir de los restos de cosecha de piña.
Producción de energía a partir de la biomasa	La producción de biocombustibles a partir de la energía orgánica es una alternativa para reducir el uso de combustibles fósiles y permitir el autoabastecimiento de energía mediante la generación propia para procesos de industrialización, como lo es el secado, entre otros.	Investigadores de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, de la Universidad de Costa Rica, descubrieron que el jugo de rastrojo de la piña tiene un alto potencial para generar electricidad y calor mediante un proceso de biodigestión anaeróbica.
Producción del hongo Ostra	La producción del hongo ostra (<i>Pleurotus ostreatus</i>) a partir de la corona de la piña.	En Costa Rica se tiene el proyecto denominado HOPE, por las iniciales de "Hongo Ostra Para la Exportación". Este proyecto consiste en la producción de hongos ostras como fuente de nutrientes en la alimentación humana.

Continúa



Innovación	Descripción	Ejemplos
Micropropagación <i>in vitro</i>	La micropropagación de la piña es una tecnología de producción <i>in vitro</i> de plántulas de piña, que utiliza la técnica de biorreactores de inmersión temporal (BITS) para maximizar la multiplicación de plántulas.	La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural ha establecido un laboratorio de biotecnología vegetal en Tomatlán, Jalisco, para promover y acelerar el crecimiento de plantas de piña. Esto se realiza con un medio de cultivo artificial que genera y estimula el crecimiento de las plantas de piña para obtener una gran cantidad de hijuelos en un tiempo más reducido. Tales plántulas serán genéticamente idénticas a las obtenidas mediante los métodos tradicionales.
Análisis de vigor del cultivo mediante imágenes multiespectrales	El uso de imágenes multiespectrales para predecir el estado nutritivo y riesgo de floración natural del cultivo de la piña.	<p>En tres fincas ubicadas en San Carlos, dos en Puerto Viejo y una en Venecia, Costa Rica, se evaluó el uso de imágenes multiespectrales para predecir el estado nutritivo y el riesgo de floración natural del cultivo de la piña.</p> <p>Se compararon los resultados de las imágenes capturadas mediante un dron equipado con una cámara multiespectral con los resultados obtenidos mediante un muestreo foliar tomado en paralelo con el vuelo del dron.</p> <p>Las discrepancias entre los resultados indican que la implementación de tecnología de agricultura de precisión es compleja y está sujeta a errores humanos de calibración, por lo que su uso requiere conocimientos y entrenamientos especializados.</p>
Ambiente Protegido	El ambiente protegido consiste en la mejora del suelo en presiembra, la preservación del agua mediante el empleo del acolchado plástico y la protección del cultivo y fruta con el uso de mallas sombra para contrarrestar la exposición excesiva a la radiación solar.	La tecnología denominada Producción Intensiva de Piña en Ambiente Protegido fue desarrollada por el Inifap. Actualmente esta tecnología es utilizada por los piñeros de los estados de Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Colima, entre otras entidades del Pacífico.

Fuente: elaboración propia con base en Espinales (2012), Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (2017), Delgado *et al.* (2019), Aguilar (2021), Li, Jin, Dai, Chen, Ma y Chen (2022), Amador (2021) y Santoyo *et al.* (2023).



Cuadro 2.2. Principales innovaciones tecnológicas para la cadena de valor del mango

Innovación	Descripción	Ejemplos
Agricultura de precisión	La agricultura de precisión consiste en la recopilación y análisis de datos relacionado con los cultivos, con el fin de visualizar información en tiempo real que facilite la toma de decisiones, lo que conduce a una mejor gestión del cultivo.	<ul style="list-style-type: none">• En el campus de Santa Marta de la Universidad Cooperativa de Colombia, la Facultad de Ingeniería ha desarrollado una plataforma de <i>software</i> que utiliza la tecnología de inteligencia artificial para optimizar el riego y la fertilización de los cultivos de mango.• En Brasil, el empleo de la agricultura de precisión para el monitoreo de plagas y enfermedades disminuyó el uso de agroquímicos en los cultivos.
Cultivos intercalados	Los cultivos intercalados consisten en la plantación de dos o más especies de plantas lo suficientemente cercanas con el propósito de fomentar interacciones beneficiosas y mejorar el sistema de cultivo.	En Mali, se plantan árboles de papaya junto a los árboles de mango. El Foro de Investigación Agrícola de África (FARA) identificó que la práctica de combinar el cultivo de mango con papaya representa una innovación productiva.
Trazabilidad	La trazabilidad se refiere al conjunto de procedimientos que permiten conocer la trayectoria del producto, desde la preparación del suelo y su cultivo, hasta que llega al consumidor final.	<ul style="list-style-type: none">• En asociación con la empresa International Business Machines Corporation (IBM) de Estados Unidos, la cadena minorista Walmart introdujo una estrategia de trazabilidad del mango utilizando la tecnología de <i>blockchain</i>.• Para garantizar la trazabilidad del mango, los productores deben contar con un mapa de ubicación de las parcelas, un registro detallado de las labores de campo, incluyendo la aplicación de insumos y la temporada de cosecha, una guía que documente el proceso de recolección y un plan que describa las actividades productivas. También el uso de registros de información en bases de datos puede facilitar la toma de decisiones e incluso podría servir para generar predicciones en el cultivo.
Aceites de semillas de mango	El aceite se extrae de las semillas del mango. Este aceite es utilizado como sustituto del aceite de cacao en la elaboración de chocolate.	En México, la industria de alimentos aprobó el uso del aceite de semillas de mango para elaborar productos de confitería, acorde con lo establecido por la NOM-186-SSA1/SCFI-2002. En el plano mundial, el aceite de semilla de mango es una de las principales grasas que puede reemplazar a la manteca de cacao en la producción de chocolate.

Continúa



Innovación	Descripción	Ejemplos
Control de plagas con agentes biológicos	Se refiere principalmente al uso de agentes biológicos para prevenir el desarrollo de enfermedades por patógenos en los frutos, con un enfoque sostenible. Actualmente estos dispositivos se componen de un sistema de liberación controlada, formulaciones atrayentes específicas de ciertas plagas y plaguicidas.	<p>Suterra (pertenece al grupo americano The Wonderful Company) ha desarrollado el dispositivo Magnet TM MED y ha llevado a cabo pruebas a campo principalmente en España, Italia, Europa y norte de África.</p> <p>Magnet TM MED es un dispositivo laminado con un mecanismo de enganche incorporado. Las capas externas están impregnadas con insecticida. En su interior, se dispone una formulación que libera de manera controlada los atrayentes específicos para la mosca de la fruta, los cuales se emiten mediante aberturas laterales en el dispositivo.</p>
Inteligencia artificial para el rendimiento de los cultivos y optimización del agua	Tecnología que emplea algoritmos agronómicos, sensores, inteligencia artificial y la nube para ayudar a los agricultores a aumentar el rendimiento de los cultivos y reducir el uso de agua.	<p>La empresa Suplant desarrolló una aplicación móvil, SupPlant DSS, para monitorear las necesidades de riego de las plantas en tiempo real y controlar el consumo de agua, mediante un algoritmo que genera recomendaciones de riego personalizados.</p> <p>SupPlant, Con esta tecnología los agricultores pueden ahorrar agua y otros recursos, lo que conlleva a una mejora de la productividad y el rendimiento de las plantaciones.</p>

Fuente: elaboración propia con base en IICA (2011), Gualdrón (2017), Ynga, Maicelo y Arce (2020), Martí (2011) e InfoAgro (2021).

Cuadro 2.3. Principales innovaciones tecnológicas para la cadena de valor del limón

Innovación	Descripción	Ejemplos
Mejoramiento genético	El mejoramiento genético en la actualidad se orienta a obtener variedades de cultivos que sean más productivas y resistentes a enfermedades.	<p>El Inifap ha desarrollado dos variedades de limón, conocidas como colimex y lise.</p> <ul style="list-style-type: none"> La variedad colimex se ha obtenido mediante selección clonal a partir de la variedad comercial "limón mexicano con espinas". Morfológicamente la planta mantiene las mismas características que la variedad original, pero se caracteriza por una producción más abundante y constante. La variedad lise es una variante genética natural de la variedad comercial; su principal característica es la ausencia de espinas en las ramas, lo que reduce la incidencia de daños mecánicos durante la cosecha.

Continúa



Innovación	Descripción	Ejemplos
Base de datos del genoma de los cítricos CGD	La base de datos del Centro de Genómica de Cítricos (CGD) es una plataforma financiada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) y la Fundación Nacional de Ciencias (NFS, por sus siglas en inglés) con el propósito de fomentar la investigación en cítricos.	El Centro de Genómica de Cítricos (CGD) almacena información relacionada con genómica, genética y la mejora de variedades de cítricos, así como datos sobre organismos vinculados al Huanglongbing (HLB), conocido como el dragón amarillo. Esta base, la cual es genérica de código abierto, fue desarrollada por el Laboratorio de la Universidad Estatal de Washington.
Polaina	La polaina es un cilindro de cartón que se le agrega a la plántula de limón y es removida transcurrido los dos años.	En los cultivos de limón de Argentina, a cada plántula se le agrega una polaina para evitar el ingreso de luz y así lograr que no ocurran brotes indeseados por debajo de las ramas principales con el objetivo de generar un despeje y mayor porte. Cuando las ramas crecen cercanas al suelo y tienen contacto con la hierba son más susceptibles a infestarse de plagas y enfermedades como la fumagina, causada por el crecimiento de hongos debido a la infestación de insectos que depositan sus excretas sobre los árboles de limón.
Micropropagación del limón	“La micropropagación consiste en regenerar plantas a partir de ápices de raíces o de tallos, primordios de hojas, primordios o partes inmaduras de flores, frutos inmaduros, órganos aislados, embriones maduros o inmaduros, segmentos de órganos de tallo o de hojas, ovarios, óvulos, anteras y polen, los cuales son cultivados en medios nutritivos adecuados y en forma aséptica (<i>in vitro</i>), permitiendo obtener una gran cantidad de plantas a partir de una sola” (Méndez <i>et al.</i> , 2020: 36).	Dentro de su programa de mejoramiento genético de limón mexicano, el Inifap aclimata y transfiere al ambiente natural <i>ex vitro</i> plantas regeneradas <i>in vitro</i> para multiplicar de forma rápida brotes de embriones germinados de limón mexicano.
Sistemas de cosecha de fruta automatizados	Los sistemas de cosecha de fruta automatizados se integran por dispositivos automáticos que utilizan imágenes capturadas por cámaras, las cuales son analizadas para comprender patrones que ayuden a la recolección de frutas.	El brazo robótico desarrollado por Kubota Ltda., en Osaka, Japón, utiliza un sensor de distancia para detectar frutas.
Aceite esencial del limón	El aceite esencial del limón se obtiene mediante un proceso de destilación en el que se separan los componentes esenciales de la cáscara de limón.	Argentina es el primer productor mundial de aceite esencial de limón y el primer exportador, seguido por EE.UU. e Italia. El aceite esencial de limón es utilizado como saborizante en la industria de bebidas sin alcohol, y como aromatizante en las industrias de cosméticos y perfumerías.

Fuente: elaboración propia con base en Universidad Estatal de Washington (s. f.), Muñoz *et al.* (2011), Landa (2014), Méndez *et al.* (2020) y Álvarez e Hincapié (2021).

2.5

Áreas estratégicas de la cadena productiva dentro de la región

Según se señala en la Estrategia para el desarrollo del sector agroalimentario y agroindustrial en el Istmo de Tehuantepec, la cadena productiva de los tres frutales mencionados es prioritaria por su alto potencial para la exportación (Gobierno de México, Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec y Programa Istmo, 2021):

- **Limón:** de los 2.5 millones de toneladas (t) que se producen en el país, la región contribuye con 143 800 t (5.7% de la producción nacional). El Istmo de Tehuantepec, en promedio anual en el periodo 2012–2018, ocupó la posición número cuatro, con 144 000 t.
- **Mango:** la región produce anualmente 135 500 t en promedio, y aporta 7.2% a la producción nacional de 1.8 millones de toneladas. Con tal nivel de producción, el Istmo de Tehuantepec se ha posicionado como el sexto mayor productor de mango a nivel nacional.
- **Piña:** el Istmo de Tehuantepec produce anualmente un promedio de 322 700 t, las cuales representan una aportación relativa de 32.3% respecto de la producción nacional de casi un millón de toneladas. En esta especie, la región lidera la producción nacional, seguida por las entidades de Veracruz y Oaxaca (sin considerar la producción de los municipios integrados a la región del Istmo de Tehuantepec).

De acuerdo con las deliberaciones de las mesas de consulta organizadas para la elaboración de esta agenda, es importante priorizar los temas para el desarrollo tecnológico e innovación orientados a productividad, prácticas sustentables, comercialización y aspectos regulatorios. En este sentido, se identificaron como áreas estratégicas para el cultivo de frutales (mango, piña y limón) el riego, el manejo de plagas y enfermedades, la asociatividad y la comercialización.



- **Riego.** En contraste con otros estados, Veracruz destaca por su abundante disponibilidad de recursos hídricos. Su precipitación anual es cerca del doble de la media nacional (Houbron, s. f.).

En el caso del territorio oaxaqueño, las fuentes valiosas de recursos hídricos son las presas Miguel Alemán (Temascal), Miguel de la Madrid Hurtado (Cerro de Oro), Presidente Benito Juárez y Yosocuta. También cuenta con ríos como el Novillero, que desciende de las montañas de los Chimalapas, y numerosos pequeños arroyos que son aprovechados para irrigar huertos agrícolas. Las prácticas de riego en la zona son por gravedad y es escaso el empleo de sistemas de riego por goteo o aspersión. A pesar de estas prácticas, el agua disponible para el riego, al igual que en muchas partes del país, es un recurso limitado y su uso debiera realizarse de manera adecuada (Inegi, 2004).

Por otra parte, en época de lluvias, diversos ríos llegan a desbordarse, situación que provoca no solo la inundación de los cultivos, sino también trae consigo limo para los terrenos que los bordean. Cabe señalar que las aguas de los ríos, además de tener un uso directo en las actividades productivas, recargan los mantos acuíferos. Recargar los mantos freáticos es importante porque en el Istmo de Tehuantepec existen numerosos pozos de noria que abastecen de agua tanto para uso doméstico como para el riego de parcelas, las cuales se han incrementado en los últimos años. Esto ocurre, por ejemplo, en los municipios de Chahuities y Tapanatepec, Oaxaca. Actualmente la irrigación de los huertos de mango se efectúa de manera artesanal con una frecuencia de riego acorde con la experiencia del productor.

En este contexto se suscita una oportunidad para establecer sistemas de riego tecnificados que consideren los recursos hídricos existentes y la infraestructura disponible. En el marco de las norias artesanales se pueden establecer depósitos de agua que abastezcan pertinentemente a una red de irrigación por goteo, la cual sea regulada por sensores inteligentes que

determinen el tiempo y la frecuencia de riego en cada árbol de frutales acorde con su estado fenológico.

- **Manejo de plagas y enfermedades.** Actualmente los plaguicidas sintéticos representan una herramienta eficaz para el control de plagas en los cultivos. No obstante, **los plaguicidas sintéticos son costosos, generan contaminación ambiental y provocan la muerte de organismos benéficos, intoxicaciones, daño a la salud y mecanismos de resistencias en las plagas (Zepeda, 2018).** De ahí la necesidad de generar opciones más sustentables que permitan el manejo integral de plagas y enfermedades en los cultivos de frutales.

En el marco de las mesas de diálogo para la elaboración de la *Agenda del ecosistema de innovación agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec*, se identificó que la mosca de la fruta es la plaga que ocasiona pérdidas directas en la producción del cultivo de mango. El dragón amarillo o Huanglongbing (HLB) es la principal enfermedad que afecta al limón persa, y los nematodos son la plaga más importante en piña. Para combatir estas plagas y enfermedades, los productores de los estados de Oaxaca y Veracruz emplean productos químicos.

En un estudio, realizado por Fuentes *et al.* (2010), se encontró que el malatión y malaoxón (plaguicidas organofosforados que presentan poder residual bajo, pero toxicidad elevada) son usados para combatir la mosca de la fruta en el cultivo de mango Ataulfo y Tommy Atkins producidos en Chahuities. También Bernardino, Vargas y Cuevas (2017) mencionan que los agricultores de Oaxaca emplean distintos insecticidas, fungicidas y herbicidas para combatir las plagas presentes en los cultivos, por lo que están expuestos a productos químicos con altos niveles de toxicidad, lo que podría estar causando problemas de salud. La aplicación de biofungicidas desarrollados en el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de



México (UNAM) puede contribuir a la solución del problema (en particular en mango ha dado muy buen resultado).

La aplicación de nuevas tecnologías puede ser muy benéfica para incrementar la eficiencia y eficacia en el uso de agroinsumos. Los sensores remotos e imágenes satelitales, así como el uso de drones, puede agregar precisión a la aplicación de tales insumos.

De acuerdo con Arias (2022), el levantamiento de cartografías con drones puede usarse para mejorar el manejo de suelos, diseñar el drenaje, su dirección, tamaños, profundidades, y aprovechar mejor las áreas de cultivo. Arias agrega que la aspersion con el uso de drones se ha utilizado con éxito en piña, en la aplicación de etileno, herbicida y otros agroquímicos; con ello se ha logrado un uso más eficiente y racional, y por tanto sustentable, de las áreas de cultivo.

Por tanto, un área de oportunidad en el Istmo es el establecimiento de alternativas sustentables para el manejo integral de plagas y enfermedades, que resulten en beneficios para los productores. Estos beneficios se visualizarán en la aceptación de la fruta en los mercados internacionales, en la disminución de daños a la salud de los productores y consumidores, en la preservación de los organismos benéficos y en un mejor cuidado del medio ambiente. Para ello, en primera instancia, se debe integrar una red que permita identificar a los principales actores que promueven el desarrollo y uso de sistemas muy eficientes de manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de frutales, así como de fertilizantes orgánicos, biofertilizantes, biopolímeros naturales y agro biológicos útiles para sistemas agrícolas más sostenibles y rentables.





- **Asociatividad.** Sanabria y Salgado (2023) mencionan que la asociación de los actores agrícolas genera beneficios como la disponibilidad de infraestructura, la implementación de tecnología, el acceso a insumos y financiamiento, capacitación y la gestión de información y comunicación. Se le considera una estrategia empresarial y social efectiva para mejorar las capacidades humanas, articular los mercados y establecer economías de escala para los agricultores pequeños y medianos, lo que conduce al aumento de la competitividad en el sector agropecuario.

Las prácticas de la asociatividad se destacan por establecer confianza, relación y cohesión entre los productores, así como la seguridad en el proceso de cooperación y el establecimiento de objetivos comunes.

Fernández, Narváez y Senior (2008) argumentan que la formación de un sistema local productivo integrado por pequeñas y medianas empresas favorece a los mercados locales. Además, el empleo de tecnologías permite la especialización de los actores en partes específicas del proceso productivo, lo que proporciona ventajas competitivas a las empresas locales tanto en los mercados nacionales como internacionales.

En el caso del Istmo, los pequeños productores afrontan dificultades para ingresar a mercados. También las mermas en la cosecha y la fragmentación de sus terrenos son factores que limitan el acceso a los servicios financieros. Por lo tanto, como menciona Melchor (2020), los pequeños agricultores se deben organizar para facilitar sus compras de insumos, reducir el intermediarismo, reforzar las actividades poscosecha, reducir las pérdidas y agregar valor a su producción, lo que contribuirá a la mejora económica de sus hogares.

Durante las mesas de diálogo de la elaboración de la Agenda del ecosistema de innovación agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec, se identificó la necesidad de fomentar la asociatividad entre productores y empresas empacadoras de los frutales (mango, piña y limón) en la región, para generar una mejor organización de productores, que les permita acceder a nuevos mercados y les facilite el acceso a insumos. Así también se mencionó lo siguiente:

- Organizar grupos de productores para realizar las actividades de la cadena productiva en conjunto.
- Concertar acuerdos entre los distintos actores de la cadena productiva para tener mecanismos de ganar-ganar, como compras consolidadas de insumos y ventas consolidadas de piña en mercados lucrativos.
- Promover mecanismo de comunicación y concertación que busquen la articulación de los diferentes eslabones para mejorar la competitividad.

- Trabajar en la generación de acuerdos que propicien la articulación de los diferentes eslabones para mejorar la competitividad.
- Crear un entorno propicio para la inversión en infraestructuras tecnológicas mediante la colaboración entre productores, empacadoras y distribuidores, como centros de acopio modernos, sistemas de monitoreo en tiempo real y plataformas digitales para la gestión eficiente de la cadena productiva de los frutales.
- Las dependencias de gobierno deben promover la agrupación de los pequeños productores en cooperativas y facilitar su capacitación para la aplicación de innovaciones tecnológicas en su cultivo. Impulsar la integración de la cadena productiva, observando cada eslabón para establecer acciones (asesoría técnica, acceso a tecnologías, financiamiento, vínculos con la industria, etc.) que permitan su articulación.

- **Comercialización.** Los canales de comercialización son otras áreas estratégicas para los productores del Istmo de Tehuantepec. El principal canal es el que se establece entre el productor y el intermediario, lo que conlleva a que la mayor parte de los beneficios se generen, no en la etapa de la producción, sino en los demás eslabones de la cadena (Astudillo *et al.* 2020).

Los intermediarios controlan la distribución, comercialización y la determinación de los precios. Por lo tanto, los productores requieren de una estrategia empresarial donde puedan aprovechar las oportunidades de mercado nacional e internacional (Astudillo *et al.*, 2020).

En el marco de las mesas de diálogo de la elaboración de la presente agenda de innovación, se identificó que:

- El mercado de los pequeños productores opera a través de las básculas (lugar donde los productores ofertan sus frutos y cuyos actores enlace son los intermediarios).
- El eslabón de la distribución es la principal área de mejora porque es donde se determina el precio y parte de la competitividad de los productores.

- Los productores organizados y los grandes productores no pasan por la intermediación, lo que les permite apropiarse de una mayor cantidad de valor agregado. En contraste, los productores pequeños y medianos requieren de intermediarios para colocar su producto en el mercado.
- El eslabón de los productores es el que presenta mayor desventaja en esta cadena productiva, pues son quienes se quedan con menos valor.

Esta situación reafirma la necesidad de generar sinergias entre productores y empresas para reducir la intermediación, lograr compras consolidadas y tener acceso a mejores precios en la venta de los frutos.



Aspectos de mercado relevantes

En el marco de las mesas de diálogo para la elaboración de la *agenda del ecosistema de innovación agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec*, se distinguió que el mercado nacional es el principal destino de la piña, mango y limón de los pequeños productores. Para cada frutal se identificaron problemáticas relacionadas con la exportación, los precios, la competitividad y la logística. Estas problemáticas se detallan a continuación.

Piña

La variedad de piña MD2 es la que más se comercializa en el mercado; además, sus precios son más altos que los de la variedad cayena. La preferencia del mercado hacia la piña MD2 se debe a que presenta un menor tamaño, lo que facilita su empaque; además de tener una larga vida de anaquel y poseer un sabor más consistente en comparación con la variedad cayena lisa (Torres, 2016). Sin embargo, la industria procesadora de rebanadas de piña en almíbar utiliza exclusivamente frutos de la variedad cayena lisa, por ser los únicos que guardan consistencia, sabor y la calidad que exige el mercado.

Con respecto a los precios, el Ing. Daniel Uriza Ávila indicó que:

(...) cualquier sobreoferta de piña, ya sea estacional, mensual o semanal, impacta negativamente los precios y altera el funcionamiento normal de los mercados. La sobreoferta de este fruto afecta principalmente a los productores más pequeños y con poca producción y fuerza de venta en los mercados (Comunicación personal-entrevista a expertos para la elaboración de la *Agenda del Ecosistema Agroalimentario del Istmo de Tehuantepec*, 28 de septiembre de 2023).

Como menciona Uriza (2014), la comercialización de la piña está estrechamente vinculada con la temporalidad de las cosechas. La escasez en la oferta de la piña ocurre en los meses de septiembre



y octubre, porque es entonces cuando la fruta alcanza las mayores cotizaciones en el mercado nacional de fruta fresca, lo cual deja en desabasto al mercado de exportación. En cambio, en los meses de noviembre, diciembre y enero, cuando existe un aumento del volumen de la cosecha, los precios bajan. Sin embargo, los precios siguen siendo atractivos y convenientes para los productores y exportadores de piña. La época de precios inestables ocurre en el periodo de febrero a agosto, cuando los frutos son producto de las floraciones naturales, y los volúmenes y fechas de cosecha son poco predecibles.

Mango

De acuerdo con la FAO (2023), los datos de comercialización disponibles indican que las exportaciones mundiales de mango mexicano aumentaron 20% en 2022. De lo exportado, alrededor del 80% de los mangos mexicanos se destinaron a los Estados Unidos de América, y alrededor del 8% a Canadá. Los mangos mexicanos son objeto de una creciente demanda de los consumidores en los Estados Unidos de América debido a sus características de sabor y textura.

Por otra parte, se destacó la falta de inversión en los medios de transporte para la gestión logística del mango, tanto para trasladar la fruta desde los huertos a las empacadoras, como para llevarla de las empacadoras hasta los mercados nacionales e internacionales. Además, se debe avanzar hacia una cultura de planificación logística del cultivo, en donde cada productor realice las proyecciones de la cantidad producida, así como tener conocimiento de la cantidad de fruta que demanda el mercado y los porcentajes que destinará a los mercados nacional e internacional.

Limón

Según la información proporcionada por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, en 2021, la mayoría de las exportaciones de limones mexicanos tienen como principal destino el mercado norteamericano; sus cifras oscilan en un rango que va del 75% al

82% del total. El porcentaje restante se distribuye entre otros países: Países Bajos, Japón, Alemania y el Reino Unido (Barrera *et al.*, 2022).

En relación con los precios, el limón ha presentado precios muy altos en los últimos años, lo que estimula su siembra. Durante el primer trimestre de 2022, el precio del limón en la venta al menudeo alcanzó niveles sin precedentes en la economía de México. A pesar de que México es el segundo mayor productor de limones en el mundo, en los mercados locales y supermercados mexicanos, el precio de un kilogramo de limón se llegó a comercializar hasta en \$120 pesos (Barrera *et al.*, 2022).

Por otra parte, Veracruz destaca por su mayor contribución a la producción del limón persa, liderando las exportaciones hacia Estados Unidos. En Veracruz, la producción del limón persa se concentra principalmente en el periodo de "temporal" con 72% (Mendoza, 2015). Lo anterior sucede porque a pesar de que el limón persa da frutos durante todo el año, su producción más alta ocurre entre mayo y octubre, mientras que la producción más baja tiene lugar de noviembre a abril. Durante el periodo de producción más baja, el limón persa obtiene precios más favorables debido a su oferta limitada (Ambriz, Tejacal y Ariza, 2013).



2.7

Oportunidades tecnológicas y de mercado

Un atractivo importante de México es su extensa red de tratados comerciales, que lo convierte en una plataforma significativa para la exportación. Establecer operaciones en México brinda acceso a mercados de consumo mundial, como Europa o Estados Unidos, debido a las preferencias arancelarias que se han negociado (Balderas, 2013).

Esta oportunidad ha sido aprovechada por la Asociación de Empacadoras de Mango de Exportación A.C (EMEX), una organización sin fines de lucro que opera como un vínculo cooperativo entre empacadoras y productores de los estados de Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Nayarit y Sinaloa. El principal mercado de EMEX es Estados Unidos, a donde exporta fruto fresco.

Un sector con un gran potencial de exportación es el de los alimentos orgánicos, el cual ha experimentado un aumento en la demanda tanto en el mercado nacional como en el internacional debido a la calidad y los estándares de producción (Balderas, 2013). Un ejemplo de ello es la Organización Piñera de Alta Calidad SPR de RL (ORPI), en Isla, Veracruz. Esta organización comercializa piña orgánica e incursionó en la producción y comercialización de productos derivados como, mermelada, jugos y trozos de piña.

México se encuentra entre los tres países con mayor número de productos agrícolas orgánicos del mundo, después de India y Uganda. Los principales estados productores de alimentos orgánicos en México son Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Chihuahua, que representan el 80% de la superficie total dedicada a la agricultura orgánica en el país (Balderas, 2013).



En el marco de las mesas de diálogo de la elaboración de la *Agenda del ecosistema de innovación agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec*, se identificaron las siguientes oportunidades:

- Capacitar a los productores sobre mecanismos de acceso a los mercados.
- Tener conocimiento de las características que deben tener los productos que demanda el mercado y capacitarse para satisfacer la demanda.
- Programar la producción con base en el conocimiento de la cantidad producida y del mercado destino.
- Promover que los productores accedan a procesos de estandarización de la calidad y certificaciones que les permitan acceder a mercados más lucrativos.
- Generar mecanismos de inteligencia de mercados para predecir las ventanas de oportunidad de los mercados internacionales y nacionales.
- Identificar las cantidades y calidades requeridas por los mercados potenciales, las normas de calidad e inocuidad agroalimentarias y las certificaciones que demanda el mercado.

En este contexto, el acceso a mercados nacionales e internacionales se relaciona con la calidad del fruto, lo que obliga al buen manejo del cultivo. Por ello, la implementación de tecnologías beneficia considerablemente a los productores. Un ejemplo es la adopción del ambiente protegido (para el caso del cultivo de piña), el cual es una tecnología desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap), que ha permitido tener producciones en épocas donde los precios de la fruta son más elevados y ha inducido a mejorar la calidad del fruto, así como a tener un mejor control de las plagas y enfermedades. Sin embargo, el uso de acolchados plásticos y mallas sombras están causando una problemática ambiental. Por lo tanto, se requiere que los residuos plásticos generados sean recolectados y manejados de manera ecológica.

Por otra parte, la agricultura de precisión, vía el uso de tecnologías y sistemas de información, es una alternativa tecnológica para los productores de agricultura comercial porque permite aumentar la productividad y rentabilidad, reduce el uso de insumos y los costos, y mejora la administración del cultivo. Con la implementación de sensores remotos, la disponibilidad de imágenes satelitales y uso de drones se tiene información que permite la aplicación racional de insumos, así como mejorar la planeación y ejecución de las actividades agrícolas.

Otra oportunidad es la mecanización agrícola, que además de facilitar las actividades, reduce el esfuerzo que realizan los productores en cada etapa del cultivo, permite la eficiencia y eficacia en el aprovechamiento de los recursos y propicia la estandarización de los procesos y productos. También las buenas prácticas para el manejo integral del cultivo son necesarias, además de que existen capacidades y experiencia en diversas instituciones para ofrecer soluciones efectivas en esta materia. Esto debe ser aprovechado para impulsar la adopción de innovaciones.



2.8

Recomendaciones de política pública

- Se recomienda evaluar las políticas públicas actuales que incentivan la producción de alimentos, el acompañamiento al pequeño productor.
- Crear figuras jurídicas entre productores, comercializadores e industrias para generar esquemas asociativos en donde todos salgan beneficiados.
- Es urgente fortalecer la estrategia de articulación entre los eslabones de las tres cadenas productivas, para que logren alinearse con demandas específicas a fin de generar productos que satisfagan las expectativas de las diferentes clientelas, ya sean de índole local regional, nacional o internacional.
- Tener una figura que represente a las tres cadenas productivas por separado (mango, piña y limón), donde esa figura, entre otras funciones, apoye en la creación de programas de capacitación con apoyo de instituciones como el Inifap, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica).
- De acuerdo con la Estrategia para el desarrollo del sector agroalimentario y agroindustrial en el Istmo de Tehuantepec, se debe reforzar la promoción de diferentes formas de agregación de valor, como denominaciones de origen, indicaciones geográficas, marcas colectivas, certificaciones de inocuidad, producción orgánica, aplicación de buenas prácticas en el manejo de alimentos, y certificaciones valoradas por distintos mercados (Gobierno de México, Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec y Programa Istmo, 2021).
- Es necesario mejorar la infraestructura y el equipamiento donde se realice, la limpieza, selección, empaque y cualquier otro proceso de beneficio y acondicionamiento de la producción para los productos que, por su calidad, se comercializan en fresco y pueden alcanzar precios más altos en función de que se realicen mejoras en procesos, calidad y características específicas.
- Generar instrumentos efectivos que faciliten la certificación de inocuidad de los productos para su comercialización.



Referencias

- Aguilar, A. (2021). Jalisco cultiva piñas in vitro. Planean exportarlas en tres años. Periodismo Especializado en la Industria Alimentaria. *Goula*. <https://goula.lat/jalisco-cultiva-pinas-in-vitro-planean-exportarlas-en-tres-anos/>
- Álvarez, D. e Hincapié, C. A. (2021). Selección de tecnologías adaptables para la cosecha de cítricos cultivados en ladera en Colombia. *Revista Mutis*, 11(2), 44-55. <https://doi.org/10.21789/22561498.1754>
- Amador, A. (2021). Agricultura de precisión y agro costarricense. Informe hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento. En Valeria Castro Obando, *Informe hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento 2021*. http://www.prosic.ucr.ac.cr/sites/default/files/recursos/cap_3.pdf
- Ambriz, R., Tejacal, I. A. y Ariza, R. (2013). Producción de limón persa en época de oferta escasa. *Invetio*, 31-36. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4707842.pdf>
- Arias, A. (11 de agosto de 2022), Corredor Interoceánico del Istmo de Tehauhtepec [Ponencia]. *Seminario Piña: reconversión productiva y encadenamientos regionales*. México.
- Astudillo, M., Maldonado, R., Segura, H., y Pallac, Y. (2020). Cadenas de comercialización de mango y potencial exportador en la Costa Grande, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(1), 111-124. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.1769>
- Balderas, L. (2013). Alimentos procesados. Secretaría de Economía. México, ProMéxico. <https://embamex.sre.gob.mx/rusia/images/stories/Comercio/procesadospromexico.pdf>
- Barrera, M. A., Sánchez, R. A., Flores, J. R., Mex, R. C. y Figueroa, J. F. (2022). Una hipótesis sobre el incremento del precio del limón en México, 2022. *Ciencia e Interculturalidad*, 31(02), 98-117. <https://doi.org/10.5377/rci.v31i02.15183>
- Bernardino, H. U., Vargas, J., y Cueva, J. (2017). La agricultura y los riesgos a la salud en Oaxaca. *Cathedra et Scientia*, 3(2), 21-42. http://www.profesoresuniversitarios.org.mx/catedra_ciencia_international_journal/0066_agricultura_riesgos_salud_oaxaca.pdf
- Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña, C. (2017). *Bioeconomía para aprovechar desechos orgánicos*. <https://canapep.com/revistas/pina-de-cr-26.pdf>



- Delgado, H., Gárate, M., Altamirano, A., Rodríguez, J. y León, M. (2019). *Manual de propagación in vitro de piña (Ananas comosus L. Merr.) var. MD-2 Golden utilizando biorreactores de inmersión temporal*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Espinales, G. (2012). *Alternativas de manufactura en la industria de la piña orgánica para pequeños productores de Pital de San Carlos* [Tesis bachiller]. Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://hdl.handle.net/2238/5700>
- Fuentes, C., Vega, S., Díaz, G., Noa, M., y Gutiérrez, R. (2010). Determinación de residuos de Malatión y Malaoxón en mango de las variedades Ataulfo y Tommy Atkins producidos en Chahuities Oaxaca. *Agrociencia*, 44, 215-223.
- Gualdrón, M. (2017). *Formulación de un producto cosmético a partir del aceite extraído de la semilla de mango (mangifera indica)* [Tesis licenciatura]. Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstreams/1409ed9c-72b4-4a2c-936b-36f9f2a9f0ca/download>
- Gobierno de México, Corredor Interoceánico Istmo y Programa Istmo. (2021). *Estrategia para el Desarrollo del Sector Agroalimentario y Agroindustrial en el Istmo de Tehuantepec, Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec* [documento inédito]. México.
- Houbron, E. (s.f.). Calidad del agua. https://www.academia.edu/26338138/Calidad_del_agua
- InfoAgro. (2021). SupPlant ayuda a agricultores mexicanos a reducir el consumo de agua y mejora el rendimiento del cultivo de mango. Infoagro. <https://mexico.infoagro.com/supplant-ayuda-a-agricultores-mexicanos-a-reducir-el-consumo-de-agua-y-mejora-el-rendimiento-del-cultivo-de-mango/>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2011). *Integración productiva y comercial para la competitividad de productores comercializadores de mango de la región Costa Chica de Guerrero. Programa elaboración de casos de éxito de innovación en el sector agroalimentario*. <https://www.redinnovagro.in/casosexito/25guerreroemango.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2004). Síntesis de información geográfica del estado de Oaxaca, (1.a Ed). Inegi. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224394/702825224394_1.pdf
- Landa, R. I. (2014). *Análisis de la producción y comercialización del limón en Argentina* [Tesis licenciatura]. Universidad Católica Argentina. Repositorio institucional. <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/370/1/doc.pdf>
- Li, D., Jing, M., Dai, X., Chen, Z., Ma, C. y Chen, J. (2022). Current status of pineapple breeding, industrial development, and genetics in China. *Euphytica*, 218(6), 85. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03030-y>



- Martí, S. (2011). Magnet MED: Sistema de “Atracción y Muerte” para el Control de la Mosca Mediterránea de la Fruta (*Ceratitis capitata*). *Phytoma*. <https://www.phytoma.com/images/empresasSUTERRA.pdf>
- Melchor, M. (2020). ¿Asociatividad?, ¿para qué?. *Cimmyt* [blog]. <https://idp.cimmyt.org/asociatividad-para-que/>
- Méndez, M., Caamal, J., Rodríguez, N. L., Vargas, A. A., Alamilla, J. C. y Criollo, M. A. (2020). Avances y limitantes en la micropropagación del limón persa (*Citrus × latifolia* Tan.). *Temas de Ciencia y Tecnología*, 24(72), 33-40. [https://www.utm.mx/edi_anteriores/temas72/5_Avances%20y%20limitantes%20en%20la%20micropropagaci%C3%B3n%20del%20lim%C3%B3n%20persa%20\(citrus%20x%20latifolia%20Tan.\).pdf](https://www.utm.mx/edi_anteriores/temas72/5_Avances%20y%20limitantes%20en%20la%20micropropagaci%C3%B3n%20del%20lim%C3%B3n%20persa%20(citrus%20x%20latifolia%20Tan.).pdf)
- Mendoza, R. (2015). Costos y competitividad de la producción del limón persa en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz. https://www.researchgate.net/publication/299483247_Costos_y_competitividad_de_la_produccion_del_limon_persa_en_el_municipio_de_Martinez_de_la_Torre_Veracruz
- Muñoz, A. A., Saucedo, C., García, C. y Robles, M. (2011). Evaluación de la calidad y tiempo de almacenamiento del fruto de tres variedades de limón mexicano. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 12(2), 156-163. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81320900006>
- Narváez, M., Fernández, G., y Senior, A. (2008). El desarrollo local sobre la base de la asociatividad empresarial: Una propuesta estratégica. *Opción*, 27(57), 74-92. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-15872008000300006
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO por sus siglas en inglés]. (2023). *Principales frutas tropicales, análisis del mercado 2022*. <https://www.fao.org/3/cc7108es/cc7108es.pdf>
- Sanabria, N. C. y Salgado, L. (2023). Aproximación al concepto de asociatividad agropecuaria como desarrollo rural. *Revista Vértice Universitario*, 25(94). <https://doi.org/10.36792/rvu.v25i94.68>
- Santoyo, V., Uriza, L. D., Muñoz, M. y Leos, J. A. (2023). Transformación tecnológica y diferenciación de las Unidades de Producción de piña en México. *Revista de Geografía Agrícola*, (71), 1-28. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2023.71.2>
- Torres, A. (2016). *Procesos de innovación en el cultivo de piña (Ananas comosus) en México*. [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma Chapingo.
- Universidad Estatal de Washington. (s.f.). Acerca de la CGD. https://www-citrusgenomedb-org.translate.goog/about?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=wapp



- Uriza, L. D. (2014). *Análisis del mercado alemán, para la exportación de piña Ananas comosus var. Comosus deshidratada, de Veracruz, México* [Tesis de maestría]. Universidad Veracruzana. Repositorio institucional. <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/41282>
- Ynga, C., Maicelo, J. y Arce, B. (2020). Sistematización de la experiencia de los subproyectos del cultivo de mango financiados por el programa nacional de innovación agraria. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1362>
- Zepeda, I. (2018). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 15(1), 99-108. <https://doi.org/10.22231/asyd.v15i1.752>

Ajonjolí

Capítulo 3





3.1

Ajonjolí | Infografía¹

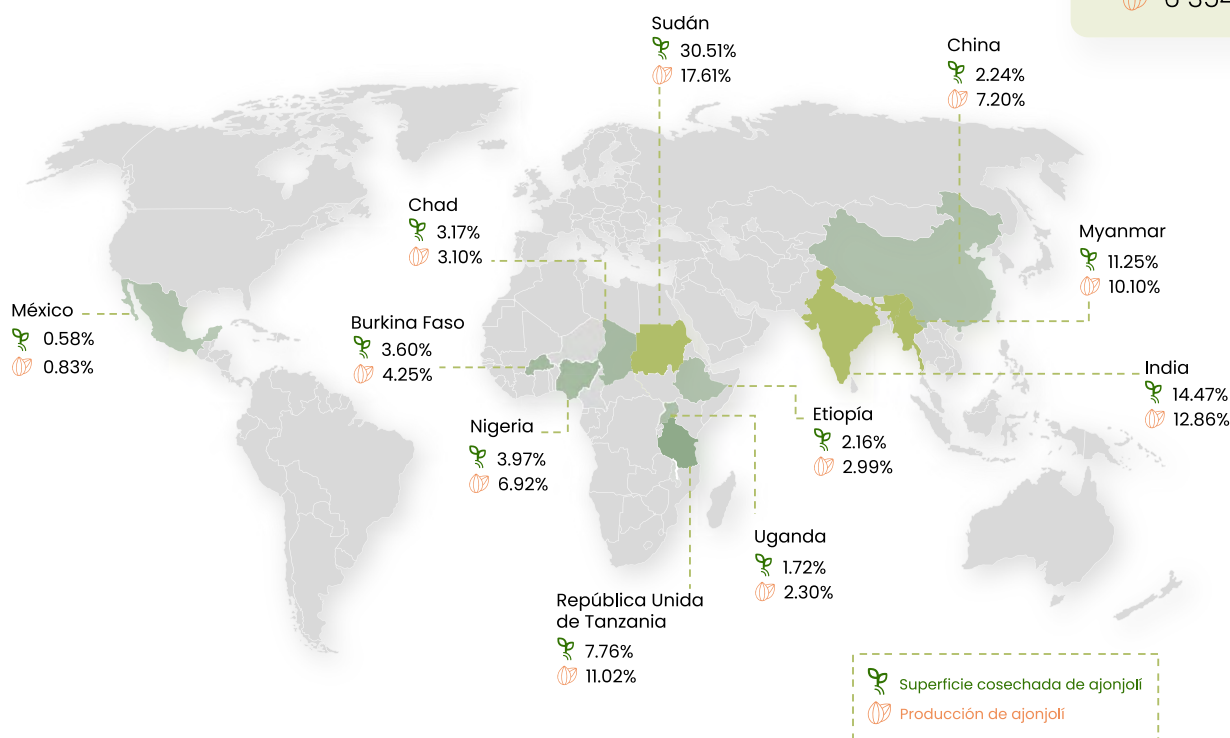
En el mundo se cultivan poco más de 12 millones y medio de hectáreas (ha) de ajonjolí (semilla de sésamo), con una cosecha estimada de casi 6.4 millones de toneladas (t). Es originario de **África**. Aunque se trata de una planta de alta adaptabilidad, su cultivo da mejores resultados en suelos profundos, fértiles, franco-arenosos y con buen drenaje, pues es muy susceptible al exceso de humedad.

Panorama internacional

Total mundial (2021)

 12 507 504 ha

 6 354 477.08 t



Los principales productores son:

Sudán (1 119 026.04 t), **India** (817 000 t), **República Unida de Tanzania** (700 000 t), **Myanmar** (641 729 t) y **China** (457 332 t). **México** ocupa la posición 16 en la producción mundial de ajonjolí, con una producción anual de 53 019.11 t, ubicándose por debajo de países como Brasil y Camerún.

Sudán (3 815 933 ha), **India** (1 809 571 ha) y **Myanmar** (1 406 941 ha) concentran el **56.23%** de hectáreas cosechadas de ajonjolí a nivel mundial. **México**, por su parte, ocupa la posición 19 en la superficie cosechada a nivel mundial, con 72 652 ha.



Fuente: elaboración propia con datos de FAO (2023)

¹ En este apartado se presentan, de manera sintética, los datos relevantes de la cadena productiva.



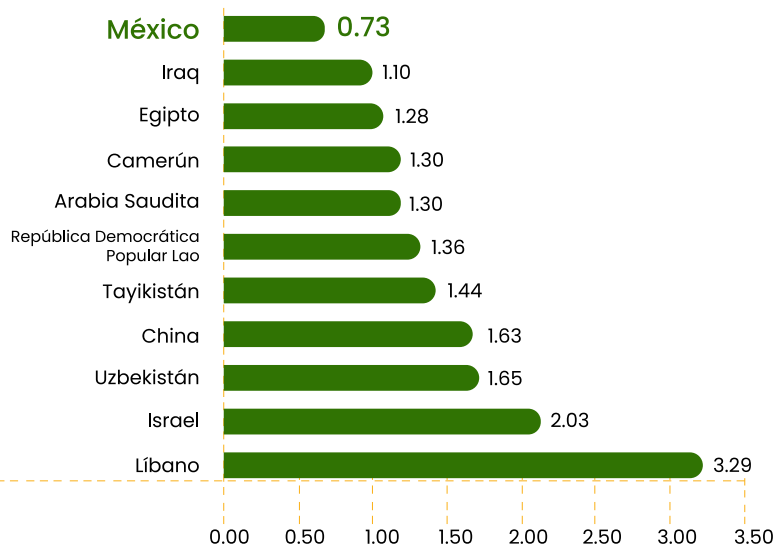
Rendimiento de ajonjolí verde a nivel mundial



Rendimiento de ajonjolí a nivel mundial (2021): 0.51 (t/ha)

Líbano, Israel y Uzbekistán destacan por su elevado rendimiento del cultivo, aunque sus niveles de producción apenas representan el 0.25% de la producción mundial, equivalentes a 15 932.98 t. En tanto, México se ubica en el lugar 31 del *ranking* de países.

Países con el mejor rendimiento de ajonjolí



Fuente: elaboración propia con datos de FAO (2023)

Derivados de la industria para el ajonjolí

El ajonjolí se emplea, principalmente, para elaborar aceites, leche y pastas, como la pasta de ajonjolí o tahini, utilizada para salsas, aderezos y hummus. Por sus **propiedades antioxidantes**, el ajonjolí sirve de insumo para fabricar jabones, cosméticos y pinturas. La **semilla** es utilizada extensamente en la gastronomía oriental de China y Japón.



Alimentos	Aceites	Harinas y pastas	Cosméticos	Otros
<ul style="list-style-type: none"> Semillas tostadas o crudas Leche de ajonjolí 	<ul style="list-style-type: none"> Aceite virgen de ajonjolí Margarinas y aceites para freír 	<ul style="list-style-type: none"> Harina de ajonjolí para pan Pasta de Tahini 	<ul style="list-style-type: none"> Aceite de sésamo para piel y cabello Aceite de sésamo para jabones y cremas humectantes 	<ul style="list-style-type: none"> Aceite de sésamo para pinturas al óleo


Fuente: elaboración propia.

Panorama nacional

El cultivo del ajonjolí en México se concentra en las entidades de **Sinaloa** y **Guerrero**, de manera conjunta alcanzan cerca del **62.2% de la producción nacional** en 2022. Sin embargo, los estados con el **mejor rendimiento** son **Colima** (1.18 t/ha), **Puebla** (1.7 t/ha) y **Veracruz** (1.35 t/ha).

Total nacional (2022)

 81 495.99 ha

 56 467.77 t





 Superficie cosechada de ajonjolí

 Producción de ajonjolí

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022a).

Principales plagas y enfermedades

 La principal plaga del ajonjolí es el **gusano telarañero** del ajonjolí (*Antigastra Catalaunalis Duponchel*). Otras plagas de menor impacto son el **gusano alfilerillo** o tortuguilla (*Diabrotica Balteata*), la **gallina ciega** o nixticuil, los **gusanos soldado** o **peludo**, el **pulgón**, la **chinche** y las **hormigas**.





 Las principales enfermedades del ajonjolí son: **Mancha redonda** (*Cercospora sesami Zimm*); **Mancha irregular** (*Alternaria sp*); y **Pata negra** (*Phytophthora sp*), causada por hongos que pudren la base del tallo.



Panorama en el Istmo

Aunque en los estados de Oaxaca y Veracruz se cultiva el ajonjolí, la producción en los municipios pertenecientes del Programa Istmo se concentra únicamente en 23 municipios de Oaxaca.

Cifras del estado de Oaxaca y la región del Istmo (2022)

	 Superficie sembrada (ha)	 Superficie cosechada (ha)	 Producción (t)	 Rendimiento obtenido (t/ha)
Oaxaca Istmo	4 682	4 682	3 684.41	0.78
Oaxaca total	8 250.25	8 239.15	6 503.92	0.79

Nota

Para Oaxaca total se consideran los datos de producción de ajonjolí de todo el estado, mientras que para Oaxaca Istmo se consideran los municipios productores de ajonjolí pertenecientes a la región del Istmo.

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022b).

Principales oportunidades técnicas, ambientales y sociales

Los impactos negativos del ajonjolí pueden derivar del **uso indiscriminado de agroquímicos para el tratamiento de plagas y enfermedades**; mientras que los principales impactos negativos sociales se originan por la **falta de esquemas de financiamiento y de apoyo público para la formación de capital social**.



Entre los principales impactos positivos se encuentran:

- 1) Ambientales:** el cultivo de ajonjolí mejora la fijación del nitrógeno y otros nutrientes, lo cual puede mejorar la fertilidad del suelo.
- 2) Mercado:** alta demanda en mercados internacionales y buena cotización de sus productos derivados.
- 3) Técnicos:** el aceite obtenido de las semillas de ajonjolí suele ser de mejor calidad que el de otras oleaginosas.



Principales oportunidades técnicas, ambientales y sociales



Rentabilidad

Esquemas de financiamiento para la adquisición de insumos, maquinaria y equipo para incrementar la productividad



Comercialización

Fortalecimiento de las capacidades organizativas para disminuir el peso de los intermediarios



Agroindustria

Esquemas de apoyo, financiamiento, y capacitación técnica/organizativa para la formación de una agroindustria local



Tecnológico

Transferencia tecnológica para optimizar las actividades de laboreo y deshierbe, corte y cosecha, así como para tecnificar el cultivo y promover la producción orgánica



Ambiental

Desarrollo de estrategias para el manejo post-cosecha de residuos



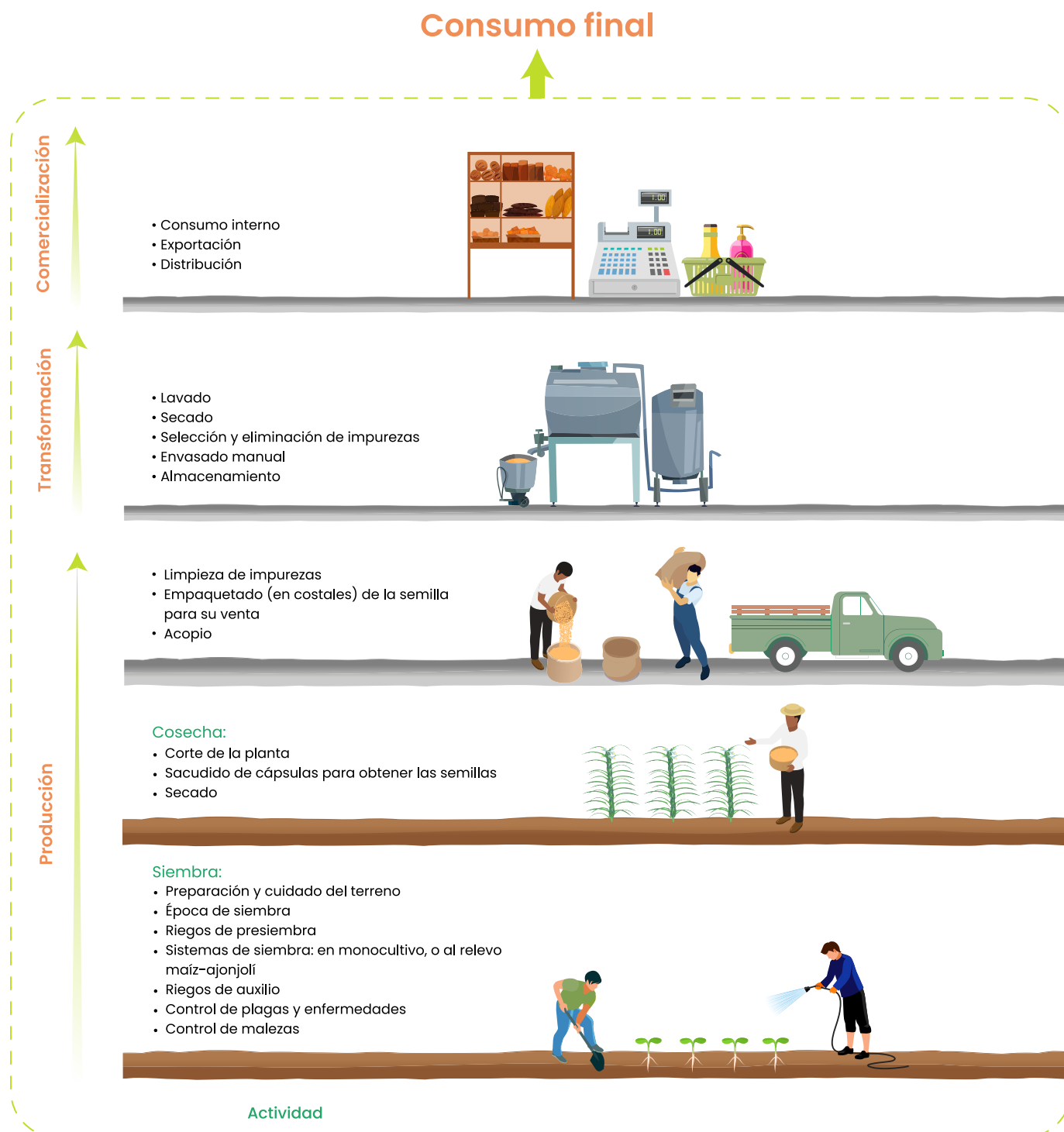
Plagas y enfermedades

Promover el manejo integrado de plagas con énfasis en el control biológico, a fin de promover el cultivo orgánico



Cadena de valor

La cadena de valor del ajonjolí se divide en cuatro grandes actores: productores primarios (agricultores y acopiadores), productores secundarios (transformadores) y comercializadores. El primer eslabón, dado el estado general de las tecnologías empleadas actualmente (manuales), tiene potencial de industrialización toda vez que se cuiden las características de los suelos franco-arenosos que el cultivo demanda.



Fuente: adaptado de Hernández (2003) y Tejada (2018).



3.2

Hitos tecnológicos en la producción de ajonjolí en el mundo

Las principales innovaciones del ajonjolí están concentradas en grandes economías como Estados Unidos y China, con avances hacia la obtención de variedades indehiscentes que faciliten la mecanización del cultivo, nuevas técnicas de transformación y el desarrollo de nuevos productos derivados. México, por su parte, no destaca en este sentido; en el campo de mejora genética, por ejemplo, no cuenta con nuevas variedades registradas en el *Catálogo Nacional de Variedades Vegetales desde 2005* (SNICS, 2022).

Cuadro 3.1. Principales innovaciones tecnológicas para la cadena de valor del ajonjolí

Innovación	Descripción	Ejemplo
Investigación en mejora genética	Se han registrado algunos avances en la investigación en mejora genética de sésamo, relacionadas con el descubrimiento de nuevos genes.	<ul style="list-style-type: none"> • Gen SiGolS2: el descubrimiento de este gen, relacionado con la resistencia a la sequía, puede emplearse para el desarrollo de variedades mejoradas genéticamente.
		<ul style="list-style-type: none"> • Gen SIDT1 y marcador SNP SiDt27-1: está relacionado con la inflorescencia, lo cual puede servir para el desarrollo de variedades con un mejor rendimiento.
		<ul style="list-style-type: none"> • Gen SIDWF1: está relacionado con el control sobre la longitud del entrenudo del sésamo, se ubica en el cuarto cromosoma del <i>Sesamum indicum</i> y es un gen de control recesivo; puede aplicarse para investigar el mecanismo de regulación del desarrollo de algunos rasgos de la planta (longitud y altura de los entrenudos).

Continúa



Innovación	Descripción	Ejemplo
Variedades mejoradas genéticamente	<p>Los avances a nivel global en el mejoramiento genético de ajonjolí han devenido en la obtención de algunas variedades indehiscentes, las cuales cuentan con una cápsula de mayor resistencia (no abre fácilmente y, con ello, se evita la pérdida de las semillas en su interior) que facilita la tecnificación del cultivo.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Sesaco 39 (S39): variedad patentada por Sesaco Corporation, desarrollada para adaptarse a las condiciones climáticas del sur de Texas, y facilitar su mecanización.• Plantas de ajonjolí con propiedades organolépticas mejoradas: plantas de sésamo con cápsulas resistentes a roturas y un contenido de proteína de (aprox.) entre 18% a 25%, 48% de grasa.
Nuevas técnicas de cultivo	<p>Los avances en el desarrollo de nuevas técnicas de cultivo buscan resolver los retos más puntuales relativos a los elevados costos de producción y la productividad del cultivo.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Cultivo triangular: se ha desarrollado en Corea un nuevo método de cultivo que consiste en sembrar plántulas de ajonjolí en forma triangular espaciadas a intervalos regulares y cultivar las mismas, con lo cual se ha podido incrementar el rendimiento y reducir la mano de obra; y con ello, los costos de producción.• Cultivo intercalado: se ha desarrollado en China un método de cultivo y plantación intercalados de sésamo y Pinellia ternate, a partir de lo cual se puede lograr la complementación de los requisitos nutricionales, reduciendo, además, la tasa de incidencia natural de enfermedades y plagas.
Fertilizantes	<p>Las innovaciones respecto a fertilizantes orgánicos tienen incidencias favorables en cuanto a la mejora del rendimiento y la preservación del medio ambiente.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Fertilizantes orgánicos (bioles): la aplicación de bioles compuestos por un biopreparado líquido a base de microorganismos eficientes (<i>Saccharomycetes</i> sp., <i>Bacillus</i> sp., <i>Lactobacillus</i> sp., y actinomicetos) mejora el rendimiento del cultivo, incrementando el número de cápsulas.
Nuevas técnicas de transformación	<p>El desarrollo de nuevas técnicas de transformación permite obtener mejoras sustanciales en el procesamiento de ajonjolí, añadiendo como resultado un mayor valor agregado al producto</p>	<ul style="list-style-type: none">• Dispositivo para exprimir y agitar el sésamo: dispositivo compuesto por un conjunto de exprimido y otro de agitación para la producción de aceite de ajonjolí. Ambos conjuntos operan de manera uniforme y suficiente, con lo cual se obtiene una buena calidad de aceite minimizando, a la vez, los deshechos de materia prima.• Dispositivo de secado: sistema de secado de ahorro de energía, capaz de reciclar el aire para conservar la energía y proteger el medio ambiente. El dispositivo permite que las partículas de sésamo se puedan dispersar y suspender en el flujo de aire, lo que mejora la velocidad del flujo con el fin de mejorar la eficiencia y calidad del secado.

Continúa



Innovación	Descripción	Ejemplo
Nuevos productos derivados	<p>El aceite de ajonjolí ha favorecido el desarrollo de nuevos productos derivados del sésamo que van desde los repelentes de insectos hasta las composiciones farmacéuticas.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Repelentes de insectos a base de extractos de ajonjolí: el ajonjolí se ha empleado para el desarrollo de una composición repelente de insectos, específicamente insectos voladores o rastreros (mosquitos, cucarachas, moscas, pulgones, orugas, gusanos, hormigas, etc.).• Formulaciones inyectables a base de aceite de ajonjolí: el aceite se ha podido procesar junto al etanol y un compuesto modificador de la respuesta inmunitaria, para el tratamiento de enfermedades (por ejemplo, una enfermedad neoplásica).• Composiciones farmacéuticas: el extracto de ajonjolí (desgrasado) se ha utilizado como ingrediente activo para suprimir eficazmente el edema cerebral. Además, el aceite de sésamo se ha podido procesar junto a la cera de abeja, en proporciones de 88-96 y 4-12% respectivamente, para el tratamiento de ciertas lesiones.
Métodos de almacenamiento	<p>Para asegurar la calidad del producto, el ajonjolí debe almacenarse en espacios protegidos del sol que cumplan con dos características principales: 1) Bajos niveles de humedad; y 2) Bajas temperaturas (menos de 18°C).</p>	<ul style="list-style-type: none">• El uso de esporopolenina como agente encapsulante ha mostrado buenos resultados en el proceso de encapsulamiento de aceites grasos poliinsaturados, como el del ajonjolí.

Fuentes: elaboración propia con base en Bu *et al.* (2012), Zhang (2017), Choi y Dang (2019), Montoya *et al.* (2019), You *et al.* (2019), Xu (2019), Dong (2020), Gao *et al.* (2020), Hongfei (2020), Zhang *et al.* (2020), Beaurline *et al.* (2021), Tollman *et al.* (2021), Langham (2022), Pérez *et al.* (2022).



3.3

Áreas estratégicas de la cadena productiva dentro de la región

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), se estima que, en el mundo, la producción de ajonjolí en 2021 alcanzó las 6.4 millones de toneladas (t), de las cuales poco más del 50% fueron producidas por Sudán (17.6% sobre el total mundial), India (12.9%), República Unida de Tanzania (11.0%) y Myanmar (10.1%). En el mismo año, México ocupó la posición número 16, con una participación del 0.8% sobre el total mundial. Por su parte, Oaxaca se colocó como el cuarto productor nacional de ajonjolí, con una producción estimada de 6503.9 toneladas, por debajo de estados como Sinaloa (21 306.9 t), Guerrero (13 794.3 t) y Michoacán (7052.6 t).

En la región del Istmo de Tehuantepec, los municipios productores de ajonjolí (23) forman parte del estado de Oaxaca, con una producción combinada de 3684.4 t (SIAP, 2022). Los principales productores son: Santo Domingo Zanatepec (512.3 t), Santo Domingo Tehuantepec (446.7 t), San Pedro Tepanatepec (433.5 t), San Pedro Comitancillo (270.1 t), y Santo Domingo Ingenio (261.2 t). Los mismos, si bien han experimentado avances, presentan todavía elevados porcentajes de población en situación de pobreza: 58.7%, 48.9%, 53.8%, 32.8% y 57.2%, respectivamente (Coneval, 2021a). En este sentido la producción mecanizada de ajonjolí puede mejorar las condiciones de vida en los municipios mencionados.

A continuación, se presentan las principales áreas estratégicas del sector agroindustrial del ajonjolí:

- **Siembra y cosecha.** Con base en la información obtenida en las mesas de trabajo, se estima que **el cultivo de ajonjolí experimenta, en la región del Istmo, una tendencia de producción manual, en la que las actividades de laboreo agrícola, deshierbe, corte y cosecha pueden representar poco más del 80% del total de los costos de producción.** En este sentido, la tecnificación de las actividades de siembra y cosecha puede mejorar sustancialmente la productividad del cultivo de ajonjolí, al mismo tiempo que reduce los costos de producción.

- **Bioteconología.** Las semillas figuran en el sector agrícola como: “el componente principal de tecnología aplicada [en la cual] se incorporan los resultados de investigación en genética y biotecnología, [los cuales pueden] incrementar la productividad, reducir costos y generar mayor valor nutricional” (SNICS, 2021: 25). Para el caso específico del ajonjolí, las variedades que utilizan los productores presentan un bajo potencial de producción y un alto grado de deterioro, “lo que provoca que, de un ciclo a otro, la calidad de semilla para siembra se reduzca drásticamente” (Carmona, 2016: 3).

Sin embargo, las semillas mejoradas tienen bajos niveles de penetración en estados como Yucatán o Oaxaca, donde se cubre apenas un estimado del 18% de la superficie cultivada. La mecanización del cultivo puede ser difícil debido a que las cápsulas de ajonjolí pueden no resistir la implementación de maquinaria agrícola de cosecha, como la segadora-trilladora. En este sentido, la implementación de variedades cuyas cápsulas sean más resistentes podría facilitar la tecnificación del cultivo.

Respecto al desarrollo de variedades mejoradas genéticamente, se identifican a Estados Unidos y China como países clave debido a los avances registrados en el descubrimiento de genes para el desarrollo de variedades con mejor rendimiento, y en el desarrollo de variedades indehiscentes que faciliten la tecnificación del cultivo.

En México, sin embargo, el avance en el desarrollo de variedades mejoradas ha sido lento. Según datos del *Catálogo Nacional de Variedades Vegetales* (SNICS, 2022), se tienen inscritas desde 2005, con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap) como solicitante, apenas ocho variedades: Calentana, Igualteco, Pungarabato, Río Grande 83, San Joaquín, Tahue 90, Verde Nacional R-76, y Zirándaro. De acuerdo con Tavitas (2023), los rendimientos de algunas variedades son: San Joaquín (0.95 a 1.4 t/ha), Río Grande 83 (0.8 a 1.5 t/ha), Pungarabato (0.99 a 1.2 t/ha), Zirándaro (0.9 a 1 t/ha), e Igualteco (0.92 a 1.1 t/ha).

- **Producción orgánica¹.** Las técnicas implementadas en la producción de ajonjolí suelen derivar en malas prácticas que, en el largo plazo, pueden mermar la calidad del suelo y la semilla. **La producción orgánica, aunque asociada a elevados costos de certificación, suele imponer estándares más altos de calidad que, entre otras cosas, limitan el uso de fertilizantes y plaguicidas químicos. En su lugar, se promueve el control biológico de plagas y enfermedades que, lejos de mermar la calidad del suelo, tienen un impacto positivo sobre la calidad del cultivo y del ecosistema.**

En adición, el mercado suele valorar mejor la producción orgánica respecto a la convencional, lo cual se traduce en precios más altos y una demanda en constante crecimiento.

- **Asociatividad.** Las relaciones comerciales establecidas entre los productores y la industria suelen estar mediadas por la figura del acopiador, el cual puede no pagar el precio justo por el producto, mermando todavía más los minúsculos márgenes de rentabilidad asociados al cultivo

¹ La producción orgánica implica que la empresa o productores cuenten con una certificación internacional, como un requisito para llegar a mercados internacionales (Japón).



de ajonjolí. Además, como se mencionó, la producción orgánica está asociada a elevados costos de certificación, y la tecnificación de las actividades de siembra y cosecha suelen requerir de grandes inversiones tanto en maquinaria y equipo, como en capacitación.

De este modo, **promover la asociatividad cooperativa entre los productores puede mejorar las relaciones comerciales con la industria, en tanto que se mejoran las condiciones de negociación colectiva y se elevan los niveles de producción.** Asimismo, la asociatividad de productores coadyuvaría a facilitar los procesos de certificación en producción orgánica y de capacitación técnica.



3.4

Aspectos de mercado relevantes

Con base en la figura 3.1, se estima que el estado de Oaxaca es la segunda entidad con los mejores Precios Medio Rurales (PMR) de ajonjolí. En el cuadro 3.2 se muestran los PMR por municipio productor de ajonjolí perteneciente al programa Istmo los cuales, en su mayoría (20 de 23), superan los 30 000 pesos por tonelada.

De acuerdo con los actores participantes en las mesas de trabajo, cerca del 80% de las relaciones comerciales establecidas entre los productores y la industria suelen ser mediadas por la figura del acopiador. En adición, los actores identificaron los principales aspectos relevantes del mercado de ajonjolí en la región del Istmo:

1. El precio de ajonjolí se rige por la oferta y la demanda, en tal sentido, los precios que paga la industria en la región se fijan con base en el precio internacional de la semilla.
2. Los productores no suelen tener acceso al movimiento de los precios nacionales, principalmente debido al desconocimiento de los canales de acceso (el portal digital de estudios económicos de los FIRA, por ejemplo).
3. Para el caso de los productores, los precios de ajonjolí suelen determinarse por la oferta y la demanda local. No existe un mercado de apertura de precios de ajonjolí, lo cual, en consideración de los actores participantes en las mesas de trabajo, puede poner en desventaja a los productores; la existencia de un índice de valor de apertura de mercado para el ajonjolí, de acuerdo con los actores, serviría para reflejar la realidad de la producción en la región y, consecuentemente, obligar a los acopiadores a pagar el precio justo.
4. La competencia en la agroindustria, entre pequeñas y medianas empresas (pymes) y grandes empresas que compran ajonjolí como materia prima, se suele dar mediante precios predatorios, en donde las empresas mejor posicionadas (empresas incumbentes) suelen elevar sus precios de compra pagados a los acopiadores, con el fin de excluir a la competencia.



5. A pesar del buen nivel de precios en la región del Istmo (Oaxaca es la segunda entidad con los mejores precios medio rurales), estos no suelen representar un incentivo para la producción de ajonjolí debido, principalmente, a los elevados costos de producción.
6. El ajonjolí tiene, al menos, tres nichos de mercado específicos: la industria del aceite, la industria de el mole y de la panadería.



3.5

Oportunidades tecnológicas y de mercado

Oaxaca es la tercera entidad federativa con mayor porcentaje de población cuyos ingresos laborales son inferiores al costo de la canasta alimentaria (pobreza laboral)² (Coneval, 2023a). Sin embargo, cuando se considera la información disponible, el escenario es menos alentador, ya que Oaxaca es el estado con el mayor número de municipios en situación de pobreza (Coneval, 2021a; Coneval, 2021b).

Con base en la información del cuadro 3.2, se estima que los municipios oaxaqueños productores de ajonjolí pertenecientes al Programa Istmo de Tehuantepec presentan, en su mayoría (15 de 23), porcentajes de población en situación de pobreza³ superiores al 50%, incluso si muestran una mejoría sustancial respecto al periodo previo (2015)⁴.

De este modo, aunque el índice de correlación es mínimo (0.011) entre la población en pobreza y la producción (toneladas), destaca que los municipios con mayor volumen de producción experimentan profundos niveles de pobreza, con excepción de San Pedro Comitancillo que, con un 32.8% de la población en pobreza, produjo 270.1 toneladas de ajonjolí en 2022, y San Mateo del Mar que, con un 90.3% de la población en pobreza, produjo 121.1 toneladas de ajonjolí. La mecanización del cultivo de ajonjolí es viable debido a los buenos niveles de producción y de precios en la región (cuadro 3.2 y figura 3.1), la mecanización puede mejorar la productividad y en consecuencia, puede disminuir los índices de pobreza.

2 Según datos del Coneval (2023a), para el primer trimestre de 2023 la entidad con mayor porcentaje de población con ingresos laborales inferiores al costo de la canasta alimentaria es Chiapas (67.2%), seguida por Guerrero (59.8%) y Oaxaca (57.2%).

3 Porcentaje de personas en pobreza extrema más el porcentaje de personas en pobreza moderada (Coneval, 2021a).

4 Con excepción de San Blas Atempa, que experimentó un crecimiento estimado del 13.61%, todos los municipios han mostrado reducciones sustanciales en pobreza.



Cuadro 3.2. Ajonjolí: variables escogidas por municipio*

Municipio	Pobreza		Superficie (ha) (2022)		Producción (2022)			
	Población en pobreza (2020)	Variación**	Sembrada	Cosechada	Producción (t)	Valor Producción (miles de pesos)	Rendimiento (ton/ha)	Precio Medio Rural (\$/t)
Asunción Ixtaltepec	31.00%	-33.56	31.5	31.5	24.57	810.81	0.78	33 000
Chahuities	63.50%	-21.5	114.75	114.75	94.1	3169.28	0.82	33 679.96
El Espinal	24.40%	-29.59	53.5	53.5	40.66	1332.57	0.76	32 773.49
Juchitán de Zaragoza	50.90%	-0.84	275.75	275.75	210.22	6367.18	0.76	30 288.19
Magdalena Tequisistlán	60.50%	-20.01	78.25	78.25	60.25	1928	0.77	32 000
Magdalena Tlacotepec	34%	-28.88	89	89	65.86	2089.55	0.74	31 727.22
Salina Cruz	27%	-45.22	70.5	70.5	52.17	1669.44	0.74	32 000
San Blas Atempa	66.90%	13.61	344.25	344.25	245.51	7570.72	0.71	30 836.71
San Dionisio del Mar	83.10%	-3.43	35.5	35.5	30.18	962.5	0.85	31 892.11
San Francisco del Mar	70.80%	-9.23	214.5	214.5	179.07	4588.71	0.83	25 625.23
San Francisco Ixhuatán	65.80%	-14.06	156.75	156.75	123.83	4039.27	0.79	32 619.48
San Mateo del Mar	90.30%	-1.07	168.25	168.25	121.14	3862.59	0.72	31 885.36
San Pedro Comitancillo	32.80%	-31.4	350.75	350.75	270.08	8845.81	0.77	32 752.55
San Pedro Huamelula	44.70%	-62.16	224	224	179.2	5701.45	0.8	31 816.13
San Pedro Huilotepec	68.30%	-7.72	118	118	97.4	2709.78	0.83	27 821.19
San Pedro Tepanatepec	53.80%	-37.36	563	563	433.51	14 601.31	0.77	33 681.6
Santa María Mixtequilla	50.30%	-25.04	109.75	109.75	88.38	2563.66	0.81	29 007.24
Santa María Xadani	83.60%	-1.92	48.5	48.5	38.8	1241.21	0.8	31 990
Santiago Astata	53.90%	-14.5	93.5	93.5	71.06	2258.34	0.76	31 780.75
Santo Domingo Ingenio	57.20%	-15.44	307.25	307.25	261.16	8555.97	0.85	32 761.41
Santo Domingo Tehuantepec	48.90%	-6.75	559	559	446.71	13 951.62	0.8	31 231.95
Santo Domingo Zanatepec	58.70%	-34.58	624.75	624.75	512.3	16 737.18	0.82	32 670.66
Unión Hidalgo	45.20%	-20.46	51	51	38.25	1224	0.75	32 000

Notas:

*Se presentan los municipios que forman parte del Programa Istmo de Tehuantepec, los cuales corresponden al estado de Oaxaca. Para 2022, ningún municipio productor de ajonjolí en Veracruz formaba parte del Programa Istmo.

**Tasa de crecimiento simple de 2020 respecto a 2015.

Fuente: elaboración propia con base en Coneval (2021a) y SIAP (2022).

En este contexto, se presentan los siguientes retos puntuales frente a los niveles de rentabilidad en la producción de ajonjolí en la región del Istmo:

- **Bajos niveles de productividad y rentabilidad.** La baja productividad deriva, generalmente, de un deficiente manejo agronómico ligado a las restricciones de agua en las áreas de riego, la irregularidad de las lluvias y los tipos de suelo pobres a los que se ha relegado este cultivo (Tavitas, 2023). De acuerdo con Toledo (2023), los costos de producción promedio asociados a las actividades manuales de laboreo agrícola, deshierbe, corte y cosecha, ascienden a los 15 200 pesos por hectárea (cerca del 88% del total de los costos de producción); con base en ello se puede estimar que la rentabilidad promedio del trabajo agrícola en el cultivo de ajonjolí es de 0.51 pesos⁵.

Los bajos niveles de rentabilidad, entonces, suelen provenir de una producción convencional en donde predominan: a) técnicas de producción manual, las cuales suponen elevados costos de producción en las actividades de siembra, deshierbe, corte y cosecha; b) información insuficiente o no específica respecto de las condiciones agroclimáticas de la región, lo cual eleva los riesgos asociados a la producción al no estar en condiciones de anticiparse a los niveles de precipitación pluvial; y c) la siembra del siguiente periodo con semilla recolectada del periodo anterior que, en el mediano plazo, puede impactar negativamente en la calidad del cultivo (Carmona, 2016). La poca popularidad de la implementación de variedades mejoradas impacta negativamente el rendimiento del cultivo por hectárea (cuadro 3.2); ningún municipio productor perteneciente a

la región del Istmo experimenta un rendimiento mayor a las 0.85 toneladas por hectárea.

- **Crisis en el relevo generacional.** Los elevados índices de pobreza y marginación social en la región tienen un impacto directo sobre los índices de migración. Lo expresado, que por sí mismo disminuye la oferta de mano de obra disponible, puede incrementar todavía más los costos de producción. En adición, la edad promedio de los productores de ajonjolí oscila entre los 55 y los 65 años, que, sumado al poco relevo generacional, puede poner en peligro la propia producción del cultivo.
- **Bajos índices de asociatividad.** La superficie de siembra promedio por productor no es superior a 1.5 hectáreas, lo cual en sí mismo limita las potencialidades de producción. Amén del predominio de la producción convencional en detrimento de la producción orgánica, de los elevados costos de producción y del bajo relevo generacional, la mayoría de las relaciones comerciales entre los productores y la industria (cerca del 80%) se establecen por medio de la figura del acopiador, el cual ha sido asociado, en las mesas de trabajo, con una figura de intermediación que puede no pagar el precio justo por el cultivo.

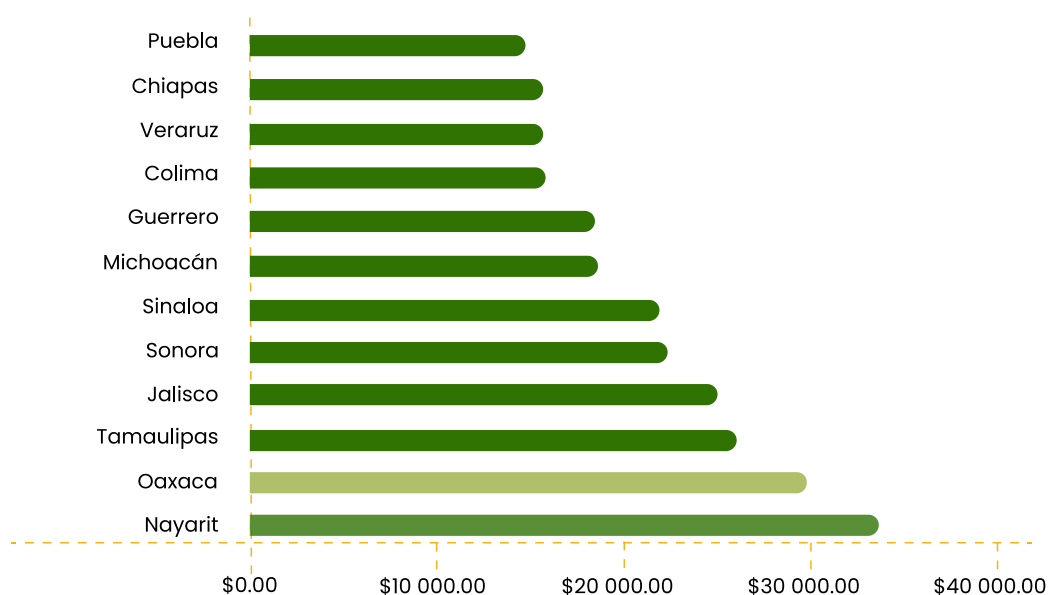
Por otro lado, no es común que la mayoría de los productores cuenten con sus documentos oficiales actualizados (INE, RFC, etc.), situación que puede impactar negativamente sobre los procesos administrativos relacionados con la asociatividad.

Finalmente, los actores participantes en las mesas de trabajo coincidieron en que **la mejora de la organización y la promoción de la asociatividad son necesidades puntuales que debe atenderse para avanzar hacia el desarrollo de una industria local de transformación, desde la cual se pueda proveer una oferta nacional de aceite de ajonjolí (producto considerado como de mejor cotización en el mercado).**

⁵ Para este cálculo se consideran, con base en el cuadro 3.2., los valores promedio de las siguientes variables: 1) Superficie sembrada = 203.565 ha; 2) Valor de la producción = \$5 077 432.61 pesos; y 3) Costo de producción total (tomado de Toledo, 2023) = 17 155 \$/ha. Restando al valor promedio de la producción el producto del costo de producción por la superficie sembrada (\$3 492 157. 575) se estima la utilidad promedio del ajonjolí en el Istmo (\$1 585 275.035). Dividiendo la utilidad promedio entre el producto del costo de producción asociado a actividades manuales (15 200 \$/ha) por la superficie promedio sembrada (\$3 094 188), se estimó la rentabilidad del trabajo agrícola en el cultivo de ajonjolí = 0.51; es decir, cada peso invertido en trabajo produce 51 centavos de utilidad. Lo expresado, amén de sus limitaciones, sirve para presentar una aproximación al nivel general de rentabilidad del cultivo de ajonjolí.

Oaxaca cuenta, de manera general, con los segundos mejores precios promedios por tonelada de ajonjolí (figura 3.1). A diferencia de Nayarit, estado con dos municipios productores de ajonjolí (Rosamorada y Santiago Ixcuintla), Oaxaca tiene un mayor número de municipios productores de ajonjolí: 55 en total, de los cuales 23 pertenecen a la región del Istmo. En estos, los precios medios pagados (cuadro 3.2) superan, en su mayoría, los 30 000 pesos. Las características del suelo suelen explicar en gran medida la razón de estos precios.

Figura 3.1. Precios medios rurales de los estados productores de ajonjolí (2022)



Fuente: adaptada de SIAP (2022).

Los actores entrevistados señalan que los elevados costos de producción, aunados a los bajos niveles de tecnificación, ocasionan una disminución en la rentabilidad del cultivo. Para aprovechar la oportunidad de contar con precios altos en la región, se sugiere:

1. Promover la producción orgánica para establecer estándares de calidad más elevados que, en lo sucesivo, impacten positivamente en los precios.
2. Promover la organización regional de productores de ajonjolí, aprovechando la existencia de Sociedades de Producción Rural (SPR) exitosas en lo relativo al desarrollo de la producción orgánica. En adición, promover la asociatividad entre productores puede aumentar los niveles potenciales de producción de ajonjolí, mediante la compra colectiva de insumos, la estandarización de prácticas de cultivo, la extensión de la producción orgánica certificada y la negociación de mejores precios.
3. Aprovechar los beneficios medioambientales que tiene el cultivo de ajonjolí para impulsar nuevos modelos de negocio; la captura de carbono, por ejemplo, puede aprovecharse para emitir certificados de carbono.



3.6

Recomendaciones de política pública

En la Política Nacional de Semillas, publicada por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA) y el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), se plantea el objetivo de impulsar la realización de aquellas acciones coordinadas entre los sectores público, privado y social involucrados en la cadena de valor de las semillas que garanticen “la generación, producción, comercialización, acceso y adopción de semillas de variedades mejoradas adecuadas, para contribuir a la soberanía alimentaria e incrementar la productividad y rentabilidad del campo mexicano, bajo un enfoque incluyente y sustentable” (SNICS, 2021: 64).

En este sentido, y considerando que la actual Política Nacional de Semillas se concentra en cultivos como el maíz, el trigo o el café, se recomienda fortalecer la investigación nacional en la mejora genética de ajonjolí conducida por el Inifap.

Por otro lado, en la Política Nacional de Semillas se estima que “la producción del sector agrícola a través de semillas mejoradas no ha alcanzado su potencial” (SNICS, 2021: 34), principalmente por una de las razones identificadas en las mesas de trabajo: los productores suelen utilizar el grano de la cosecha anterior en lugar de las semillas mejoradas. Esto debido a la gran relevancia del sector de autoconsumo de semillas, marcado por la agricultura de subsistencia ligada a altos índices de pobreza (cuadro 3.2).

Los elevados índices de pobreza explican, en parte, tanto la falta de desarrollo tecnológico, como los bajos índices de penetración de las semillas mejoradas y, si no se atienden mediante una política integral, pueden desincentivar (por el lado de la demanda), en el mediano y largo plazo, la investigación en biotecnología. En este contexto, con base en la información obtenida de las mesas de trabajo, se recomienda:

1. Establecer esquemas de financiamiento a productores para facilitar el acceso a maquinaria agrícola, tanto convencional como aquella sugerida en el proyecto Desarrollo y establecimiento de un Sistema de Cultivo Inteligente.



2. Desarrollar infraestructura en la región del Istmo (carreteras, pavimentación, luz, internet, drenaje, etc.) con la cual se facilite el desarrollo de los proyectos de innovación tecnológica propuestos en la presente agenda de innovación.
3. Diseñar e implementar acciones de desarrollo de capacidades tecnológicas para asesores técnicos y productores a fin de difundir los beneficios económicos y ambientales (en calidad del suelo y preservación del ecosistema) de la producción orgánica. Con ello se espera aumentar sustancialmente la presencia de buenas prácticas en la producción de ajonjolí, por ejemplo: la disminución en el empleo de tecnologías dañinas para el suelo, la implementación de sistemas agroecológicos y la rotación de ajonjolí con cultivos más benéficos para el suelo, como el frijol.
4. Diseñar e implementar jornadas para promover la asociatividad entre productores, indicando sus beneficios más puntuales (mayor poder de negociación en relaciones comerciales y administrativas con la industria y el gobierno, mayores niveles de producción, disminución relativa en los costos de certificación, facilidades para la transferencia tecnológica y la capacitación, creación y registro de marcas colectivas).
5. Para complementar el punto anterior, se recomienda la creación de puestos de trabajo formales dirigidos a los extensionistas.
6. Relanzar el programa de seguros catastróficos que, considerando la gran sensibilidad del ajonjolí a las precipitaciones pluviales y las altas temperaturas, puede incentivar la producción.
7. **Para promover la producción orgánica de ajonjolí en la región del Istmo, se recomienda que el gobierno facilite, por medio de un programa especial, los procesos de certificación internacional, estableciendo para este fin alianzas con algunas de las principales empresas certificadoras, como la empresa alemana KIWA BCS y la estadounidense OCIA Internacional.**
8. Fomentar la cooperación entre productores, industria, instituciones de educación, centros de investigación y gobierno para facilitar la transferencia tecnológica de bioinsumos y equipo para mecanización (cosechadoras, sembradoras, entre otras).



Referencias

- Beaurline, J., Elvecrog, J., Vasilakos, J., Capecchi, J. y Johnson, K. (2021). *Sesame oil based injection formulations*. (Estados Unidos, Solicitud de Patente No. 17,242,578). https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=US333350198&_fid=GT282915055
- Bu, Y., Park, S., Kim, K., Kang, C. y Kim, H. (2012). *Pharmaceutical composition containing sesamum extract for preventing or treating cerebral edema*. (República de Corea, Patente No. 1011653370000). https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=KR45550955&_cid=P11-LNB69W-74985-2
- Carmona, I. M. (2016). *Evaluación del deterioro de la semilla de ajonjolí (Sesamum indicum L.) en la costa chica del estado de Oaxaca*. [Tesis de Maestría en Ciencias]. Colegio de Postgraduados.
- Centro para la Cuarta Revolución Industrial [C4IR.] (2021). Resultados del Proyecto Agro 4.0, Año 2021. <https://c4ir.co/wp-content/uploads/2022/02/Resultados-proyecto-Agro-4.0-2021-C4IR-y-proyecto-2022.pdf>
- Choi, D. y Yang, H. (2019). *Method for cultivating Sesamum indicum*. (República de Corea, Patente No. 101,939,027). https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=KR241273808&_cid=P11-LNB69W-74985-2
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [Coneval]. (2021a). *Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020*. https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Pobreza_municipal/2020/Presentacion_Pobreza_Municipal_2020.pdf
- Coneval. (2021b). Medición de la pobreza. Anexo estadístico 2010 – 2020. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipio-2010-2020.aspx>
- Coneval. (2023a). El Coneval presenta información referente a la pobreza laboral al primer trimestre de 2023, [Comunicado No. 04, 30 de mayo de 2023]. https://www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Comunicadosprensa/Documents/2023/COMUNICADO_ITLP_PRIMER_TRIMESTRE_2023.pdf
- Coneval. (2023b). Medición de la pobreza. Anexo estadístico de pobreza en México, 2022. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2022.aspx
- Dong, H. (2020). *Energy-saving drying system applied for sesame drying and fluidizing bed*. (China, Solicitud de Patente No. 202010547551.5). https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN311240022&_cid=P12-LOEO20-11560-2



- Gao, S., Li, W., Wang, R., Xu, B., Zhang, Y., Xu, D., Zhang, C., Wen, Y., Sun, Y., Sun, Y., Qin, S. y Yang, G. (2020). *Intercropping and interplanting method for sesamum indicum and pinellia ternata*. (China, Solicitud de Patente No. 202010630145.5). https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN306901869&_cid=P11-LNB69W-74985-2
- Hongfei, C. (2020). *Sesame squeezing and stirring device and use method thereof*. (China, Solicitud de Patente No. 202010734966.3). https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN350464742&_cid=P12-LOEO20-11560-2
- Infante, Z., Coutiño, A. y Ortega, P. (2023). Innovación en las Biofábricas del Sector Agrícola en México. XVI Congreso Red Internacional de Investigadores en Competitividad, 16 (16), pp. 914 – 933.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [Inifap]. (2017). *Agenda Técnica Agrícola de Michoacán*. https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/_media/agendas/4133_4830_Agenda_T%C3%A9cnica_Michoac%C3%A1n_2017.pdf
- Langham, D. (2022). *Non-Dehiscent Sesame Ind Variety Sesaco 39*. (República de Corea, Patente No. 102,397,207). https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=KR152920790&_cid=P11-LNARPU-39592-1
- Laurentin, H. y Sánchez, J. (2020). Mejoramiento genético y producción de semillas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). En Laurentin, H. [Ed.], *Producción de Semillas en Venezuela* (pp. 236 – 257). Ediciones Astro Data.
- Montoya, J., H., E., Torres, A. y Fosado, O. (2019). Crecimiento y rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) bajo la acción de dos bioles. *La Técnica, Revista de las agrociencias*, 22, pp. 1-10.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO pos sus siglas en inglés]. (2023). Cultivos y productos de ganadería. [Conjunto de datos]. *Faostat*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Pérez, C., Cruz, J., Leal, R. y Alpizar, E. (2022). Microencapsulación de aceite de chía y aceite de ajonjolí empleando esporopolenina como agente encapsulante. *Revista Mesoamericana de Investigación*, 2 (2), pp. 31-42.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [Sagarpa]. (2010). Información Técnica de Ajonjolí (*Sesamum indicum*) en México. Ciudad de México: Sagarpa.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [Sader]. (4 de octubre de 2016). Agroindustria, transformación sin límites. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/agroindustria-transformacion-sin-limites>



- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2022). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas [SNICS]. (2021). Política Nacional de Semillas. México, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y Servicio Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/652647/Politica_Nacional_de_Semillas_Interactiva.pdf
- Tavitas, L. (11 de mayo de 2023). Variedades y tecnología para el ajonjolí y el sorgo [conferencia]. *Seminario Iniciativas para el desarrollo agroalimentario y agroindustrial del Istmo de Tehuantepec, 2022–2023*. Cadenas productivas estratégicas. México. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=-wM4nrt7NmQ>
- Toledo, L. (2023, 11 de mayo). Diagnóstico de la cadena productiva ajonjolí en Santa María Xadani, Oaxaca. [Conferencia]. *Seminario iniciativas para el Desarrollo Agroalimentario y Agroindustrial del Istmo de Tehuantepec, 2022 – 2023*. Cadenas productivas estratégicas. México. https://www.youtube.com/watch?v=93keui__1F8
- Tollman, M., Vázquez, M., Gar, O., Zackay, A., Shalev, G. y Belton, J. (2021). Sesame plants with improved organoleptic properties and methods thereof. (Estados Unidos, Solicitud Internacional No. PCT/US2021/024190). https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2021202242&_cid=P11-LNARPU-39592-4
- You, J., Liu, A., Wang, Y., Li, D., Zhou, R. y Zhang, X. (2019). *Sesamum indicum* L. gene *SiGols2* related to drought resistance and application of gene. (China, Solicitud de Patente No. 201910176538.0). https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN242946909&_cid=P11-LNB187-19043-1
- Xu, R (2019). *Composiciones farmacéuticas para el tratamiento de lesiones y heridas térmicas combinadas con lesiones óseas*. (España, Solicitud de Patente No. 13,872,562). https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES276419708&_cid=P11-LNASMZ-48376-1
- Zhang, H., Miao, H., Li, C., Wei, L., Duan, Y., Xu, F. y Wang, H. (2017). *Sesamum indicum* inflorescence definite gene *sidt1* and snp marker thereof. (China, Solicitud de Patente No. PCT/CN2015/099095). https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2017092110&_cid=P11-LNB187-19043-1
- Zhang, H., Miao, H., Li, C., Duan, Y., Wei, L. y Ju, M. (2020). *Sesamum indicum* internode length gene *sidwfl* and snp marker thereof. (China, Solicitud de Patente No. PCT/CN2019/095271). https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2020228119&_cid=P11-LNB187-19043-1

Café

A close-up photograph of a coffee roasting machine. The machine is tilted, and a large quantity of dark brown, roasted coffee beans is falling from its spout into a tray below. The beans are in motion, creating a sense of activity. In the foreground, a branch of coffee cherries is visible, with several bright red, round fruits. The background is slightly blurred, showing the interior of the roasting facility. The overall lighting is warm and focused on the beans and cherries.

Capítulo 4



4.1

Café | Infografía¹

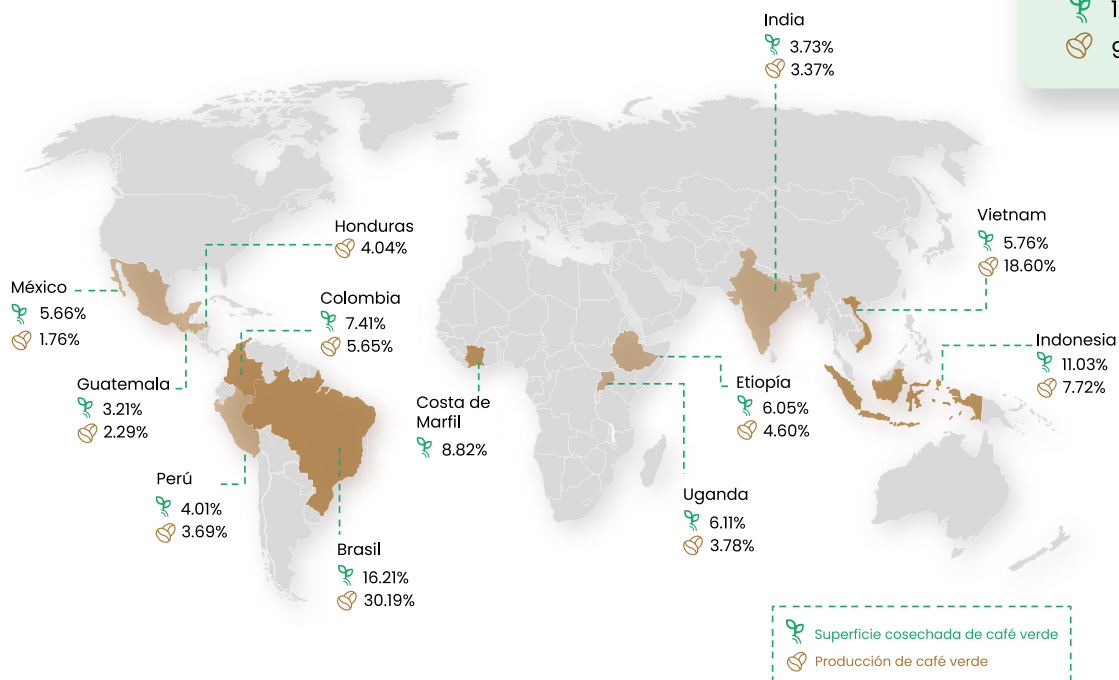
En el mundo se cosecha aproximadamente 11 millones de hectáreas (ha) de café verde, con una producción mundial de 9 millones de toneladas (t) producidas.

El café es uno de los **cultivos más importantes en el mundo**. Los arbustos requieren de 2 a 5 años desde su plantación para generar la primera cosecha. Estos arbustos tienen la capacidad de seguir produciendo durante un periodo que abarca entre los 20 y 40 años.

Panorama internacional

Total mundial (2021)

11 331 985 ha
9 917 257.69 t



Dos países tienen superficies de café verde arriba de un millón de hectáreas, siendo **Brasil** el que más sobrasale (1 836 741 ha) seguido por **Indonesia** (1 249 615 ha). **México** se encuentra en el octavo lugar con 641 799 ha.

Brasil es el **mayor productor de café verde** en el mundo con más de 2 millones de toneladas, seguido de **Vietnam**, con 1 845 032.98 t producidas. **México** ocupa el onceavo lugar con 174 341 t.

Fuente: elaboración propia con datos del FAO (2021).

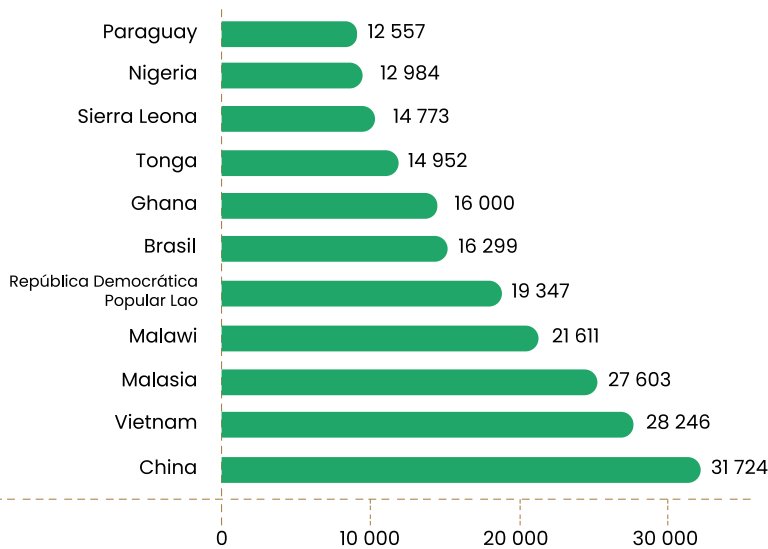
¹ En este apartado se presentan, de manera sintética, los datos relevantes de la cadena productiva.



Rendimiento de café verde a nivel mundial

Rendimiento de café a nivel mundial (2021): 8752 (t/ha)

Rendimiento de los principales países productores de café verde



China destaca como el país con mayor rendimiento del cultivo de café verde, le sigue **Vietnam, Malasia y Malawi**. Cabe destacar que, aunque **México** se encuentra entre los valores más altos en producción y superficie cosechada, en rendimiento se ubica en el lugar 62 con 2716 t/ha.



Fuente: elaboración propia con datos del FAO (2021).

Derivados de la industria para el café

Los productos derivados de café se obtienen a partir de los granos que han sido procesados de diferentes formas. Se pueden clasificar como **café de especialidad** y **café convencional** y su presentación puede ser como café instantáneo, molido, en grano, o descafeinado. Dentro del café de especialidad se pueden distinguir el **café orgánico, café de sombra, café de altura** entre otros.



Grano

- Café de especialidad
- Café convencional



Pulpa

- Harina de café
- Mermelada de café
- Miel de café
- Licor de café
- Aceites esenciales



Posos

- Exfoliante de café
- Jabón de café
- Composta

De la **pulpa** se obtiene: harina de café, mermelada, miel, licor y aceites esenciales. Los **posos** del café se emplean para crear exfoliantes, jabones o composta.

Fuente: adaptado de Finca Los Pinos



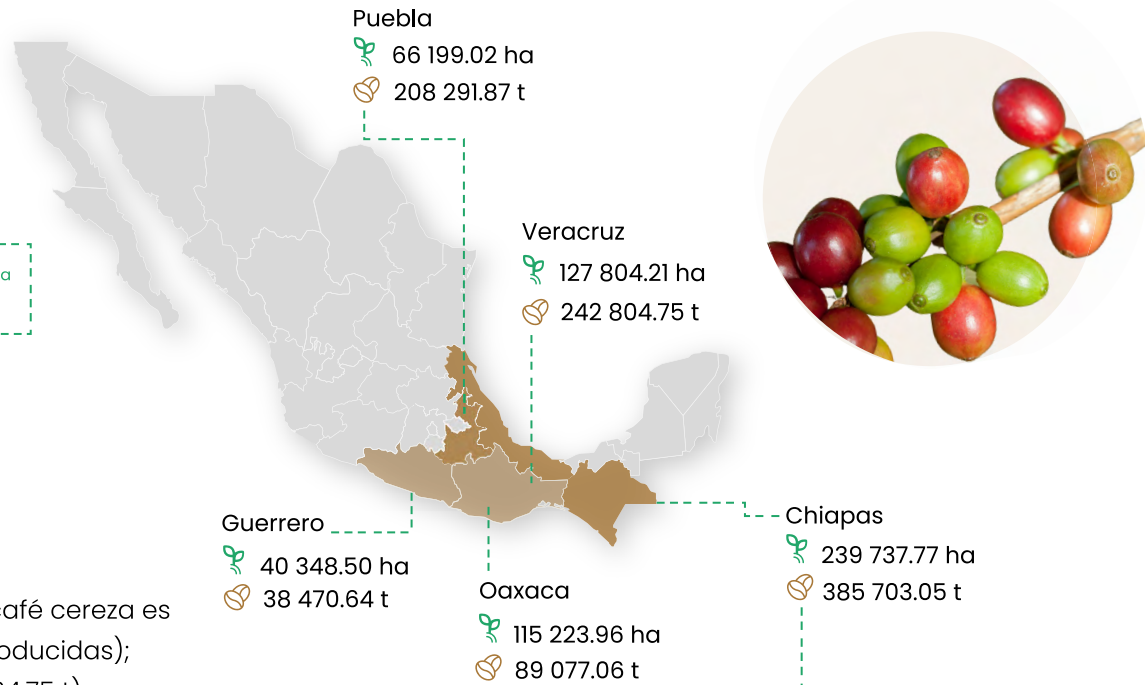
Panorama nacional

La producción de café en México destaca por su importancia social, económica y ambiental. Las áreas cafetaleras de nuestro país se caracterizan por ubicarse en zonas de difícil acceso, por la falta de infraestructura básica y la alta presencia de población en condiciones de pobreza extrema.

Total nacional (2022)

648 487.10 ha
1 025 034.80 t

Superficie cosechada de café cereza
Producción de café cereza



El principal productor de café cereza es **Chiapas** (385 703.05 t producidas); le sigue **Veracruz** (242 804.75 t). **Oaxaca** ocupa el cuarto lugar con 89 077.06 toneladas.

Chiapas es el estado que cuenta con **mayor superficie** cosechada de café cereza, seguido por Veracruz y Oaxaca, cada uno con más de 100 000 hectáreas.

Principales plagas y enfermedades

Entre las enfermedades que causan pérdidas económicas en el cultivo del café se encuentran: la **roya** (*Hemileia vastatrix*), la **mancha de hierro** (*Cercospora coffeicola*) y el **ojo de gallo** (*Mycena citricolor*).

La propagación de la enfermedad de la roya ocurre al no realizar la poda periódica y adecuadamente.



Las principales plagas presentes en el cultivo del café que representan un impacto económico son: la **broca** (*Hypothenemus hampei*), que afecta en los frutos del café, por lo tanto, repercute en la producción y calidad; y el **minador de la hoja** (*Leucoptera coffeellum*), que afecta principalmente el área fotosintética y provoca la caída de las hojas en los cafetos.







Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022a).



Panorama en el Istmo

Cifras de Veracruz, Oaxaca y región Istmo (2022)

	 Superficie sembrada (ha)	 Superficie cosechada (ha)	 Producción (t)	 Rendimiento obtenido (t/ha)
Veracruz	4 532.00	4 001.00	10 560.69	2.64
Oaxaca	14 112.20	13 391.20	8 526.60	0.64
Istmo	18 644.20	17 392.20	19 087.29	1.10

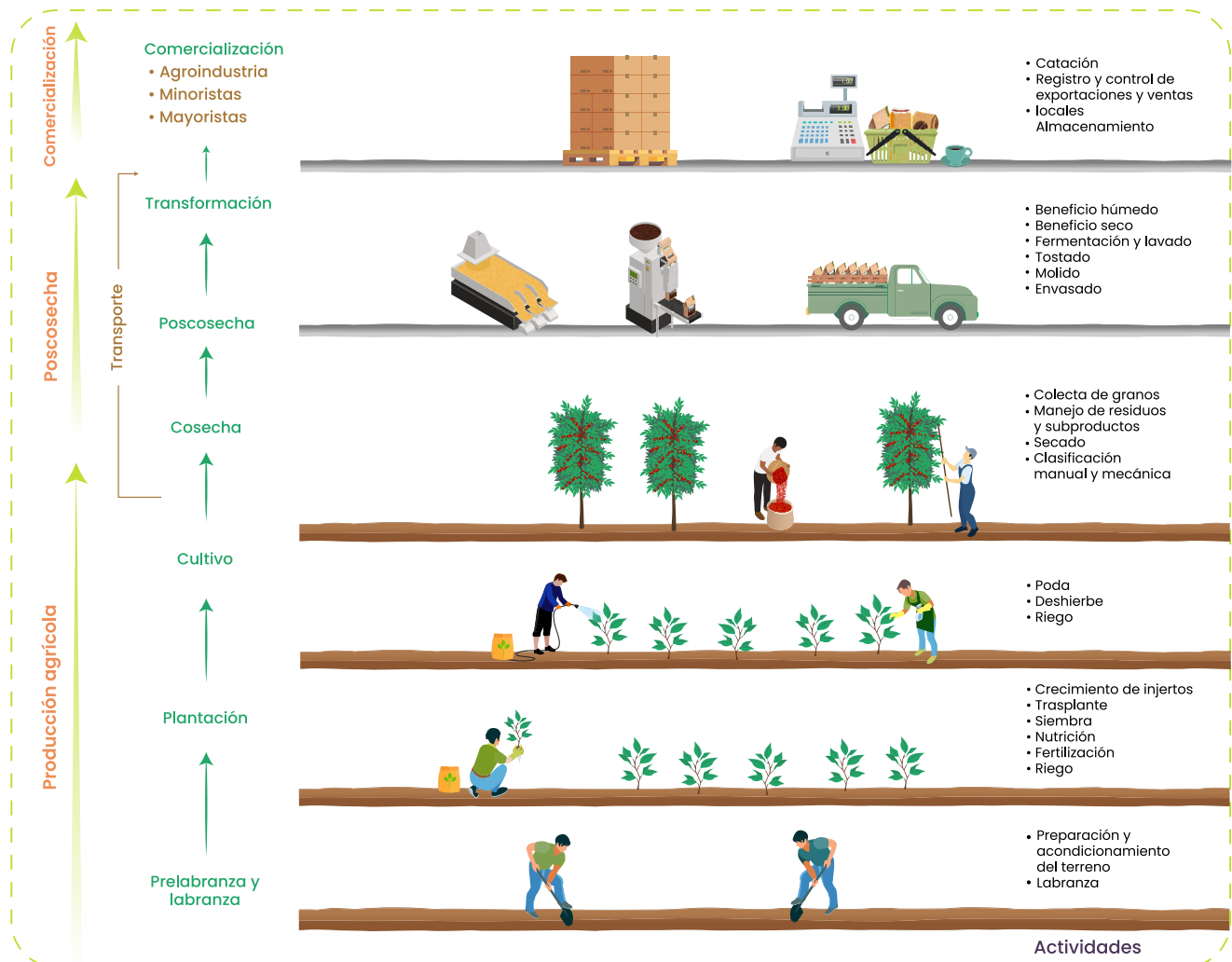
Nota

- Para el estado de Oaxaca se consideraron los datos de la división política de la región Istmo.
- Para el estado de Veracruz se consideraron los municipios que participan en "El programa Istmo".

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022b).

Cadena de valor

La cadena de valor del café comprende: los procesos de producción agrícola, todas aquellas actividades relacionadas con la siembra, cultivo y cosecha del café; la poscosecha, que se refiere a las actividades de secado, tostado, molido, envasado y control de calidad y, finalmente, la comercialización, para la agroindustria, minoristas y mayoristas.



Fuente: adaptado de Enríquez (2023).



Principales oportunidades técnicas, ambientales y sociales



Asistencia técnica

Implementación de capacitación técnica y acompañamiento técnico a los productores



Productividad

Contribución a la mejora integral del cultivo para aumentar la productividad



Plagas y enfermedades

Desarrollo de alternativas para el control de plagas y enfermedades



Innovación

Alternativas que incorporen valor agregado al cultivo y procesos de transformación para generar productos diferenciados



Asociatividad

Contribución a la organización de los productores para mejorar las ventas consolidadas, compras en común y aprovechar economías de escala en las operaciones



Tecnológico

Desarrollo de infraestructura que permita generar productos derivados del café



4.2

Hitos tecnológicos en la producción de café en el mundo

La producción de café ha experimentado varios cambios tecnológicos a lo largo de los años, los cuales han influido en la forma como se cultiva, cosecha, procesa y comercializa este producto, y han sido incentivados por la incidencia de enfermedades y plagas, y la necesidad de incrementar la producción. Las innovaciones se transmiten mediante la capacitación y asistencia técnica; particularmente, en los modelos (estratos) de productores que registran mayor nivel de organización (Barrera *et al.*, 2021). Las tecnologías mostradas en el cuadro 4.1 han transformado la industria del café, desde la siembra hasta la taza final, mejorando la calidad, la eficiencia y la sostenibilidad de la producción cafetalera.

Cuadro 4.1. Principales innovaciones tecnológicas para la cadena de valor del café

Innovación	Descripción	Ejemplos
Desarrollo de variedades híbridas y resistentes	<ul style="list-style-type: none"> Las variedades híbridas y resistentes de café son resultado de cruzar dos o más variedades de café con características deseables, con el objetivo de obtener plantas que sean más resistentes a plagas y enfermedades como la roya, la broca y otras amenazas comunes para los cafetales. Además, se busca mantener o mejorar la calidad del grano, incluyendo su sabor y aroma. Cabe mencionar que cada variedad tiene sus propias características y ventajas; la elección de la variedad depende de factores como la ubicación geográfica, el clima y las necesidades específicas de los productores. 	<ul style="list-style-type: none"> Variedad marsellesa: es un híbrido de origen colombiano que se ha adaptado y cultivado en México. Fue desarrollada para resistir la roya y la broca. Variedad oro azteca: el oro azteca es un híbrido desarrollado en México, específicamente en Veracruz, y es conocido por su resistencia a la roya y la broca. Variedad Costa Rica 95: Aunque fue desarrollada en Costa Rica, la variedad Costa Rica 95 se ha adoptado en algunas regiones de México. Esta variedad híbrida es resistente a la roya y produce un café de alta calidad en taza. Variedad garnica: La variedad garnica es un híbrido resistente a la roya que se ha cultivado en México. Se caracteriza por su capacidad de adaptación a diferentes altitudes y condiciones climáticas, lo que la hace versátil en diversas regiones cafetaleras mexicanas.

Continúa



Innovación	Descripción	Ejemplos
Sistemas de información y monitoreo	<p>Estos sistemas pueden incluir aplicaciones móviles, software de gestión, sensores, sistemas de rastreo, bases de datos en línea y otras herramientas que permiten, a los productores, exportadores, importadores y otros actores de la cadena de suministro, acceder a datos relevantes en tiempo real para tomar decisiones informadas y mejorar la gestión de sus cultivos y procesos. Estos sistemas pueden abordar diversos aspectos, desde la gestión de fincas hasta la trazabilidad y la calidad del café.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Sistemas de trazabilidad que permiten a los consumidores escanear códigos QR o etiquetas en los paquetes de café para acceder a información detallada sobre la finca de origen, el proceso de cultivo y la calidad del café.• Aplicaciones móviles diseñadas para ayudar en la gestión de sus fincas que permiten llevar un registro de las actividades agrícolas, programar la cosecha, controlar la salud de las plantas y gestionar la mano de obra.• Plataformas en línea de compra y venta de café donde los productores pueden conectarse con compradores y exportadores de café, proporcionan información en tiempo real sobre la disponibilidad, el precio y la calidad del café.
Maquinaria de procesamiento	<p>Se han desarrollado y perfeccionado máquinas especializadas para descascarillar, secar y clasificar granos de café. Tales innovaciones buscan aumentar la eficiencia, reducir costos, mejorar la calidad y ofrecer soluciones más sostenibles.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Secadores solares y mecánicos más eficientes y controlables que permiten un secado más uniforme, rápido y con menos riesgo de moho.• Máquinas de beneficio húmedo que controlan la fermentación y el lavado de manera más precisa, lo que mejora la calidad del café.• Máquinas de procesamiento de café con sistemas de reciclaje que aprovechan los subproductos del café, como la pulpa y el pergamino, para la producción de alimentos, bioplásticos y otros productos.
Innovaciones sociales	<p>Innovaciones que buscan mejorar las condiciones de vida de los productores y comunidades cafetaleras, promoviendo prácticas más justas, sostenibles y éticas en la cadena de suministro del café.</p>	<ul style="list-style-type: none">• El comercio justo es una iniciativa que busca garantizar que los productores de café reciban un precio justo por su producto. Las organizaciones de comercio justo trabajan para eliminar intermediarios injustos y promover relaciones comerciales éticas. La Unión de Comunidades Indígenas de la Región del Istmo (Uciri), en México, ha sido un líder en la producción de café orgánico y de comercio justo, con un enfoque en la sostenibilidad y el comercio ético.
Investigación y desarrollo en café de especialidad	<p>Las innovaciones en este campo buscan resaltar las características únicas de los granos de café, ofreciendo una amplia variedad de perfiles de sabor y experiencias sensoriales a los consumidores. Abarcan desde la elección de variedades especiales hasta técnicas de procesamiento avanzadas y métodos de cata precisos.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Los productores de café de especialidad a menudo se centran en el cultivo de variedades únicas y exclusivas, como el geisha, el bourbon o el pacamara, que tienen perfiles de sabor distintivos y altamente valorados.• Existen certificaciones, como la Asociación de Cafés de Especialidad (SCA, por sus siglas en inglés), que respaldan la calidad y la autenticidad del café de especialidad, ayudando a los consumidores a identificarlo.

Continúa



Innovación	Descripción	Ejemplos
Experiencias de usuarios	Estas tecnologías comprenden desde mejorar la experiencia de la preparación de la bebida, hasta numerosas innovaciones en el campo de la molienda y vaporización de la leche.	<ul style="list-style-type: none">• Máquinas con tecnologías como sistema de navegación Beidou (BDS) o nuevas plataformas de telemetría en la nube, que permiten a los operadores monitorear los parámetros de los equipos y la calidad en la taza de forma remota.• Máquinas de vending con sistemas de gestión que permiten a los operadores tener controlada en todo momento la máquina, incluido el stock de producto, ventas, informes y alertas inteligentes
Sistemas de gestión de fincas inteligentes	Se refiere a los sistemas de gestión de fincas que utilizan sensores y datos en tiempo real para controlar factores como la humedad del suelo y la irrigación, mejorando la eficiencia en la producción.	<ul style="list-style-type: none">• Sensores instalados en las fincas de café que recopilan datos sobre la humedad del suelo, la temperatura, la lluvia y otros factores climáticos. Estos datos se envían a una plataforma en línea que permite a los productores monitorear las condiciones en tiempo real y tomar decisiones sobre riego y manejo de cultivos.
Productos de valor agregado a partir de residuos de café	Los subproductos derivados del procesamiento de granos de café pueden considerarse ingredientes funcionales potenciales para la industria alimentaria después de un debido procesamiento.	<ul style="list-style-type: none">• Extracción de componentes específicos como aceite, saborizantes, terpenos y alcoholes como productos de valor agregado.• Elaboración de bolsas de plástico, compostas, exfoliantes y jabones.

Fuente: elaboración propia con base en Fórum cultural del café (2022), Reyes, *et. al.*, (2018), Samoggia y Riedel (2018), Campos *et al.* (2015) y Cafés de México (2020).



4.3

Áreas estratégicas de la cadena productiva dentro de la región

La producción de café en México destaca por su importancia social, económica y ambiental. Las áreas cafetaleras del país se caracterizan por ubicarse en zonas de difícil acceso debido a las altitudes en las que se cultiva dicho producto (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

México es considerado como uno de los principales países productores de café orgánico del mundo: destina 3.2% del total de la superficie cultivada de este producto y exporta 28 000 toneladas (t) (sobre todo a la Unión Europea), además de tener una gran diversidad de productores, incluyendo a hombres y mujeres, comunidades indígenas, aquellos que se dedican al café de especialidad, grandes, pequeños y en transición (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

De acuerdo con proyecciones de la *Planeación Agrícola Nacional*, para 2030 se estima un aumento en el consumo nacional de café de 0.80 a 0.94 millones de toneladas y que la producción nacional pase de 0.82 a 4.70 millones de toneladas, lo cual representa un crecimiento acumulado de 16.5 y 471.5%, respectivamente (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

En 2022 el principal estado productor de café cereza fue Chiapas con 385 703 t producidas; le siguen Veracruz con 242 805 t, Puebla con 208 292 t, y Oaxaca ocupa el cuarto lugar con 89 077 t (SIAP, 2023).

En la zona del Istmo, la producción de café se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Veracruz se distingue por sus climas con alta humedad e inviernos nublados y suelos volcánicos. Las características sensoriales de los cafés producidos en dichas condiciones son: alta acidez, aroma intenso, notas a especias y cuerpos muy definidos (Producción de café en México, 2020).
- En Oaxaca, el café se cultiva en siete de las ocho regiones del estado. Su clima y suelos ayudan a obtener cafés de alta especialidad. Se puede encontrar café que crece a



900 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) o café cosechado a cerca de 2000 m s.n.m. Lo distintivo del café en Oaxaca es la forma artesanal en la que lo producen y los perfiles que brindan (Producción de café en México, 2020).

- En alturas mayores a 900 m s.n.m. buscan más conservar las características del café arábico en condiciones de bosque de niebla; en alturas menores a 600 m s.n.m., aunque hay mayor diversidad, predomina la especie robusta, que con frecuencia se vende a precios más bajos y, por lo tanto, se requiere mayor volumen de producción para ser rentable.
- En la última década, la producción nacional y los precios del café se vieron afectados de manera significativa, principalmente debido al hongo de la roya del cafeto que ataca las hojas. La defoliación impide que se realice la fotosíntesis necesaria para la vida del árbol y para la producción de las cerezas de café. A pesar de esta situación, la producción se incrementó después de la siembra de nuevas variedades de arábica híbridas y también por la especie robusta, que son más resistentes a la roya y a las afectaciones climáticas (Coffee Behind the Scenes, 2018).
- Los productores de café en Veracruz generalmente venden el día del corte (café cereza), no dan valor agregado a su producción. En Oaxaca y Chiapas suelen vender café pergamino, aplican un beneficiado, despulpan y transforman su café en pergamino seco, lo cual tiene dos beneficios, en primer lugar, darle valor agregado al café y en segundo lugar, le quitan peso y volumen, facilitando el transporte desde las altas zonas en las que se está produciendo el café. Después de ese procedimiento, el café ya se considera como un producto no perecedero, por lo tanto, puede almacenarse hasta que se pueda vender en un escenario de mejor precio.
- La competitividad en esta cadena de valor está determinada por el tipo de productor. 1) Los pequeños productores dependen de la dinámica de precio y mercado que se den a nivel local. 2) En las grandes fincas generalmente contratan técnicos para recibir asesorías, aumentar su productividad, y suelen tener mercados seguros. 3) Con los medianos productores, que tienen una productividad moderada, se establecen las compras de la producción por parte de algunas empresas transformadoras del café. 4) Las asociaciones ya tienen una estructura y estrategias definidas que les permiten negociar, dar anticipos y acopiar café para exportar.

Ante este contexto, las áreas estratégicas por atender en la cadena de valor del café son:

- **Producción sostenible y eficiente.** Priorizar la implementación de prácticas agrícolas sostenibles que reduzcan el impacto ambiental y permitan la gestión adecuada de los residuos y los productos químicos para mejorar la productividad a través de técnicas modernas de cultivo, selección de variedades resistentes y adaptadas a las condiciones locales, y manejo eficiente de enfermedades y plagas.
- **Calidad y diferenciación del producto.** Producción de café de alta calidad, mediante prácticas tecnológicamente avanzadas, lo que implica mejorar



la eficiencia en el cultivo, la cosecha y el procesamiento del café. Enfocarse en mejorar la calidad y estandarizar los procesos del café producido, con especial atención en las características únicas de los granos de café de la región del Istmo. La diferenciación en términos de sabor, aroma y otros atributos es fundamental para acceder a mercados exigentes. Esto puede lograrse mediante la producción en lugares con buena altitud y el uso de prácticas agroecológicas como el sombreado con árboles de interés forestal, frutales, el uso de bioinsumos y control biológico de plagas.

Desarrollar estrategias de promoción y comercialización para posicionar el café del Istmo en los mercados nacionales e internacionales. Participar en ferias, eventos y promociones que destaquen la calidad y la tradición del café de la región.

Adopción de tecnologías modernas en la producción, procesamiento y almacenamiento del café, y de sistemas y equipos avanzados para el procesamiento que mejoren la consistencia y la calidad del producto final, como tecnologías de tostado más precisas y máquinas de molienda de alta calidad.

- **Biotechnología.** Apoyo a la investigación en tecnología de procesamiento, variedades resistentes, técnicas de cultivo y métodos de conservación para mejorar la calidad y eficiencia en la producción. Igual de importante es la innovación para la creación de nuevos productos derivados del café y en la mejora de procesos poscosecha para aumentar su diferenciación, investigación y exploración de nuevos mercados demandantes de cafés producidos con técnicas biotecnológicas.
- **Formación y capacitación.** Capacitación y formación a los productores, procesadores y trabajadores de la industria del café en el Istmo, para mejorar sus habilidades y conocimientos en aspectos técnicos, en prácticas agrícolas modernas, gestión del cultivo para los cafés de especialidad y valor agregado pre y poscosecha. Además, es necesario complementar las capacidades técnicas de los productores con capacitación en asociatividad, aspectos comerciales, de negocios y de mercado.



4.4

Aspectos de mercado relevantes¹

Durante las últimas décadas, el mercado del café ha evolucionado hacia un producto de especialidad para responder al nuevo interés de los consumidores por la calidad del café. De acuerdo con (ICO, 2022), en el año cafetalero 2021-2022 se consumieron en todo el mundo alrededor de 167.2 millones de sacos de café de 60 kg. Los productores de café más importantes están en América Latina y Asia, mientras que sus principales consumidores están en los Estados Unidos y la Unión Europea (Olmos, 2020).

Los modelos de comercialización en México están estrechamente relacionados con la organización cooperativa entre los productores de café; por lo que se evidencia la importancia de la organización para la producción y comercialización del café en la región del Istmo.

Los precios del café en México bajan en temporada de cosecha, en contraste, los productos terminados de café siempre mantienen el precio. La vocación de México y de la región del Istmo de Tehuantepec, es buscar mercados diferenciados, con café orgánico, comercio justo y café de especialidad.

Existe una tendencia al alza por valorar el café de calidad, puntaje de taza, es un nicho que está muy disputado. Este es el mercado más dinámico y que se está demandando más, específicamente para el café con sombra producido en México y eso debe valorarse. No obstante, será necesario realizar un análisis exhaustivo que permita comprender mejor las tendencias, las preferencias de los consumidores, la competencia y las oportunidades mediante la inteligencia de mercado realizada de manera continua.

La cosecha es la actividad que demanda mayor mano de obra manual y por lo tanto implica mayores costos. La mano de obra es escasa para eso y difícilmente puede ser tecnificado, por las alturas y las zonas en las que se produce café, por lo que el costo del jornalero es alto también.

¹ Los aspectos de mercado mencionados en esta sección se rescataron de las mesas colaborativas realizadas para la cadena productiva.



El consumo de café de grano en México es limitado; es necesario implementar una cultura de consumo que permita reafirmar el valor que tiene el café en la salud, su calidad, precio. Por otra parte, existe una demanda interna mayor de café soluble y liofilizado, las empresas grandes se dedican a atender esa producción con café robusta que no es propiamente el que más se cultiva en México y menos en el Istmo.

Finalmente, en el marco de las mesas colaborativas, los participantes coincidieron en que es necesario fortalecer los canales de distribución, ya que es complicado vender y posicionar una marca en México, a menos que los productores tengan un buen nivel de asociatividad.



4.5

Oportunidades tecnológicas y de mercado

Se ha observado que los pequeños productores de café tienen desventajas tecnológicas, canales de comercialización deficientes y carecen de innovaciones tecnológicas para generar valor agregado en sus productos y transformarlos. Aunado a lo anterior, presentan problemas de organización (generalmente existe mínima planeación de ventas en sus productos) y falta de oportunidades para alcanzar mejores precios o la mayoría no alcanza a sustentar los costos mínimos ejercidos de las plantaciones, lo que reduce la rentabilidad (Vázquez, 2019).

Otra oportunidad identificada es el cultivo de café en sistemas agroforestales, debido a sus beneficios ambientales (como la captura de carbono atmosférico, conservación de suelo, agua y biodiversidad) que, además, garantizan niveles de productividad adecuados en el cultivo de café. Estos sistemas han permitido favorecer el crecimiento de la caficultura, sin embargo, para asegurar una buena productividad en estos sistemas de producción, el manejo agronómico debe planificarse de manera oportuna y adecuada (León, 2023).

Respecto a enfermedades y plagas, la roya y la broca son los dos principales problemas que padecen los caficultores. Otra condición que hace susceptible a los cafetales es que un gran número de plantas son viejas (de más de 20 o 30 años) y tienen que renovarse, pero hay poca inversión, poca tecnología y se siguen usando métodos de cultivo tradicionales.

Un reto más que enfrentan los productores es la dependencia de los precios del café como un producto *commodity*, lo que implica variaciones de precios de acuerdo con los movimientos de la bolsa de valores. El precio de la especie arábica se determina en la bolsa de valores de Nueva York, y el la especie robusta en la de Londres, de tal forma que los precios de venta se fijan en estas instituciones y siempre dependen de la demanda y la oferta. Una opción viable para no depender de las variaciones de precios es dar un valor agregado al café. Las principales características que aumentan el valor del café son la venta del café en pergamino, el café tostado y/o molido, o el café con certificación.



En este sentido, es recomendable aumentar la calidad de la producción de café para lograr atender diferentes mercados, estandarizar procesos y actividades desde el manejo del cultivo hasta la poscosecha; esto requerirá de capacitación, formación de grupos, creación y fortalecimiento de infraestructura para poder competir en mercados diferenciados.

El cultivo de café sin procesar no es rentable en pequeños volúmenes, los mayores gastos se asocian a los recursos humanos para el manejo de cultivo (podas, regulación de sombra, control de malezas y corte) y los insumos externos. Además, en las comunidades hay poca mano de obra, y este recurso, al estar limitado, se encarece aún más.

En lo que se refiere a los retos logísticos, pueden definirse en función del tipo de productor:

- Productores que venden la cereza: buscan vender o mover el café lo más rápido posible porque no tiene los métodos ni recursos para despulparlo; es el productor que menos ganancia recibe.
- Productores de café pergamino: si estos productores no cuentan con espacio para el secado y almacenamiento del café pueden tener grandes pérdidas, ya que entre los puntos determinantes en la calidad de café están el secado y el almacenaje; un proceso inadecuado de secado y almacenaje propicia que se pierdan cualidades y, por lo tanto, valor. La ventaja para los productores que si cuentan con las condiciones para el secado y almacenamiento es que pueden esperar escenarios de precios altos para vender el café.
- El café verde o molido tiene mejor calidad, se vende a los beneficios y tostadoras grandes o medianas, para que ellas realicen el proceso de acuerdo con las características de su marca.
- Productores de café procesado o terminado: el café terminado se puede vender localmente o revender, pero en este último caso la ganancia para el productor es menor. Los gastos de servicio de paquetería suelen ser elevados y las plataformas de venta, como mercado libre, pueden ser una mejor opción para la distribución, ya que ellas se encargan de la logística.

En los últimos años el consumo de café en México ha ido en aumento, hay una alta demanda por el café soluble y liofilizado, mientras que el café molido ha tenido una mayor aceptación debido a la apertura de más cafeterías y barras de café, que acercan al consumidor a nuevas experiencias y conocimiento de la cultura de esta bebida (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018). Tales situaciones abren una oportunidad de aumentar el mercado interno tanto para el café robusta, principal variedad utilizada en la preparación de café soluble, como para el café arábico, considerado de especialidad.

Se puede observar un nuevo enfoque claro hacia el café de calidad y hacia la experimentación de procesos para alcanzar el mercado de especialidad. En México existen variedades de café que, por su buen perfil de taza, tienen demanda en otros países. El café de especialidad y café bajo sombra



representan una gran ventaja competitiva por su componente diferenciado en el sabor.

Por otra parte, los expertos indican que existe una gran oportunidad para el agroturismo en el Istmo enfocado en el café; se trata de una opción productiva para familias y productores, especialmente para agrupaciones campesinas, cuyo desarrollo requiere el trabajo conjunto y un grado importante de encadenamientos productivos tanto en la prestación de servicios turísticos como en la elaboración de productos turísticos. Entre las ventajas del trabajo asociativo se pueden enumerar: intercambio de ideas y experiencias; colaboración en la identificación de problemas y soluciones; mejor organización del trabajo; incorporación de tecnología; mejor calidad y oportunidad en las tareas; aumento de ingresos; mayor poder de negociación (Szmulewicz *et al.*, 2012).

Ofrecer la oportunidad de disfrutar el entorno físico, biodiverso y, en medida de lo posible, participar en las actividades de elaboración del café puede ser el rasgo distintivo de una estrategia agroturística del café, no sin antes evaluar la factibilidad. Además, se reconoce que esta actividad debe ser compartida por diversos actores de la sociedad que resulten interesados, entre los que se encuentra la comunidad, la academia, las instituciones públicas y los productores (Colín *et al.*, 2018).



4.6

Recomendaciones de política pública

Las recomendaciones de política pública deben orientarse a fomentar la organización de los productores y a mejorar la productividad y la calidad del café. Se reconoce que se ha perdido el dinamismo y ha disminuido el incentivo de la producción de café en el país debido a una crisis relacionada con la desaparición del Instituto Mexicano del Café (Inmecafe) y la suspensión del Convenio Internacional de Café, que dejó un esquema globalizado de mercado libre.

Actualmente, se encuentra en discusión la *Ley de Desarrollo Sustentable de la Caficultura*, la cual tiene el objetivo de normar y fomentar la producción, distribución, industrialización y comercialización del café; así como impulsar la calidad del producto en todas las fases de la cadena productiva. También establece la creación de la Comisión Nacional para el Desarrollo de la Caficultura Mexicana, como instancia de diálogo, concertación y coordinación entre los sectores público, social y privado para el desarrollo e impulso de la cadena productiva de café (Enciso, 2023).

Esta legislación deberá complementarse con acciones, programas y mecanismos innovadores de financiamiento, con base en la disponibilidad presupuestal, ya que no existen mecanismos adecuados para las necesidades de los cafecultores.

Las políticas públicas destinadas a impulsar la caficultura en el Istmo de Tehuantepec deben ser integrales y orientadas a fomentar la sostenibilidad, la competitividad y el bienestar de los productores, considerando que las condiciones en México son viables para producir café de especialidad (café arábico) de manera organizada y es un mercado atractivo.

También hay oportunidad de seguir produciendo café robusta en ciertas regiones bajas y con ello, disminuir la importación de ese café, buscando satisfacer la demanda interna de las grandes empresas procesadoras que elaboran café soluble a partir de la especie robusta.



Aunque el mercado está muy establecido y dominado por las empresas grandes, existe la posibilidad de competir si se mejora la calidad del café; para ello es necesario que se articulen los esfuerzos público-privados considerando los siguientes aspectos:

- Establecer estrategias de coordinación institucional para impulsar el cultivo del café en la región, en las que se consideren ajustes en la política pública, y dar acompañamiento técnico a través de diferentes metodologías.
- Adecuar las estrategias de política a las micro regiones del Istmo, ya que las condiciones no son las mismas en toda la región.
- Conocer las características del café que se demanda en los mercados, y a partir del cumplimiento de esas características aprender a negociar los precios con base en esquemas particulares para las diferentes comunidades.
- Aprovechar la plataforma logística del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec para llegar a diferentes mercados nacionales e internacionales.
- Con base en el diagnóstico y la estrategia de coordinación institucional se debe establecer un programa de capacitación liderado por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA) y sus instituciones sectorizadas, además de incorporar los avances tecnológicos propuestos por instituciones académicas y de investigación.
- Respecto al marco normativo, se tiene que asegurar que todo el café cumpla con la calidad que demandan los mercados destino, pero se necesita tener capacitaciones constantes. Es necesario también dedicar esfuerzos respecto al etiquetado de productos, y cumplir con requerimientos como los respiraderos. En algunas organizaciones tienen manuales para empaquetado y etiquetado de producto, aunque sería importante dar a conocer ese tipo de información a todos los productores.
- En las certificaciones es importante la participación del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica) y las principales empresas certificadoras nacionales e internacionales, para garantizar que los cultivos cumplan con los requerimientos necesarios. Asimismo, es necesario considerar las especificaciones técnicas que piden los clientes y que todas las actividades desde el suelo hasta la comercialización son actividades importantes para mantener la inocuidad y calidad.
- Se deben identificar y promocionar casos de éxito, para incentivar tanto el cambio en los productores rezagados como la inversión en la cadena productiva, sobre todo en actividades relacionadas con el aumento de calidad.
- Debe dinamizarse el acceso a servicios de calidad del café en sus diferentes etapas de producción y procesamiento, ya que la seguridad alimentaria es, sin duda, un verdadero reto. Los productores independientes no conocen toda la oferta de servicios de monitoreo de calidad, sanidad y detección de compuestos en diversas actividades del proceso productivo. Mientras que algunas cooperativas logran organizarse para tener esos servicios, pero para grupos nuevos es complicado acceder a ellos.
- Es prioritario fortalecer a las organizaciones de productores de café para que puedan acceder a recursos y tecnología, negociar mejores precios y participar de manera efectiva en programas de desarrollo y promoción.
- Facilitar la formación de cadenas de valor y alianzas estratégicas entre productores, cooperativas, agroindustrias y comerciantes para optimizar la producción y comercialización del café en el Istmo.
- Promover servicios financieros a tasas de interés preferenciales para los caficultores, con plazos adecuados que les permitan invertir en tecnología, mejora de infraestructura y adopción de prácticas sustentables.
- Promover inversiones en infraestructura, como vías de acceso a las zonas productoras, instalaciones de beneficio húmedo y seco,



secadoras, almacenes y centros de acopio, para mejorar la logística y la calidad del café.

- Para atender los problemas multifactoriales es necesario incluir, en las políticas públicas, programas agroecológicos que busquen la sustentabilidad productiva, aunados, a una rentabilidad y competitividad de los productos primarios de los pequeños productores, incorporando elementos de calidad, inocuidad, información de mercados y, sobre todo, la participación de los actores fundamentales de la cadena de valor (Vázquez, 2019).



Referencias

- Barrera, A., Ramírez, A., Cuevas, V., Espejel, A. (2021). Modelos de innovación en la producción de café en la Sierra Norte de Puebla-México. *Revista de Ciencias Sociales*, 27, 443-458. <https://www.redalyc.org/journal/280/28068276034/html/>
- Benavides, P., Gil, Z., Constantino, L., Villegas, C. y Giraldo M. (2013). *Plagas del café: Broca, minador, cochinillas harinosas, arañita roja y monalonia*. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Ed.), *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura*, (pp. 215-260). Colombia: Cenicafé.
- Cafés de México. (2020). Variedades de Café. Historia del café en México. Consultado el 7 de noviembre de 2023, en <https://cafesdemexico.com/variedades-de-cafe/>
- Campos, R., Loarca, G., Vergara H., y Oomah, B. D. (2015). Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. *Trends in Food Science and Technology*, 45(1), 24-36. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.012>
- Cardeña, I., Ramírez, B., Juárez, J., Huerta, A. y Cruz, A. (2019). *Campesinos y sistema de producción de café ante el problema de la roya en el municipio de Hueytamalco, Puebla, México*. *Espacio abierto*, 28(2), 57-70. <https://www.redalyc.org/journal/122/12262983002/12262983002.pdf>
- Coffee Behind the Scenes. (2018) El Café en México. Coffee Behind the Scenes. Consultado el 20 de septiembre de 2023, en <http://www.coffeebehindthescenes.com/es/country/mexico>
- Colín, D., Thomé, H., Cruz, D. y García, C. (2018). *Plan de negocios de un circuito agroturístico del café pluma como estrategia de desarrollo territorial en el municipio de Pluma Hidalgo, Oaxaca, México*. *Agro Productividad*, 11(8), 123-128.
- Enciso, A. (13 de marzo de 2023). Atorada en San Lázaro, ley de fomento a la caficultura aprobada en el Senado. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2023/03/13/politica/015n1pol>
- Figuroa, E., Pérez, F. y Godínez, L. (s.f.). *La producción y el consumo del café*. Ecofan. https://www.ecofan.org/spain/libros/LIBRO_CAFE.pdf
- Finca Los Pinos. (s.f.). Productos. Finca Los Pinos. www.fincalospinos.mx



- Fórum Cultural del Café. (3 de enero de 2022). Innovación en el sector del café: tecnología e innovación. Consultado el 20 de octubre de 2023, en <https://www.forumdelcafe.com/noticias/innovacion-sector-cafe-tecnologia-e-innovacion>
- León, A. (23 de agosto de 2023). Manejo del sombrío en los sistemas agroforestales con café. *Memorias Seminario Científico Cenicafé*, 74. DOI: <https://doi.org/10.38141/10795/memorias74>
- Lugo, D. R. y Fajardo, M. (2018). Prácticas y saberes comunitarios en la Sierra Norte de Puebla: el caso del café, sus plagas y enfermedades. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2),77-87. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/47516>
- Najera, O. (2002). El café orgánico en México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, (48),58-79. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11704804>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO por sus siglas en inglés]. (2021). Estadísticas de Cultivo y Producto de Ganadería, [Conjunto de datos]. *Faostat*. https://www.fao.org/faostat/es/#data/OCL_91
- Producción de Café en México. (28 de septiembre de 2020). Tueste café. Café de especialidad [blog]. <https://tuestecafe.mx/blogs/blog>
- Puerta, G. I. (8 de marzo de 2022). Los factores de la fermentación del café. *Café Ensoñación*. <https://cafegourmetensonacion.com/los-factores-de-la-fermentacion-del-cafe/>
- Reyes, D., Mercado, G., Escamilla, E. y Martínez, J. D. (2018). Innovaciones tecnológicas en la producción de planta de café. *Revista Agroproductividad*, 11(4). México, Colegio de Postgraduados [Colpos]. https://www.colpos.mx/wb_pdf/Agroproductividad/2018/
- Rodríguez, M., Pérez, D., Santoyo, H., Rosales, R., Gutiérrez, R. (2019). *Los Negocios del café ¿Cómo innovar en el contexto de la paradoja del café, en pro de una red de valor más inclusiva y accesible?* México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Samoggia A. y Riedel, B. (2018). Coffee consumption and purchasing behavior review: Insights for further research. *Appetite*, 129, 70-81. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.07.002>
- Sánchez, M. L., Martínez, C. E., Alarcón, S. A. y Cabrera, A. (2019). Economía agroalimentaria: Análisis de la producción, comercialización y problemática del cultivo del café. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 7(2), 79-85.
- Szmulewicz, P., Gutiérrez, C. y Winkler, K. (2012). Asociatividad y agroturismo: Evaluación de las habilidades asociativas en redes de Agroturismo del sur de Chile. *Estudios y perspectivas en Turismo*, 21(4),1013-1034.



Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). México, onceavo productor mundial de café. [blog]. Consultado el 25 de septiembre de 2023 en [https:// www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mexico-onceavo-productor-mundial-decafe?idiom=es](https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mexico-onceavo-productor-mundial-decafe?idiom=es)

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2022). Café verde. Estadísticas nacionales de producción. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola [Conjunto de datos]. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Vázquez, A. (2019). Caracterización socioeconómica en los sistemas productivos: mango, café, agave y frijol en el Pacífico Sur. En Arturo Huerta de la Peña, Fabián García González, Luis Alberto Villarreal Manzo y Jesús Antonio Salazar Magallón (Coords), *Agricultura sostenible*. México: Universidad Autónoma Chapingo.



Ganadería

de doble propósito

Capítulo 5

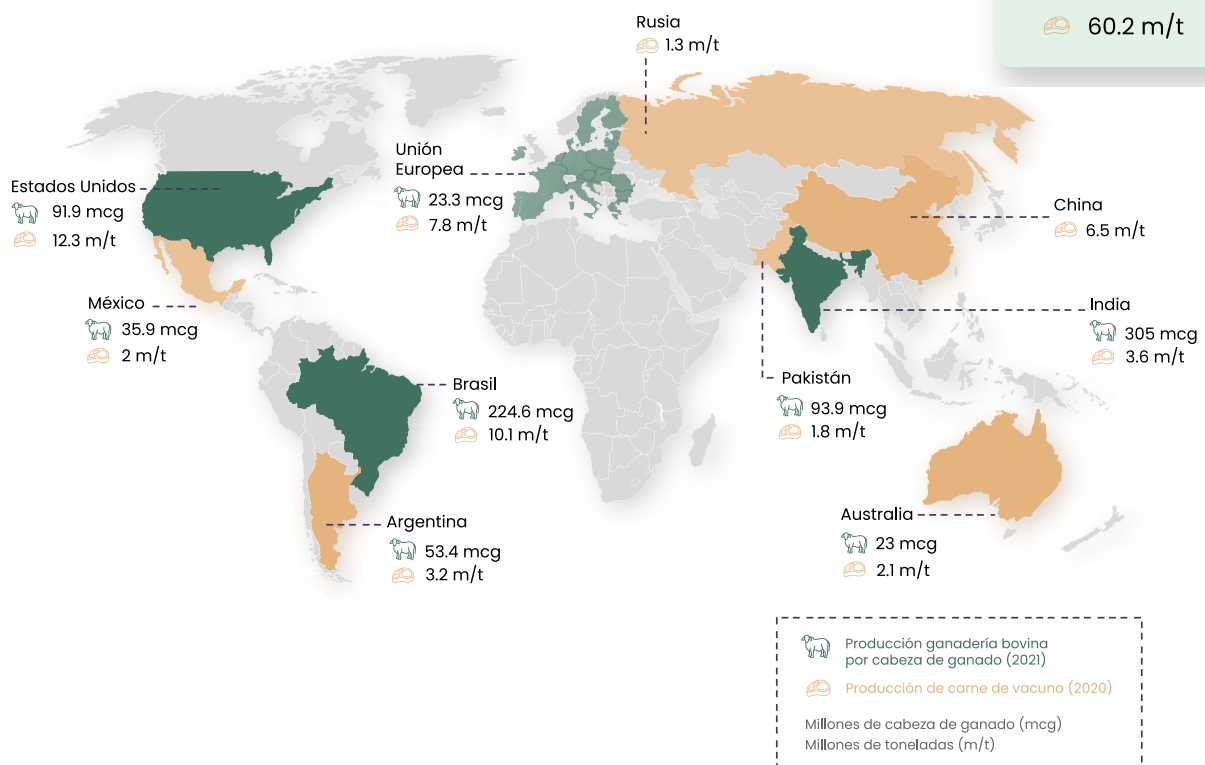


Bovinos | Infografía¹

De conformidad con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), en el 2021 la producción de carne de vacuno a nivel global se situó anualmente en torno a los 59 millones de toneladas (t). En ese mismo año, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), esta cantidad es diez millones superior. Pese a estas diferencias, ambas fuentes coinciden en que se trata de la tercera variedad de carne más producida del mundo, por detrás de la procedente del cerdo y de las aves.

En cuanto al consumo, la carne de vacuno ha experimentado un crecimiento generalizado desde 1990, pasando de menos de 50 millones de toneladas en dicho año, a cerca de 72 millones en 2021.

Panorama internacional



En 2020, **Estados Unidos** fue el mayor productor de carne de res a nivel mundial con 12.3 millones de toneladas. **México** se encuentra en el octavo lugar a nivel mundial con 2 millones de toneladas.

En ese mismo año, los 10 principales productores de carne de bovino representaron el **84.8%** (51 millones de toneladas) del total que se produjo a nivel mundial.

Fuente: elaboración propia con datos de USDA (s.f.).




¹ En este apartado se presentan, de manera sintética, los datos relevantes de la cadena productiva.



En 2022, **Brasil** produjo en total más de 10.3 millones de toneladas de carne de vacuno, hecho que lo convirtió en el **segundo mayor productor del mundo**, solo por detrás de Estados Unidos.



Derivados de la industria en la ganadería bovina

 <p>Carne de res</p>	 <p>Productos lácteos</p>	 <p>Piel / Cuero</p>	 <p>Huesos y productos óseos</p>	 <p>Órganos</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza para una variedad de cortes y preparaciones culinarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Leche natural, leche pasteurizada, queso, yogur, mantequilla y crema 	<ul style="list-style-type: none"> • Industria de la moda • Calzado • Tapicería y muebles • Otros productos 	<ul style="list-style-type: none"> • Gelatina • Colágeno • Otros subproductos 	<p>Algunos órganos y partes de la res se utilizan en la cocina, como el hígado, la lengua, el corazón y los riñones</p>
 <p>Grasa</p>	 <p>Estiércol</p>	 <p>Sangre</p>	 <p>Pelo</p>	 <p>Medicamentos y productos farmacéuticos</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Cocinar y freír alimentos • Producción de sebo para la fabricación de velas • Productos para el cuidado de la piel 	<ul style="list-style-type: none"> • Fertilizante orgánico 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación de alimentos para mascotas • Industria farmacéutica 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación de cerdas de cepillos • Otros productos 	<ul style="list-style-type: none"> • La heparina que se extrae del hígado

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022).



Panorama nacional

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), que forma parte de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, para el 2023 en relación al ganado vacuno se proyectan 2 217 000 toneladas de producción y un consumo de 1 876 000 t. En cuanto al comercio exterior, se calculan importaciones de 199 000 t y exportaciones por 435 000 t.

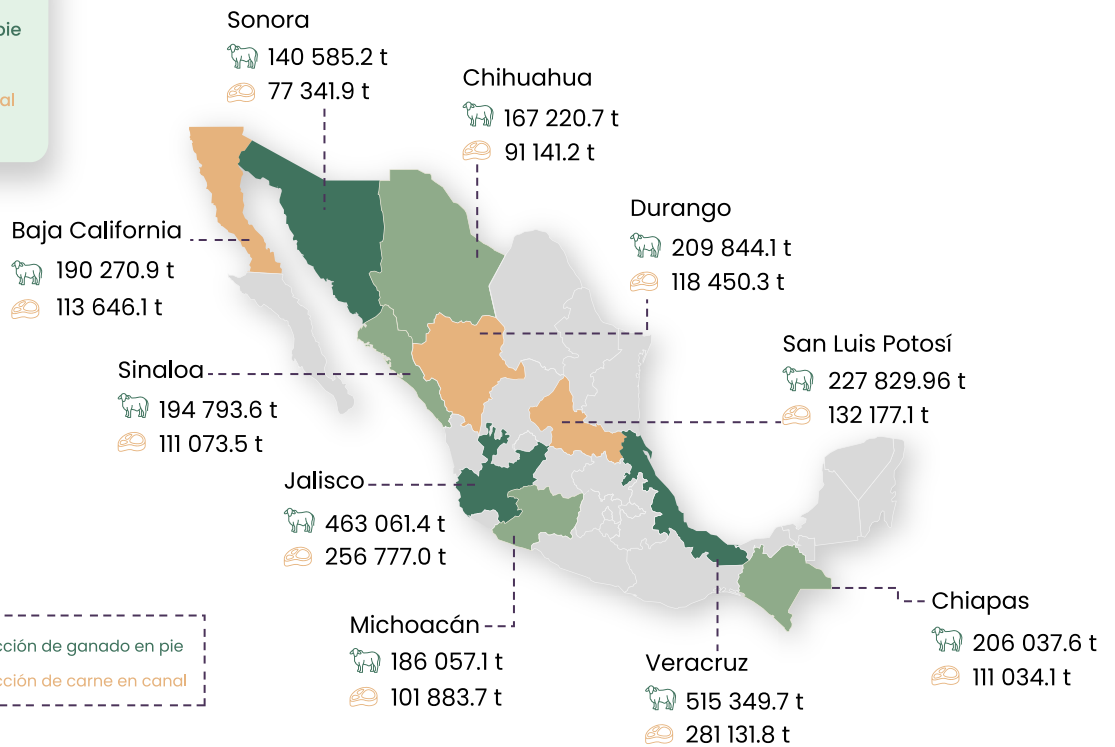
Total nacional (2022)



Producción de ganado en pie
3 933 268.29 t



Producción de carne en canal
2 175 576.62 t



Producción de ganado en pie



Producción de carne en canal



La producción de carne de vacuno en los estados de **Veracruz** y **Jalisco** es, en promedio, de más del doble en comparación con los demás entidades.

La producción de Veracruz y Jalisco representó el **24.82%** del total de la producción anual en México, en el 2022.

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022).



Principales retos identificados



Salud

Resulta necesario garantizar un hato libre de **tuberculosis** y **brucelosis**, por lo que es indispensable hacer pruebas (en cantidad suficiente y confiables), así como mantener una trazabilidad con el animal.



Integración de la cadena

Tener buenas prácticas de ordeña, contar con la certificación de los rastros, mantener una calidad homogénea de materias primas y obtener el certificado de proveedor confiable (libre de clembuterol).



Mejora genética

Es necesario llevar un registro de las razas más adaptables y reproductivas.






Manejo de sistemas silvopastoriles

Contar con sellos de ganadería verde.

Panorama en el Istmo

La producción ganadera en el Istmo de Tehuantepec está determinada principalmente por el estado de Veracruz.

Cifras del estado de Veracruz y Oaxaca, región Istmo (2022)

	 Producción del ganado en pie (t)	 Producción de carne en canal (t)	 Producción en miles de litros de leche de bovino
Veracruz	229 546.20	126 566.60	316 192.80
Oaxaca	31 794.30	17 408.80	43 162.30

Nota

Para el estado de Oaxaca se consideraron los datos de la división política de la región Istmo.

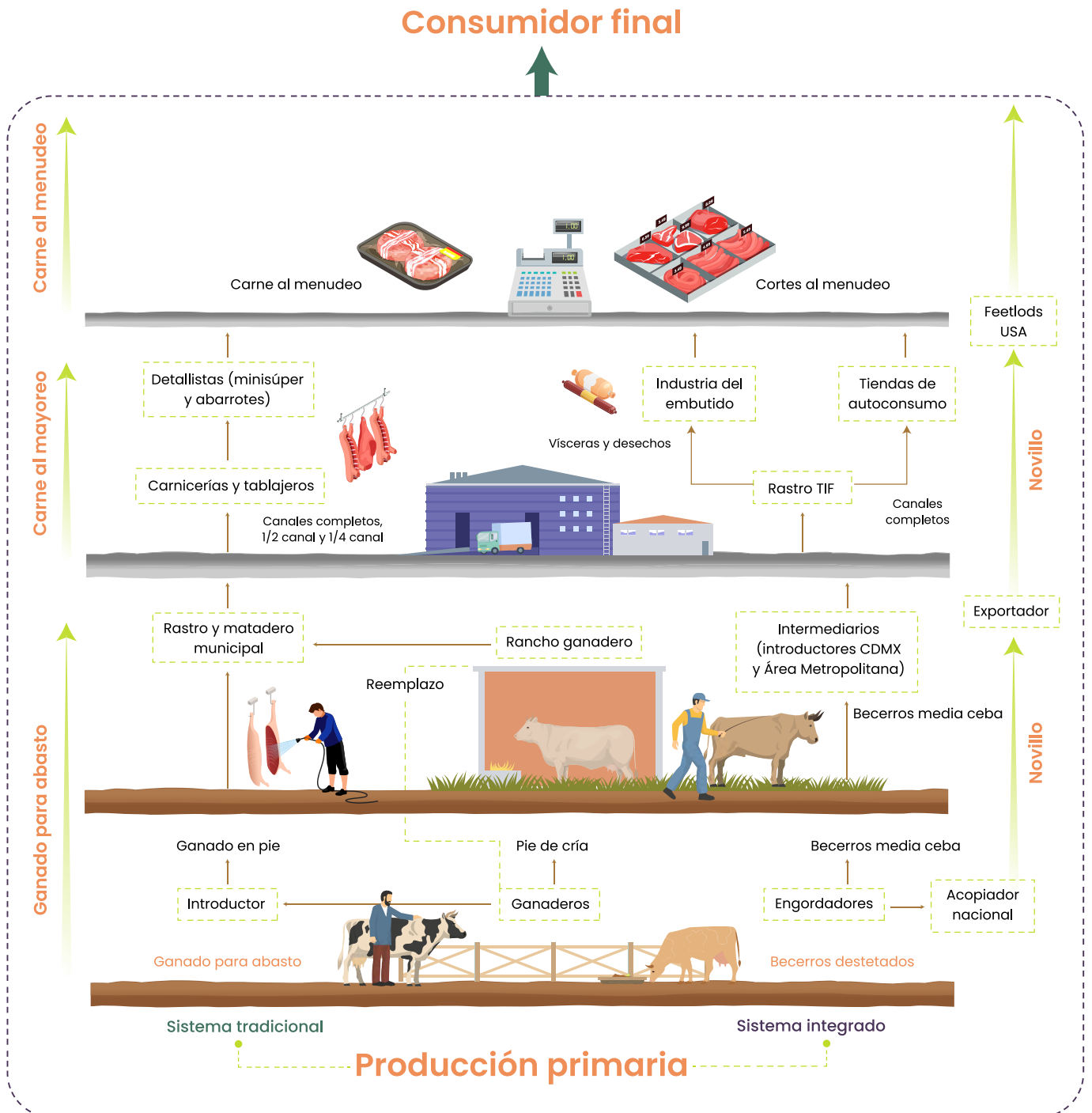
Para el estado de Veracruz se consideraron los municipios que participan en el "Programa Istmo".

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2022).



Cadena de valor

La cadena de valor de carne de bovino comprende la producción agrícola, reproducción y crianza de becerros, repasto, engorda, sacrificio, corte, empaque, transporte y comercialización; actividades que demandan en México casi 1.1 millones de empleos directos y 3 millones de empleos indirectos, representados por criadores, ganaderos, engordadores, procesadores en rastros TIF, particulares y municipales, así como agentes que distribuyan y comercializan la carne (Shwedel y Zorrilla, 2007).



Fuente: adaptado de Palma, Rodríguez y Hernández (2020).



Principales oportunidades técnicas, ambientales y sociales



Nutrición y alimentación

Alimentación balanceada que cumpla con los requerimientos nutricionales tanto para la producción de carne como de leche



Manejo reproductivo

Programas de manejo reproductivo que optimicen la reproducción y el intervalo entre partos



Capacidad técnica

Implementación de asesorías técnicas a los productores ganaderos



Capacitación y acompañamiento

Asistencia técnica adecuada para optimizar la eficiencia de producción de carne y leche



Tecnológico

Desarrollo de infraestructura de rastros certificados

Transferencia de tecnología para reducir costos, incrementar productividad y rentabilidad

Producción de leche, ordeña mecánica y tecnología de enfriamiento o pasteurización



Ambientales

Ganadería verde con prácticas sustentables de bajas emisiones

Sistemas silvopastoriles

Ganadería regenerativa

Manejo de residuos en los corrales de engorda

Tratamiento de aguas en los rastros





5.2

Hitos tecnológicos para la ganadería de doble propósito en el mundo

Las innovaciones tecnológicas relacionadas con la ganadería bovina son múltiples y se presentan en los diferentes eslabones de la cadena productiva; la incorporación de éstas a lo largo de la cadena de valor es necesaria para incrementar la productividad, abastecer la demanda, producir con calidad y resolver los problemas inherentes al sector ganadero bovino, logrando una producción sustentable con bajas emisiones de gases de efecto invernadero y la conservación de los recursos. Así, las actuales prácticas de producción deben procurar también la adopción de tecnologías que consideren la protección y restauración del suelo, la captura de carbono, la conservación de la biodiversidad y la recarga de acuíferos, entre otros aspectos.

En el cuadro 5.1. se muestran ejemplos de innovaciones que se han desarrollado con los propósitos referidos en el párrafo anterior; no pretende ser exhaustivo, su objetivo es ilustrar que para la compleja cadena productiva de ganadería de doble propósito existen tecnologías que es necesario analizar, evaluar, adoptar, asimilar y adaptar con la finalidad de lograr competitividad con sustentabilidad y sostenibilidad.



Cuadro 5.1. Principales innovaciones tecnológicas para la cadena productiva de ganadería de doble propósito

Innovación	Descripción	Ejemplos
Inseminación artificial	Técnica de reproducción asistida para mejorar la eficiencia, la precisión y la tasa de éxito en la fecundación y nacimientos.	<ul style="list-style-type: none"> Sexado de semen: permite determinar el sexo del embrión antes de la inseminación. Diseño de pajillas mejorado: por ejemplo, se han introducido características como puntas más estrechas que facilitan su apertura antes de la inseminación y sistemas de cierre herméticos.
Transferencia de embriones	<p>Técnica de reproducción que permite acelerar el mejoramiento del ganado a partir de superovulación y fecundación de óvulos para producir embriones de alta calidad por parte de ambos progenitores.</p> <p>Los óvulos fertilizados son colectados del cuerno uterino de la hembra antes de la nidación, y transferidos al cuerno uterino de otras hembras para completar su gestación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> El uso de hormonas y la monitorización por ultrasonido han permitido un control más preciso de la superovulación, lo que aumenta la cantidad de embriones viables que se pueden recolectar. Robots para la recolección, procesamiento y transferencia de embriones. Técnicas de vitrificación para una congelación ultrarrápida que permite la conservación a largo plazo de embriones sin dañar sus estructuras celulares, lo que aumenta la tasa de supervivencia de los embriones después de la descongelación.
Alimentación de precisión	Se refiere a las tecnologías que permiten proporcionar alimentos de manera precisa y personalizada a los animales para mejorar la eficiencia de conversión de alimentos y reducir el desperdicio.	<ul style="list-style-type: none"> Formulación de dietas a partir de los requerimientos nutricionales del animal, con base en el propósito de producción, condición corporal, edad fisiológica, raza y condiciones ambientales. Sensores para detectar cuándo y cuánto come un animal lo que permite ajustar la ración de manera precisa
Monitoreo de precisión	Se refiere a herramientas y técnicas que permiten conocer el estado de salud de cada animal en tiempo real.	<ul style="list-style-type: none"> Sensores para detección temprana de enfermedades, por ejemplo, a través de sensores es posible detectar hinchazón y calor en las ubres de cada animal para identificar mastitis en etapas tempranas. Inteligencia artificial para detectar las primeras indicaciones de mastitis antes de que haya signos físicos de la enfermedad en la ubre, lo que permite retirar a los animales enfermos de la producción y recibir el tratamiento correspondiente.
Sistemas de riego	Tecnologías que permiten optimizar el uso del agua asegurando, al mismo tiempo, la calidad y cantidad de pastizales.	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas de riego por goteo son altamente eficientes ya que suministran agua directamente a la zona de las raíces de las plantas, reduciendo al mínimo las pérdidas por evaporación y lixiviación; en lugares donde el agua es escasa, el sistema por goteo ha probado ser efectivo.
Gestión de excretas	Se refiere a procesos para recoger, almacenar y tratar excretas para aprovechar su potencial como fertilizante orgánico.	<ul style="list-style-type: none"> Compostaje: proceso de descomposición biológica del material orgánico sólido en un entorno aerobio, durante el cual los microorganismos transforman los compuestos orgánicos para obtener un producto con nutrientes adecuados para el suelo. Secado térmico: permite obtener un fertilizante con muy poco contenido de agua, lo que le confiere estabilidad y facilidad para su transportación, Para que sea económicamente viable el sistema debe estar vinculado a la generación de biogás.

Continúa



Innovación	Descripción	Ejemplos
Sistemas silvopastoriles	Combinación de pasturas con plantas leñosas que, en conjunto, ofrecen diversos beneficios: conservación del suelo; provisión de forraje de alto valor nutritivo, y regulación climática, entre otros.	<ul style="list-style-type: none">• Cortinas rompevientos: su objetivo es proteger al ganado y otras especies vegetales de las ráfagas de viento. Están compuestas por árboles de tamaño y copa grande.
		<ul style="list-style-type: none">• Bancos de forrajeros: incluye bancos de proteína y de energía. Consiste en sembrar varios tipos de plantas leñosas para que el ganado cuente con alimento de alto valor nutricional y buena digestibilidad.• Cercas vivas: consiste en sembrar líneas de árboles y/o arbustos como soportes para el alambre, principalmente para marcar límites entre parcelas o diferentes usos de suelo. Pueden combinarse árboles forrajeros con frutales de diferentes alturas.
Mecanización y Automatización de la ordeña	Uso de equipos para hacer el proceso más eficiente, programado e higiénico.	<ul style="list-style-type: none">• Detectores infrarrojos ajustan automáticamente para la ordeña, pero también permiten la detección de sangre u otras impurezas presentes en la leche.• Los sistemas robotizados permiten llevar el registro exacto y diario por cada animal de sus condiciones de salud y producción, para posteriormente, relacionar estos parámetros con la alimentación, por ejemplo.
Software para administrar la Unidad productiva	Sistemas que permiten recopilar y analizar datos sobre alimentación, reproducción, salud de los animales; así como costos de la unidad productiva que permiten la toma de decisiones de manera adecuada y oportuna.	<ul style="list-style-type: none">• Aplicaciones que pueden ser usadas en teléfonos celulares para llevar el control de la unidad productiva.
Procesos y equipos empleados en la producción de lácteos que permiten un uso más eficiente de la energía eléctrica	Incorporación de dispositivos que ahorran energía	<ul style="list-style-type: none">• Válvulas incorporadas al proceso de homogeneización, capaces de producir la misma distribución de tamaño de glóbulo de grasa con menos de la mitad de la presión de operación de las válvulas convencionales.
Procesos y equipos que contribuyen a tener leche con la calidad necesaria para ser procesada	Tecnologías para eliminar bacterias	<ul style="list-style-type: none">• Microfiltración y bacto-fugación (centrifugación a altas velocidades). Ambas tecnologías preservan mejor el perfil de sabor del producto y la integridad nutricional, por lo que a menudo se utiliza para elaborar productos de mayor valor agregado. También se logra extender la vida útil de la leche, en el caso de la microfiltración hasta 35 días y en la bacto-fugación se extiende la vida útil de tres a ocho días.
		<ul style="list-style-type: none">• Los pulsos eléctricos de alto voltaje consiguen una efectiva inactivación microbiana, a nivel de pasteurización, con un escaso incremento en la temperatura. Además, se obtiene un producto apto para el consumo con una buena calidad nutricional y sensorial, similar a la del alimento fresco. Se han logrado buenos resultados en la eliminación de patógenos tales como <i>Escherichia coli</i>, <i>Pseudomonas spp.</i>, <i>Bacillus spp.</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Lactobacillus spp.</i>, <i>Listeria spp.</i>, <i>Salmonella</i> Dublín y bacterias propias de la leche cruda.

Continúa



Innovación	Descripción	Ejemplos
Lácteos funcionales	<ul style="list-style-type: none">• Mezcla de productos lácteos con infinidad de ingredientes que prometen salud y un mejor funcionamiento del cuerpo humano.	<ul style="list-style-type: none">• Yogures y otros lácteos con probióticos; prebióticos y omega 3 (DHA) o el desarrollo de nuevos productos como los enriquecidos en proteína enfocados a nuevas categorías de consumidores como deportistas, lo cual sigue la tendencia de innovación de los lácteos a nivel internacional.
Sistemas de trazabilidad	<ul style="list-style-type: none">• Permite hacer procesos de trazabilidad desde el hato hasta el procesamiento.	<ul style="list-style-type: none">• Blockchain permite incluir información detallada sobre el origen, la calidad y las prácticas de cría del ganado. Esto permite a los productores y consumidores verificar la autenticidad de los productos cárnicos y garantizar que cumplen con los estándares de calidad y bienestar animal.
Tecnologías de inspección	<ul style="list-style-type: none">• Permiten garantizar la calidad e inocuidad de los productos	<ul style="list-style-type: none">• Sistemas de inspección automatizada que utilizan rayos X, ultrasonidos y visión por computadora para detectar defectos en la carne, como huesos, metales y otros contaminantes.

Fuente: elaboración propia con información de Agrositio (2020), Alianza MéxicoREDD+ (s.f.), Berlan (2018), Fernández, et al. (2015), GEA (2015), Marinidou y Jiménez (2010), Morán (s.f.), Mora (2016), Pardo (2018), Portal Lechero (2010), Sevilla (2013), Unión Ganadera Regional de Jalisco (s.f.) y Villamel (2006).



5.3

Áreas estratégicas de la cadena productiva dentro de la región

México dedica el 56% de su superficie a la ganadería extensiva, ocupa el séptimo lugar a nivel mundial en la producción de proteína animal y produce el 82.1% de los alimentos de origen animal que consume internamente (Vega, 2021).

La ganadería bovina es la más importante dado que, a nivel país, representa el 30.9% del producto interno bruto agroindustrial e involucra a 2.5 millones de personas desde la producción primaria hasta la distribución; se producen anualmente 12 000 millones de litros de leche y 1.98 millones de toneladas de carne en canal, las cuales se procesan y consumen a través de una amplia gama de productos (Barragán, 2021).

En 2019, se reportó un total de 34 037 141 cabezas de bovinos en el hato nacional; Oaxaca contribuyó con el 4.3% (1 464 178 cabezas), en tanto que Veracruz lo hizo con el 13.4% (4 571 170 cabezas) (Inegi, 2019). La distribución del hato para ambos estados, de acuerdo con su función, se presenta en el cuadro 5.2.

Cuadro 5.2. Distribución del ganado bovino por función, Oaxaca y Veracruz (2019)

Función	Oaxaca (1 464 178 cabezas)	Veracruz (4 571 170 cabezas)
Vacas para cría de becerros	27%	17%
Vacas exclusivamente para producción de leche	3%	2%
Vacas para cría de becerros y ordeña	15%	27%
Engorda	7%	7%
Otros	48%	47%

Fuente: elaboración propia con datos de Inegi (2019).

De acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa, 2006), Oaxaca tenía para entonces alrededor de 2 millones de hectáreas con



vocación ganadera, sin embargo, la mayor parte eran agostaderos con pastos nativos. Son pocos los productores que se han tecnificado, especialmente hacia la parte de praderas inducidas y sistemas de rotación de potreros, entre otros aspectos. Respecto al manejo del ganado, en este estado predomina el libre pastoreo (61%) y, en materia de calidad de ganado, el 23% corresponde a bovinos criollos, el 59% a cruce de criollos con razas finas y 18% es ganado fino o de razas especializadas (Inegi, 2019).

Por su parte, Veracruz destina aproximadamente el 50% de su territorio a las actividades ganaderas; el 86% de los sistemas son de libre pastoreo y los hatos se componen de bovinos criollos (23%), cruces de criollos con razas finas (66%) y ganado fino o de razas especializadas (6.3%). La contribución de Veracruz en el sector pecuario de bovinos a nivel nacional es sumamente importante (Inegi, 2019).

La región del Istmo de Tehuantepec ocupa una superficie total de 4 677 190 hectáreas, de las cuales el 51% se ubica en el estado de Oaxaca y el 49% en Veracruz. La ganadería es la actividad económica más relevante de la región, se realiza en el 53.6% de la superficie total; en la zona del trópico húmedo se concentra el 88% de las unidades de producción, el 77 % de la superficie ganadera y el 91% del hato bovino (Macosay, 2022).

Cuadro 5.3. Ganado bovino en el Istmo de Tehuantepec

Zona Ecológica	No de Unidades de Producción*	Superficie ganadera (ha)	Cabezas bovinos
Templada	322	11 112	6128
Trópico húmedo	103 718	1 930 986	3 374 661
Trópico seco	13 999	565 050	326 855
Total	118 039	2 507 148	3 707 644

*97 037 Unidades de producción son de doble propósito, lo que representa el 82%

Fuente: adaptada de Macosay (2022).



Los datos de producción de la actividad primaria de ganado bovino en el Istmo se muestran en el cuadro 5.4.

Cuadro 5.4. Producción de la ganadería bovina en los municipios que integran el Istmo de Tehuantepec

	Oaxaca		Veracruz	
	Volumen	Valor (miles de pesos)	Volumen	Valor (miles de pesos)
Carne en canal	34 817.61 ⁽¹⁾	2 467 096.4	407 698.37 ⁽¹⁾	28 686 030.03
Ganado en pie	63 588.58 ⁽¹⁾	2 156,104.77	230 933.34 ⁽¹⁾	7 838 114.76
Leche	86 324.61 ⁽²⁾	615 239.78	316 192.85 ⁽²⁾	2 221 089.95

⁽¹⁾ Toneladas

⁽²⁾ Miles de litros

Fuente: elaboración propia con base en SIAP (2021).

En la zona del Istmo, la ganadería de bovinos se caracteriza por ser un sistema de doble propósito, es decir, que tiene dos objetivos fundamentales: la producción de leche y la de carne. El sistema incluye animales reproductores (vacas, becerras y sementales) y las crías, con dos variantes: la cría con ordeño (donde los productos principales son la leche y el becerro al destete—la cría estimula la secreción de la leche) y la cría sin ordeño (las crías se alimentan de toda la leche y son vendidas al destete). Las características generales del sistema de doble propósito en el Istmo se resumen enseguida (Cruz, 2014; Rangel, 2016; Gómez *et al.*, 2002; Barragán, 2021; Macosay, 2022):

- Las unidades de producción son pequeñas, de tipo extensivo y dispersas en una gran variedad de ecosistemas, utilizan poco la tecnología y poseen una estructura económica donde la tierra y el ganado representan del 80% al 90% del capital total (Cruz, 2014).
- Se carece de infraestructura y medios (alimento) para la engorda, por lo que los animales se venden a otros estados cuando alcanzan determinado tamaño (becerros destetados o media ceba, en el mejor de los casos); la venta se realiza a intermediarios que abastecen a los corrales de engorda del centro y norte del país.
- Las unidades de producción tienen bajos parámetros de productividad debido, entre otros factores, a un incipiente mejoramiento genético, bajas tasas de reproducción, baja producción de forrajes, altos costos de suplemento, mortalidad elevada, escasas ganancias de peso e insuficiente infraestructura para la industrialización y comercialización de productos y subproductos (Cruz, 2014).
- En el aspecto genético, predominan las cruces de ganado cebuino con europeo, buscando mejorar los niveles de producción de leche y un buen tamaño de becerro; así como la resistencia a ciertas plagas (específicamente garrapatas y las enfermedades transmitidas por éstas) y al clima.



- En lo referente al manejo reproductivo, en la mayoría de las unidades productivas el empadre se realiza mediante monta directa; la inseminación artificial es una práctica utilizada por un número muy reducido de productores.
- La principal fuente de alimentación del ganado son los pastizales que dependen del temporal y por ello son escasos en algunas épocas del año; asimismo, el pastizal todavía se encuentra representado en una gran proporción por especies nativas de bajo valor forrajero y que, en general, se manejan en forma inadecuada (López, 2000); también el uso de bancos de proteínas es prácticamente nulo a pesar de que está sobradamente documentado que el tipo y cantidad de alimento repercuten en la productividad (ganancia de peso y cantidad de leche) así como en la calidad de los productos obtenidos (por ejemplo, cantidad de grasa en la leche).
- Aunque hay campañas zoonosológicas impulsadas por autoridades federales y estatales, se siguen presentando problemas de sanidad que limitan la actividad, tal es el caso de la presencia de tuberculosis y brucelosis. El objetivo de ambos estados es que sean declarados zonas libres de ambas enfermedades. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que, si bien las campañas son indispensables, también es necesario llevar un registro detallado de cada animal, aspecto que hasta este momento no ha sido priorizado por los productores.
- Son pocos los productores que llevan registros económicos y productivos (insumos, controles sanitarios, fechas de parto, cantidad de leche colectada, pesos del ganado, egresos e ingresos), por lo que es difícil cuantificar ganancias y/o pérdidas, así como identificar áreas de mejora específicas.
- Bajas tasas de reproducción: en principio se esperaría que una vaca pueda parir un becerro cada 18 meses; sin embargo, dadas las condiciones de la ganadería en

el Istmo, las vacas tienen partos cada 36 meses.

En lo referente a los eslabones de la cadena de valor que siguen a la producción primaria de ganado bovino, las áreas estratégicas por atender son:

Áreas estratégicas para la cadena productiva de leche

- Incorporación de buenas prácticas de ordeña para cuidar la salud del animal, la higiene del producto que será transformado y su manejo para mandarlo, lo más rápido posible y en condiciones ideales, a los tanques de almacenamiento y en condiciones ideales (sistemas de enfriamiento).
- La mayor parte de la ordeña aún se realiza de manera manual, es deseable transitar hacia la ordeña mecanizada.
- Colecta y transporte de la leche en tiempo y forma para abastecer a las unidades transformadoras (queseras y derivados lácteos). La atomización de los ranchos en el territorio demanda, en este momento, la presencia de intermediarios que compran la leche al productor, la acopian y luego la revenden.
- Segalmex y Nestlé poseen infraestructura para acopio de la leche en el Istmo y también se ha reportado que pagan mejores precios, lo cual podría ser un estímulo para mejorar las condiciones de producción; sin embargo, la compra de leche por estas dos empresas está condicionada al cumplimiento de las normas de calidad establecidas (Amador, 2022).
- Se ha señalado que, en el país, existe un déficit de leche fluida; el tema de los estándares de calidad, higiene y el abastecimiento continuo son dos variables por atender para captar esa oportunidad.
- En los procesos de transformación de la leche, la integración vertical de los productores puede ser una alternativa para mejorar los márgenes de utilidad,



principalmente para la elaboración de quesos (fresco y maduros) y yogur; para ello, se requiere infraestructura, capacitación de los procesos productivos, calidad, elementos de logística para llegar a los mercados de estos productos finales y aspectos de mercadotecnia.

Áreas estratégicas para la cadena de carne

- El acopio de becerros en los diferentes ranchos, para clasificarlos por edad, tamaño y razas, a fin de poder proceder a su venta, es una actividad que, al igual que en el caso de la leche, es realizada a través de acopiadores, quienes tratan de comprar barato y vender lo más caro que se pueda con miras a recuperar muy pronto su inversión. La dispersión de los ranchos y las deficiencias en las carreteras exigen la intervención de los intermediarios.
- Corrales para engordar el ganado y evitar venderlo cuando aún tiene poco peso. Para que esto pueda ser factible, se requiere no solamente de los espacios sino también de cuidar de la salud de los animales durante el tiempo de engorda y, por supuesto, de alimentarlos de la mejor manera para garantizar la calidad de la carne. Desde la óptica de diversos productores, la engorda de ganado no se ve como una opción dado el costo del alimento; sin embargo, hay experiencias de corrales comunitarios en la zona, esta podría ser una opción por explorar.
- La intervención de las unidades productivas que incluya manejo de suelos y cultivo asistido de pastos, arbustos y árboles (uso de semillas apropiadas, curvas de nivel, riego en época de secas, etc.) es la mejor opción para garantizar alimento de calidad en los sistemas de ganadería extensiva propios del trópico, pues se ha demostrado que este sistema bien manejado puede rendir frutos en lo que a productividad se refiere y también a la calidad de los productos, contribuyendo además a las cuestiones de sustentabilidad y cuidado del medio ambiente.
- Sacrificio: una vez que el ganado tiene el peso requerido, se requiere de rastros y procesos adecuados para garantizar la inocuidad de los alimentos y el manejo apropiado de los desechos. Los rastros tipo inspección federal (TIF) se han mencionado como infraestructura deseable en el Istmo para esta actividad; sin embargo, aunque es una idea compartida de los productores, actualmente en la zona hay pocos y estos se ubican en Veracruz.
- Acceso a los mercados para venta de la carne. Se requieren actividades logísticas para llegar a los mercados más grandes fuera de la región. Se ha hecho mucho énfasis en poder comercializar la carne bajo ciertos sellos de ganadería verde y vender los cortes; sin embargo, esto requiere vinculación y organización con el eslabón de actividades primarias, a efectos de estar en condiciones de cumplir requisitos de certificación.



5.4

Aspectos de mercado relevantes¹

El impulso de la ganadería en el Istmo debe considerar todos los eslabones de la cadena de valor. Los aspectos de mercado deben retroalimentar las acciones que se den en el sector primario.

En lo que respecta a la producción de leche, el mayor valor se genera en la transformación y venta de derivados lácteos, principalmente queso (fresco) y yogur. Se considera que existe una gran oportunidad si los productores logran asociarse para cubrir las cantidades de leche requeridas para la elaboración de queso, por ejemplo; sin embargo, no solamente se trata de cantidad sino también de calidad, de hecho los grandes compradores de leche sujetan el precio al cumplimiento de calidad e higiene.

Aunque el principal derivado lácteo de la región es el queso fresco, se observa que existen productos de mayor valor agregado (quesos maduros o semi maduros, por ejemplo) que podrían exportarse. La mejora en el transporte en la región del Istmo, concretamente el tren, se observa como una opción para explotar esta oportunidad, pues permitiría trasladar los productos fuera de la región, hacia mercados más diversos y con capacidad de compra mayor.

En lo referente a carne, aunque existen voces que consideran que la engorda y el sacrificio de ganado en la región es poco viable, otros actores han expresado que bajo el enfoque de sistema silvopastoril sí es factible la engorda por lo menos a media ceba o hasta a nivel de peso ideal en establos comunitarios. Concretar este paso implica aspectos de organización de los productores y la conversión a sistemas sustentables, además de complementar la infraestructura con rastros TIF. El mayor valor agregado en esta cadena productiva es la venta de cortes, que estaría pensada para abastecer mercados fuera del Istmo.

Tanto en la cadena de leche como en la de carne, la oportunidad de agregar valor a los productos primarios y acceder a mercados

¹ Los aspectos de mercado mencionados en esta sección se rescataron de las mesas colaborativas realizadas para la cadena productiva.



más complejos pasa por el tema de integración vertical de los productores; de esa manera, no estarían sujetos a las condiciones establecidas por los acopiadores o las grandes empresas que controlan el mercado.

La reconversión a sistemas silvopastoriles también daría la oportunidad de generar productos con cierto tipo de certificación; por ejemplo, productos sustentables que vayan orientados a mercados de mayor valor.



5.5

Oportunidades tecnológicas y de mercado

La baja rentabilidad y productividad de las unidades de producción es multifactorial; entre los principales aspectos destacan: la falta de capacitación, limitado uso de tecnología (para manejo de praderas, reproducción y transformación); alimentación limitada por los recursos naturales; producción de leche estacional; genética indeterminada de los hatos por lo que se desconoce su potencial productivo real, malas prácticas productivas y de sanidad, así como acceso limitado a crédito y prácticas incipientes de organización y registros.

La capacitación, actualización y acompañamiento de los productores para que introduzcan tecnologías de manejo de suelos, pastizales, manejo reproductivo, sanidad, buenas prácticas de ordeño, entre otras, han demostrado ser instrumentos efectivos para mejorar la productividad y cambiar la mentalidad de los ganaderos. El programa Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT), que funcionó por varias décadas (Román *et al.*, 2021), es un ejemplo de ello; su importancia y trascendencia ha sido reconocida por productores, investigadores y funcionarios, por lo que se considera que sería aconsejable recuperar sus elementos esenciales y aumentar su alcance en aspectos que lleven a la integración hacia los otros eslabones de la cadena de valor (procesamiento) y acceso a mercados. En el cuadro 5.5 se muestran los incrementos de productividad para algunos años de varias unidades productivas que fueron intervenidas mediante el modelo GGAVATT.

Cuadro 5.5. Ejemplos de indicadores productivos obtenidos a través de la implementación del modelo GGAVATT

Parámetro	Resultados			
	2013*	2014	2015	2016
Unidad animal/ha	1	1.2	1.2	1.3
Nacimientos (5)	44	60	67	73
Mortalidad jóvenes (%)	15	7	5.9	3.4
Mortalidad adultos (%)	5	2.7	1.7	1.5
Leche/hectárea, kg	169	651	786	899

*Línea base

Fuente: adaptada de Román (2022).



Respecto a los recursos forrajeros, el establecimiento eficiente de sistemas silvopastoriles con al menos tres niveles de vegetación (pastos, arbustos y árboles) es una buena opción para garantizar alimento de calidad. Para su asentamiento se requiere del análisis de suelo, el establecimiento de curvas de nivel, contar con el material que se plantará y las prácticas adecuadas para su manejo (fertilización, control de pastoreo y poda, por ejemplo).

A la par que se garantiza la alimentación del ganado, se debe procurar introducir ejemplares con la genética adecuada para la producción de leche y carne. Hay casos muy exitosos en Veracruz de ranchos que han generado capacidades para criar ganado de registro, y que pueden ser proveedores de vacas y sementales para mejorar el ganado si se tiene información clara y precisa de su potencial.

La mejora de la productividad debe considerar aumentar la carga animal por hectárea; alargar el tiempo de lactancia, incrementar la tasa reproductiva e incrementar la producción de leche por hectárea (Amador, 2022).

El mercado nacional e internacional de carne y leche muestra una tendencia al alza y se prevé que este comportamiento se conserve en el largo plazo (Macosay, 2022); por lo tanto, deben generarse mecanismos que permitan a los productores integrarse a los siguientes eslabones de la cadena productiva, agregando valor a sus productos para incrementar sus márgenes de ganancia. Si no es posible una integración vertical, al menos se debe fomentar el incremento de la calidad y que ésta sea homogénea para conseguir ser proveedores de empresas que pagan mejores precios.

En la integración hacia los eslabones de la cadena productiva de leche, se requiere infraestructura de transporte, enfriamiento, almacenamiento y procesamiento. En la región del Istmo se privilegia la producción de quesos frescos; sin embargo, con una buena asistencia técnica se podría migrar hacia otro tipo de quesos que sean apreciados en otros mercados y con un precio mayor.

En la cadena productiva de carne, un manejo óptimo de recursos (agua y suelo) para evitar degradación de estos, donde también se privilegie el confort de los animales, puede dar lugar a la obtención de sellos

de ganadería sustentable o ganadería verde que deriven en mejores precios; tal iniciativa tendría que ir acompañada de infraestructura óptima para el sacrificio de los animales, así como de asistencia técnica para cumplir requisitos de certificación de productos.

La organización de los productores puede ser benéfica en múltiples aspectos, tales como: la adquisición de insumos a mejores precios (compras consolidadas); la construcción y uso de infraestructura para uso común basada en parámetros de calidad que permitan la disminución de costos, por ejemplo, usando tanques de almacenamiento de leche o corrales de engorda comunitarios y cooperativas para producción de derivados lácteos.

El registro del manejo del hato y su producción es esencial para que el ganadero pueda identificar dónde están sus mayores costos; dado que esta actividad requiere ser metódica y continua, puede ser asistida por programas de *software* sencillos, operados a través de una interfaz amigable desde el teléfono celular.

Hay un déficit importante de leche fluida para abastecer el mercado nacional, por lo que una oportunidad es capacitar a los productores para obtener leche de calidad, mejorar la recolección y negociar con los mejores compradores.

Con adecuados estándares de calidad y producción es posible considerar el abasto de otros mercados, inclusive los internacionales.



5.6

Recomendaciones de política pública

La sustentabilidad de la actividad ganadera es, sin duda alguna, el eje que debe conducir las políticas públicas del sector. Los modelos de ganadería regenerativa que se han aplicado en todo el mundo (IICA, MA, USDA y MEPyD, 2016; Barragán, 2021; Deschamps *et al.*, 2020), incluyendo algunos ranchos de Veracruz y Oaxaca, han demostrado que es posible realizar prácticas ganaderas en armonía con el medio ambiente, evitando la erosión del suelo y manteniendo su fertilidad; cultivando los forrajes necesarios para la alimentación tanto en cantidad como en calidad; sembrando árboles que proporcionen sombra al ganado y con ello disminuir el estrés calórico; realizando un manejo integral del agua (las zonas verdes promueven una mejor filtración) para riego, para dar de beber al ganado y cubrir otras necesidades de las unidades productivas, así como un manejo adecuado de excretas y otros desechos. La aplicación adecuada de estos modelos no solo ha permitido la conservación de los recursos sino también ha tenido como resultado final una mayor productividad en todos los aspectos².

El Istmo de Tehuantepec tiene condiciones para que puedan desarrollarse exitosamente sistemas silvopastoriles, como se ha demostrado en varios ranchos. La región podría convertirse en una región modelo de estos sistemas productivos; sin embargo, para que esto ocurra es necesario que se articulen los esfuerzos público-privados en las siguientes áreas:

1. Asesoría, capacitación y acompañamiento constante para la introducción de técnicas en las unidades productivas; el modelo GGAVATT ha sido muy bien evaluado, por lo que los pilares en los que se sustenta podrían ser la base para estas actividades; adicionalmente, se pueden incluir aspectos de integración a otros eslabones de la cadena productiva (etapa de transformación o al menos cumplimiento de estándares

² Por ejemplo, se ha documentado que el período de recría dura de 9 a 12 meses en agostadero o pastizales, pero cuando se realiza en praderas (especies forrajeras mejoradas, riego y fertilización) este período puede reducirse a 4-6 meses, y los animales alcanzan un peso final entre 250 a 350 kilogramos equivalente a la media ceba, por lo que están listos para ser finalizados, ya sea bajo condiciones de pastoreo o de confinamiento (Durán *et al.*, 2018).



para asegurar la proveeduría a empresas bien identificadas) y aspectos de mercado. Las bases de intervención técnica están dadas, pero para que el programa pueda ser exitoso también se requiere dotarlo de recursos económicos para capacitar y pagar a los técnicos, para financiar la adquisición de equipos e insumos básicos y organizar las ferias y encuentros entre ganaderos para que compartan sus experiencias y saberes.

2. El establecimiento de un sistema silvopastoril requerirá del apoyo gubernamental para hacer diagnósticos precisos de las unidades productivas que determinen las condiciones de suelo, la identificación de las especies vegetales propicias a cultivar y su manejo agronómico óptimo; la genética de los hatos ganaderos para determinar su calidad, la salud del hato, los fertilizantes adecuados y los sistemas de riego propicios, entre otros aspectos.
3. Fomentar la inversión para reconvertir los ranchos. Para esto, las actividades van desde la preparación de los terrenos, la adquisición de las semillas, construcción de caminos, la incorporación de cercos vivos y eléctricos, el diseño del pastoreo hasta la creación de infraestructura (por ejemplo, depósitos de agua). La política de Estado puede contribuir con la dotación de ciertos insumos a precios preferenciales, específicamente la adquisición de semilla de calidad y de animales de genética superior.
4. Los aspectos de administración de las unidades productivas son tan necesarios como los aspectos técnicos. En este rubro se requiere crear conciencia entre los productores sobre la importancia de contar con registros actualizados y constantes de todas las actividades. Puede trabajarse con las instituciones de educación superior de la región (o incluso fuera de ella) para crear plataformas amigables, fáciles de acceder (por ejemplo, a través del teléfono celular) y a un bajo costo. La información que no se considere confidencial puede inclusive ser de utilidad para reforzar o reformar las políticas públicas implementadas.
5. En materia de sanidad animal, la intervención de las autoridades debe ser mejorada en lo que respecta a las campañas zoonosanitarias

y también en cuestión de llevar registros oportunos y verídicos de los animales que han sido tratados o diagnosticados. Hay un consenso generalizado entre los productores sobre la demanda de una mayor intervención de las autoridades para la detección y control de tuberculosis y brucelosis a fin de que la región sea declarada libre de estas enfermedades.

6. Se requiere de apoyos financieros para la adquisición de insumos, maquinaria, compra de sementales y vientres que permitan transitar hacia un hato de mejor genética. Si bien existen algunos programas al respecto, es importante que éstos se ligen a la reconversión del sistema silvopastoril y que se otorguen conforme se vayan cumpliendo metas específicas. Los apoyos financieros pueden ser otorgados por entidades federales, estatales y municipales.
7. Los casos de éxito de sistemas silvopastoriles deben ser promocionados como el mejor método para convencer al ganadero que su apuesta en el mediano y largo plazos están en la sustentabilidad.



8. Todos los elementos deben estar conectados, los esfuerzos concentrados en solo uno de los ejes no tendrán el impacto deseado, tal como lo reconoció la Sagarpa (2006) al indicar que se han hecho esfuerzos de manera aislada que no han contribuido a mejorar la productividad del sector; por ejemplo, la dotación de semillas para el establecimiento de praderas, en donde primeramente no fue posible comprobar que los insumos llegaran a los productores y, al no haber seguimiento operativo sobre su manejo, no se obtuvieron los resultados esperados (Sagarpa, 2006³).

Adicional a todos los elementos que integran el sistema silvopastoril, también se deben incrementar los esfuerzos relacionados con mejorar la infraestructura de laboratorios de sanidad, de análisis de suelos y aquellos para determinar fertilidad del ganado. En Veracruz se han establecido laboratorios móviles con estos servicios y esta solución podría llevarse a una mayor escala para cubrir toda la superficie del Istmo.

Por otro lado, respecto al Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (Siniga), éste debe ser revisado para que realmente sea una herramienta que coadyuve a la implementación de los programas de control sanitario, el registro de movilización de animales y el combate al contrabando, evitando la corrupción.

En la región hay una diversidad de actores a los que deberá convocarse y promover el trabajo conjunto entre ellos, por ejemplo: la Secretaría de Desarrollo Económico y Portuario de Veracruz; las secretarías de Desarrollo Económico, del Medio Ambiente, las subsecretarías de Ganadería y Pesca, la Universidad Veracruzana, las instituciones académicas y de investigación presentes en la región y las de presencia nacional (por ejemplo, el Colegio de Postgraduados -Colpos-, la Universidad Autónoma Chapingo -UACH- y la Universidad Nacional Autónoma de México-UNAM-); el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap), la Secretaría del trabajo y Previsión Social (STPS). Es indispensable crear una gobernanza eficiente.

3 El desempeño del componente de semilla para el establecimiento de praderas tuvo problemas importantes, puesto que el esquema de entrega de este componente es a través de la organización de productores y de los representantes de grupo, lo cual imposibilita el seguimiento del destino final del material. Se determinó que sólo el 28% del material llega efectivamente a los productores que lo solicitaron y que aparecen en los expedientes, por lo que el componente presenta serias deficiencias operativas y de resultados (Sagarpa, 2006).



Referencias

- Agrositio. (2020). Las cinco innovaciones que nos traerá la industria láctea en 2020. <https://www.agrositio.com.ar/noticia/209438-las-cinco-innovaciones-que-nos-traera-la-industria-lactea-en-2020.html>
- Alianza MéxicoREDD+. (s.f.). Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas para la ganadería sostenible en Oaxaca. USAID, United States Agency for International Development, The Nature Conservancy, Rainforest Alliance, Woods Hole Research Center y Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00MVFC.pdf
- Amador, H. (septiembre de 2022). *Políticas públicas pecuarias para el corredor interoceánico*. [videoconferencia dentro del tema: Ganadería bovina de doble propósito, encadenamientos y prácticas sustentables]. Seminario Iniciativas para el Desarrollo Agroalimentario y Agroindustrial del Istmo de Tehuantepec. México.
- Barragán, J. G. (2021). Caracterización y análisis de la cadena de valor y de los mercados de la ganadería regenerativa de bovinos en Chiapas, Chihuahua, Jalisco y Veracruz, México. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza [FMCN]. <https://fmcn.org/uploads/publication/file/pdf/GANARE/Cadena%20de%20Valor.pdf>
- Berlan, P. (2018). Nuevas tecnologías para prolongar la vida útil de la leche. <http://www.envasandoideas.com/es/innovation/prolongarvidaultilleche.html>
- Cruz, M. (2014). Dinámica de Innovación en ganado de doble propósito en el trópico húmedo de México. [Tesis]. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia.
- Deschamps, L., Domínguez, J. A., Vega, A., García, M. A., González, C., Carmona, D., Méndez, E., Ortega, L. (2020). *Hacia una ganadería sustentable y de bajas emisiones en México: una propuesta de implementación de una acción nacionalmente apropiada de mitigación para transitar hacia la ganadería bovina extensiva sustentable*. México: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Departamento de Agricultura de Estados Unidos. [USDA por sus siglas en inglés]. (s.f.). Servicio de Estadísticas de la Agricultura Nacional. <https://www.nass.usda.gov/>
- Durán, E., Ruiz, A., Sánchez, V. (2018). Competitividad de la ganadería de doble propósito en la costa de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 43,77–88. <https://www.redalyc.org/journal/141/14158242007/html/>



- Fernández, T., Herrero, E., Bescós, B. (Coords.) (2015). *Evaluación de sistemas de gestión de estiércol en Europa*. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/90180>
- GEA. (1 de junio de 2015). Nuevo planteamiento de futuro del sector lácteo. <https://www.gea.com/es/stories/rethinking-tomorrows-farming.jsp>
- Gómez, H., Tewolde, A., Nahed, J. (2002). Análisis de los sistemas ganaderos de doble propósito en Chiapas, México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 10(3),175-183.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2019). Encuesta Nacional Agropecuaria [ENA]. <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/#tabulados>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], Ministerio de Agricultura [MA], United States Department of Agriculture [USDA] y Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo. (2016). *Establecimiento y uso de sistemas silvopastoriles en República Dominicana*. Ministerio de Agricultura República Dominicana, IICA, USDA, MEPyD. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/3018>
- López, G. I. (2000). *Producción, manejo y conservación de forrajes tropicales*. Memorias del Primer Congreso de Actualización de Prácticas Pecuarias del Trópico. Instituto Veracruzano para el Desarrollo Rural, Boca del Río, Veracruz, México. 57-80 p.
- Macosay, A. (septiembre de 2022). Visión para el desarrollo de la ganadería bovina de doble propósito. [videoconferencia dentro del tema Ganadería bovina de doble propósito, encadenamientos y prácticas sustentables]. Seminario Iniciativas para el Desarrollo Agroalimentario y Agroindustrial del Istmo de Tehuantepec, Cadenas Productivas estratégicas. Facebook. https://www.facebook.com/watch/live/?ref=watch_permalink&v=800150131305864
- Marinidou, E. y Jiménez, G. (2010). *Paquete tecnológico. Sistemas silvopastoriles. Uso de árboles en potreros de Chiapas*. Comisión Nacional Forestal. El Colegio de la Frontera Sur. <https://www.biopasos.com/documentos/072.pdf>
- Mora, D. (24 de octubre de 2016). Los principales avances de los últimos 5 años en la industria lechera en Chile. Industrias Lácteas. <https://edairynews.com/es/los-principales-avances-de-los-ultimos-5-anos-en-la-industria-lechera-83748/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO por sus siglas en inglés]. (2023). Cultivos y productos de ganadería, [Conjunto de datos]. *Faostat*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Palma, K. J., Rodríguez, G. y Hernández, J. (2020). El IVRP como indicador de competitividad en la cadena de valor de carne bovina en México. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 8 (1) 11-13.



- Pardo, C. (11 de abril de 2019). Sector lechero debe apostar por las nuevas tecnologías y la innovación. <https://www.portafolio.co/innovacion/sector-lechero-debe-apostar-por-las-nuevas-tecnologias-y-la-528490>
- Portal Lechero. (4 de noviembre de 2010). Principales avances en leche fresca y productos lácteos. <https://www.portalechero.com/innovaportal/v/196/1/innova-front/principales-avances-en-leche-fresca-y-productos-lacteos.html>
- Rangel, J. (2016). Innovación tecnológica y competitividad del bovino de doble propósito en el trópico mexicano. [Tesis doctorado]. Universidad de Córdoba, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap). <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/13967>
- Román, H., Rodríguez, M. A., Espinosa, J. A., González, T., Vélez, A., Zárate, J. P., Valdovinos, M. E., Aguilera, R.C., Guarneros, R., Santos, R., Bueno, H. M., Aguilar, U., (2021). Historia y perspectivas del modelo GGAVATT (Grupo Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12, 286 – 307. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242021000500013
- Román, H. (septiembre de 2022). Potencial de la ganadería de doble propósito en el Istmo de Tehuantepec. [Videoconferencia dentro del tema: Ganadería bovina de doble propósito, encadenamientos y prácticas sustentables]. Seminario Iniciativas para el Desarrollo Agroalimentario y Agroindustrial del Istmo de Tehuantepec. Cadenas Productivas Estratégica. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=DNwR6z-pMvo>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [Sagarpa]. (2006). *Informe de evaluación estatal Alianza para el Campo. Oaxaca. Programa de Fomento Ganadero*. México. <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2018/11/20/1552/20112018-2006-edo-oax-fg.pdf>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2022). Población Ganadera. Información sobre el número de animales que se crían en el país con fines de producción. <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762-113>
- SIAP. (2022). Cierre de la producción pecuaria (1980-2022). Anuario Estadístico de la Producción Ganadera. https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/
- Sevilla, P. (13 de enero de 2013). Avances tecnológicos en la producción láctea. *Diario de Sevilla*. A Fondo. https://www.diariodesevilla.es/aquilaprovincia/Avances-tecnologicos-produccion-lactea_0_740325986.html
- Shwedel, K. y Zorrilla, J.M. (2007). *Plan rector para elevar la competitividad de la ganadería, engorda y procesamiento de la carne mexicana de bovino*. Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas, Asociación Mexicana de Engordadores de ganado y Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México, D.F. <http://es.scribd.com/doc/80574884/Plan-rector-2007-Ganado-deCarne#scribd>



Unión Ganadera Regional de Jalisco [UGRJ]. (s.f.). Transferencia de embriones en ganado bovino. https://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=573

Vega, A. (2021). La ganadería en México tiene amplio potencial para contribuir a la mitigación y la adaptación al cambio climático. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. <https://iica.int/es/prensa/noticias/laganaderia-en-mexico-tiene-amplio-potencial-para-contribuir-la-mitigacion-la#:~:text=La%20ganader%C3%ADa%20es%20fundamental%20para,acciones%20para%20mejorar%20su%20acci%C3%B3n>

Vilaboa, J. y Díaz, P. (2009). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical*, 27(4), 427-436.

Villamel, M. (2006). Tecnología aplicada al tratamiento de la leche. *Consumer*. <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/tecnologia-aplicada-al-tratamiento-de-la-leche.html>

Aspectos relevantes de política tecnológica en el sector agroalimentario

Capítulo 6





El concepto de política de innovación se refiere a un marco estratégico que determina el conjunto de acciones que impulsará un gobierno, nacional o regional, para fomentar y facilitar la innovación en diversos sectores. La política de innovación busca crear condiciones favorables para el desarrollo y la aplicación de nuevas ideas, tecnologías, productos y servicios, de manera que estos adquieran propiedades superiores apreciadas por los mercados (Parlamento Europeo, 2020). Albornoz (2000) habla de la política sistémica de innovación, basada en la demanda de conocimientos con énfasis en el estímulo a la conducta innovadora de las empresas. Al relacionarla con el concepto de “sistemas de innovación”, se busca detonar un proceso de interacciones múltiples que formen un tejido social innovador como sustento del desarrollo de un sector.

En el caso del sector agroalimentario, la política de innovación desempeña un papel crucial en su desarrollo y sostenibilidad. Además, por sus características tan peculiares, determinadas por la participación de productores agropecuarios, empresas procesadoras y diversos canales de comercialización, la política de innovación en el sector agroalimentario tiene elementos especiales.

Para el caso del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT), es fundamental considerar los instrumentos de política que fomentan el desarrollo, la difusión y la adopción de tecnologías avanzadas para la producción, distribución y comercialización de productos agrícolas, así como su transformación en productos agroindustriales.

Tales instrumentos cumplen con un papel catalítico para que las innovaciones se generen y apliquen a una velocidad compatible con los cambios de los mercados. A continuación, se citan los principales instrumentos de política de innovación necesarios en la región (Loray, 2017).

Los programas de investigación y desarrollo (I+D) constituyen un componente central de la política de innovación en el sector agroalimentario. El apoyo financiero a investigaciones relacionadas con la mejora genética de cultivos y razas animales, el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles y la creación de tecnologías eficientes para el procesamiento y conservación de alimentos, es fundamental para enfrentar desafíos como: la baja productividad, la disparidad en cuanto a la aplicación de tecnologías entre diversos segmentos de productores, los efectos del cambio climático, la escasez de recursos y las cambiantes demandas de los mercados de alimentos.

La ejecución de programas de I+D depende, por supuesto, de la existencia de una infraestructura adecuada para investigación que esté integrada por laboratorios bien equipados, parcelas para ensayos y demostración, y plantas piloto para probar procesos. Además, se requiere la disponibilidad de personal calificado para ejecutar los proyectos. Por ello, la inversión en infraestructura y recursos humanos es una condición indispensable.

También son necesarios incentivos para propiciar la colaboración entre el sector público y el privado para el financiamiento y ejecución de proyectos de I+D, pues esto es la base para propiciar la transferencia efectiva de conocimientos y tecnologías entre diferentes actores del ecosistema (universidades, centros de investigación, productores y empresas), lo cual es indispensable para la implementación de innovaciones y buenas prácticas en todo el sistema agroalimentario (Global Trade and Innovation Alliance, 2019).

Además, las subvenciones y apoyos financieros directos para la ejecución de programas y proyectos de investigación y desarrollo juegan un papel fundamental en la promoción de la innovación en la agricultura. Existe consenso en que estas medidas deben dirigirse prioritariamente hacia el apoyo a productores y pequeñas y medianas empresas agroalimentarias para la adquisición de tecnologías avanzadas, la implementación de prácticas de gestión sostenible de la tierra y el agua, así como el acceso a mercados más amplios a través de la mejora de la infraestructura logística y de distribución.

Asimismo, las subvenciones destinadas a la capacitación y educación de los agricultores para que mejoren la adopción y asimilación de nuevas tecnologías pueden traducirse en un aumento de la productividad y la rentabilidad en el sector.

Otro instrumento clave en la política de innovación agroalimentaria es la promoción de asociaciones y colaboraciones estratégicas entre diferentes actores del sector. Estas alianzas pueden incluir la creación de polos y redes de

innovación, que reúnen a empresas, instituciones de investigación, gobiernos y organizaciones no gubernamentales para colaborar en proyectos conjuntos de desarrollo tecnológico. Al facilitar el intercambio de conocimientos, recursos y mejores prácticas, estas asociaciones fomentan sinergias y el aprovechamiento de la infraestructura existente para la ejecución de proyectos. En el mediano plazo, las redes van generando un entorno propicio para la generación de soluciones innovadoras y sistemas de apoyo a los productores.

Por otro lado, el marco normativo para la regulación y estandarización de productos y procesos agroalimentarios desempeña un papel muy relevante al establecer normas de calidad relacionadas con la seguridad alimentaria, la rastreabilidad, el etiquetado, la supervisión de puntos críticos de control y la sostenibilidad ambiental. Actualmente, el cumplimiento de dichas normas se ha convertido en la llave que abre las puertas a diferentes nichos de mercado para productos del sector, además, optimizan la protección a los consumidores y al ambiente.

La Agenda como instrumento de la política de innovación

La Agenda se propone como un mecanismo de promoción de la innovación para el sector agroalimentario de la región del Istmo de Tehuantepec, con acciones de corto, mediano y largo plazos que propicien un efecto multiplicador para alcanzar un alto número de productores y empresas agroindustriales, a fin de que las cadenas productivas seleccionadas sean más competitivas y sostenibles, y que el beneficio de la adopción de innovaciones se difunda ampliamente.

Largo plazo

Como puede observarse en las fichas de proyectos (capítulo 7), en la Agenda se propone la creación de centros de investigación y desarrollo como una plataforma necesaria para contar con capacidades de innovación para las cadenas productivas prioritarias. Estos centros se convierten en fuentes de recursos humanos de alta calificación y conocimientos científicos y tecnológicos que impactan favorablemente el desarrollo regional.

La experiencia de México con la creación de los centros públicos de investigación es reveladora, pues la mayoría de ellos ha sido útil para generar bases sólidas de investigación en áreas específicas, además, se han convertido en polos de desarrollo al atraer proveedores de servicios especializados, estudiantes de posgrado, investigadores nacionales y extranjeros, y la cooperación con empresas. Además, hay que tomar en cuenta que el desarrollo y adopción de nuevas tecnologías propias del concepto de Agricultura 4.0 demanda la incursión en nuevos campos disciplinarios, lo cual requiere la inversión para formar las capacidades indispensables. Por ello, el impacto esperado de los nuevos centros en la economía de conocimiento de la región es muy relevante y se considera como puntal en la Agenda.

Mediano plazo

En cuanto a las acciones de mediano plazo, con la firme intención de potenciar las capacidades existentes, en la Agenda se propone la formación de redes en las que participen universidades y centros de investigación (públicos y privados)

que ya cuentan con experiencia e infraestructura para ejecutar programas y proyectos colaborativos para generar soluciones, sin que se tenga que invertir en nuevas instalaciones. Así, las redes pueden ir conformando lo que se ha conocido como centros de excelencia, los cuales se basan en una red de investigación articulada alrededor de un programa común de trabajo en un área científica y tecnológica específica. Cada uno de los grupos participantes debe desarrollar investigación, en permanente contacto con las otras entidades pares, logrando sinergias para ejecutar proyectos, apoyar la formación de recursos humanos en los niveles de maestría y doctorado, transferir el conocimiento generado a productores y empresas, y difundir ampliamente las innovaciones.

Corto plazo

En cuanto a las acciones con impacto en el corto plazo, la Agenda contempla el lanzamiento de diversos mecanismos de capacitación, extensión y acompañamiento, pues son los más efectivos para difundir innovaciones, buenas prácticas y modelos de negocio agroalimentarios. Por eso, se ha propuesto lanzar programas de capacitación, parcelas demostrativas, acompañamiento y asesoría técnica. Es importante destacar que un servicio de extensión integrado debería considerar el rol e interacción de tres tipos de agentes: i) los centros de investigación y educación técnica y superior; ii) el gobierno, orientando la política pública en materia de innovación, diferenciando ésta de acuerdo con el tipo de agricultores; iii) las empresas, incluyendo a proveedores de insumos y equipos, a los mismos agricultores, a los extensionistas, a los equipos de extensión, entre otros. Una buena práctica es involucrar activamente a los productores en la generación e implementación del modelo para la región del Istmo de Tehuantepec.

Siguiendo este esquema, en la siguiente sección se integran 15 proyectos de innovación tecnológica para el sector agroalimentario en el Istmo de Tehuantepec.

Referencias

Albornoz, M. (2000). Política científica y tecnológica. Una visión desde América Latina. *EulacFocus*. Consultada el 25 de octubre de 2023, en <https://eulac-focus.net/news/politica-cientifica-y-tecnologica-una-visin-desde-amrica-latina-por-mario-albornoz/>

Global Trade and Innovation Alliance. (2019). National Innovation Policies. What nations do best and how they can improve. <https://www2.itif.org/2019-national-innovation-policies.pdf>

Loray, R. (2017). Políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación. *Revista de Estudios Sociales*, 62, 68-80

Parlamento Europeo. (2020). La política de innovación. Consultada el 15 de octubre de 2023, en <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/67/politica-de-innovacion>

Propuesta de proyectos de innovación tecnológica

Capítulo 7





7.1

Centro de mejoramiento genético de ganado bovino de doble propósito

***Largo plazo (más de 36 meses)**

Justificación del proyecto

De acuerdo con Méndez *et al.* (2019), Veracruz es uno de los estados con mayor inventario ganadero de México. Para 2018, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) reportó 5 834 392 millones de cabezas de ganado bovino para carne y doble propósito, y es el principal productor y abastecedor de carne en canal del país pues, en el 2022, produjo 23 828 toneladas de carne en canal; por su parte, Oaxaca produjo en ese mismo año 5419 toneladas de carne en canal (SIAP, 2023); aunque su producción es mucho menor en comparación a Veracruz, su actividad pecuaria es una de las más importantes. Para ambos estados la actividad pecuaria genera gran parte del dinamismo económico y laboral.

A pesar de lo anterior, la ganadería desarrollada en ambos estados se caracteriza por explotaciones productivas tradicionales, pequeñas, de tipo extensivo (utilización de grandes áreas de pastura con un enfoque de competencia por el uso del suelo), que hacen poco uso de tecnología y donde se explotan animales de bajo potencial productivo, con baja aplicación de medidas sanitarias para el control de enfermedades o el control de mastitis, y escaso acceso a servicios de crédito y asistencia técnica (Marinidou y Jiménez, 2010; Salazar *et al.*, 2006).

La investigación de Méndez *et al.* (2019) sobre la tipología de productores de ganado bovino en Veracruz a partir de una muestra representativa de 240 ganaderos encontró que existe una fuerte heterogeneidad entre productores, predominando los convencionales (90%) que manejan explotaciones pequeñas, con bajo nivel de ingresos, bajo nivel de tecnología, prácticas de manejo tradicional del hato y cuya principal actividad es vender becerros de mediana edad o al destete; sólo el 8.4% son productores medianos con mayores superficies y hatos ganaderos; y 1.6% son grandes empresarios que han adoptado tecnología avanzada y su mercado es nacional y extranjero.

Proyecto 1



En lo referente al aspecto genético del ganado, en los dos estados predominan las mezclas de ganado cebuino con el europeo (suizo y europeo); los sementales son adquiridos en la zona, el empadre se realiza, de manera general, mediante monta directa y la técnica de inseminación artificial es una práctica que se utiliza por un número muy reducido de productores (Sagarpa, 2008).

Si bien el cruzamiento de ganado cebú con razas europeas puede lograr una tasa de reproducción más alta, mayor longevidad, mayor vigor híbrido, resistencia a ciertas enfermedades tropicales y adaptación a condiciones climáticas del trópico; hacerlo de manera desordenada e indefinida sin llevar un control adecuado puede llevar a una gran variabilidad genética del ganado, pérdida de características deseables, necesidad de un manejo específico para maximizar el potencial del ganado y desconocimiento del potencial productivo de los ejemplares.

Por su parte, la UGRJ (1988) sostiene que este tipo de cruzamiento desordenado entre razas cebúes y razas europeas “trae como consecuencia un pobre comportamiento productivo de los animales: como producciones de leche por lactancia menores a 900 Kilogramos en 190 días, un parto por vaca cada 23 meses, 180 kilogramos de peso de los becerros al año y más de 42 meses de edad al primer parto en vaquillas” (p: 1).

Dada la creciente necesidad de mejorar la productividad y calidad genética del ganado para satisfacer las necesidades del mercado es que se propone la implementación de un Centro de mejoramiento genético de ganado bovino, como una alternativa para abordar de manera integral los desafíos expuestos, al tiempo que puede fortalecer la industria ganadera de doble propósito en los estados de Oaxaca y Veracruz.

Desarrollar, identificar y seleccionar material biológico y animales con características deseadas que impliquen mayor producción de carne y leche, resistencia a enfermedades y condiciones climáticas del trópico, así como brindar capacitación, asistencia técnica y proveer de insumos claves como: vientres,

embriones, sementales, semen, entre otros, conducirá a que los productores tengan un ganado con las características deseadas y garantizadas, así como que cuenten con los insumos para complementar la reconversión de su ganadería a sistemas silvopastoriles y que haya un aumento significativo en la productividad de las explotaciones ganaderas de la región. Además, la investigación científica en este Centro contribuirá al conocimiento de la genética del ganado bovino y al desarrollo de diferentes métodos y técnicas de mejoramiento genético.

Se han reportado experiencias y esfuerzos por contribuir al mejoramiento genético bovino en algunos estados de la República Mexicana que proporcionan información sobre lo que se puede hacer, tal es el caso del: Centro de Mejoramiento Genético Bovino (SAGyP, 2021) de la Subsecretaría de Agricultura y Ganadería de Chiapas que provee semen crio-preservado, cursos-talleres de inseminación artificial y pruebas andrológicas; el Inifap produce embriones *in vitro* que son transferidos a productores beneficiarios del Programa de Fomento Pecuario en el Estado de Jalisco (Inifap, 2023); el programa de Mejoramiento Genético y Repoblamiento Ganadero, y la construcción de un Centro de mejoramiento genético ganadero en Yucatán (Ganadería.com, 2019). Así mismo, el Centro Internacional Genético de América Central (Cigac) (Cigac.com, 2022) tiene una amplia experiencia en mejorar la genética animal usando tecnología de punta, este Centro es un referente clave para la implementación del proyecto propuesto.



Objetivo general

Diseñar e implementar un Centro de mejoramiento genético de ganado bovino de doble propósito en el Istmo de Tehuantepec, con el propósito de desarrollar técnicas reproductivas y material genético de calidad, brindar servicios de asistencia técnica y capacitación, y proveer de los insumos necesarios a los productores de Oaxaca y Veracruz para complementar sus esfuerzos para transitar hacia una ganadería basada en sistemas silvopastoriles con la base genética bovina deseada y garantizada.

Objetivos específicos

- Dotar al Centro de mejoramiento genético de ganado bovino de doble propósito de los recursos y condiciones necesarios para su establecimiento y funcionamiento.
- Desarrollar cruces de ganado bovino a partir de técnicas reproductivas avanzadas y seleccionar los ejemplares que tengan mayor rendimiento en términos de producción de leche y carne, al mismo tiempo que sean resistentes a enfermedades comunes y condiciones climáticas del trópico mexicano.
- Criar a los animales producto de los cruzamientos obtenidos en el Centro a través de un sistema integral de nutrición y sanidad; y evaluar su desempeño.
- Preservar y promover razas de ganado bovino de doble propósito que estén adaptadas al entorno tropical, contribuyendo así a la conservación de la biodiversidad genética en la región.
- Realizar investigaciones científicas para obtener material genético de calidad a través de la incorporación de técnicas reproductivas asistidas avanzadas.
- Proporcionar capacitación y asistencia técnica a los ganaderos de Oaxaca y Veracruz sobre las mejores prácticas de manejo, reproducción y sanidad animal; y proveer insumos como: vientres, embriones, semen, sementales, entre otros, que ayuden a mejorar la productividad y eficiencia de las explotaciones ganaderas.

Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases:

Fase 1

(6 meses)

Planificación estratégica y diseño del Centro

Las actividades que componen esta primera fase son:

- Identificación de las necesidades y definición de los objetivos y metas del centro (teniendo como base la información transferida por el Programa



Regional de Capacitación y Acompañamiento en Sistemas Silvopastoriles para Ganado de Doble Propósito).

- Evaluación de la viabilidad económica, técnica y financiera del Centro, incluyendo el modelo de operación y estructura de gobernanza.
- Desarrollo de la estrategia de financiamiento del Centro y búsqueda de alianzas estratégicas para la implementación de este.
- Definición de la ubicación del Centro, tomando en cuenta factores climáticos, logísticos y de operación.
- Diseño de las instalaciones del Centro, incluyendo: laboratorios, áreas administrativas, instalaciones para la cría, alimentación y cuidado del ganado bovino de doble propósito.
- Elaboración del plan maestro del Centro.

Fase 2

(18 meses)

Implementación del Centro

Las actividades que componen esta fase son:

- Adquisición del terreno (de ser el caso) y obtención de los permisos necesarios.
- Construcción y/o adecuación de las instalaciones del Centro con base a su diseño, los estándares y las regulaciones locales.
- Reclutamiento de personal cualificado en genética animal, biotecnología, medicina veterinaria y zootecnia, entre otros.
- Compra de equipamiento y materiales de laboratorio.
- Elaboración de la cartera inicial de proyectos y servicios que prestará el Centro.
- Desarrollo de un programa interno de mejora genética que incluya las estrategias de selección, cruzamiento y reproducción asistida para mejorar las características de la población de ganado.
- Diseño de la estrategia de vinculación del Centro con ganaderos, instituciones académicas y empresas.
- Elaboración de manuales de operación del Centro con énfasis en su participación en los sistemas silvopastoriles fomentados e implementados en el **Programa regional de capacitación y acompañamiento en sistemas silvopastoriles para ganado de doble propósito** y por el **Centro de reproducción y mejora genética de especies vegetales aptas para sistemas silvopastoriles del trópico mexicano**.
- Establecimiento de incentivos para que los productores que hayan iniciado con el establecimiento de sistemas silvopastoriles en sus explotaciones ganaderas puedan tener acceso a insumos y servicios generados en el Centro a precios preferenciales.
- Establecimiento de mecanismos de evaluación del personal del Centro.



Fase 3

Mejora genética, selección y evaluación continua

(4 años)

Las actividades que componen esta fase son:

- Selección de razas reproductoras de alta calidad genética para establecer la población inicial del Centro.
- Aplicación de distintos métodos de mejoramiento genético para conseguir las características deseables y garantizadas de ganado bovino de doble propósito.
- Cruzamiento ordenado y sistematizado con sus respectivos registros.
- Monitoreo y registro detallado de los datos genéticos y fenotípicos de los animales.
- Evaluación rigurosa del ganado bovino resultante del mejoramiento e identificación de los animales con las características deseadas.
- Selección de ejemplares que presenten mayores rendimientos en términos de producción de leche y carne, y resistencia a enfermedades y condiciones climatológicas del trópico.
- Producción de embriones *in vitro*, semen congelado de toros cruzados de alto valor genético.
- Investigación científica continua y vinculación con otras instituciones científicas y tecnológicas para mejorar las técnicas de mejoramiento genético y/o implementar nuevas técnicas que permitan adaptarse a nuevas necesidades y desafíos.

Fase 4

Crianza, distribución y transferencia de tecnología (continua en paralelo con la fase 3)

Las actividades que componen esta fase son:

- Establecimiento de protocolos de crianza del ganado obtenido producto de los cruzamientos realizados en el Centro a través de un sistema integral de nutrición y sanidad.
- Realizar pruebas andrológicas.
- Distribución de insumos (vientres, semen, sementales, embriones, entre otros) a investigadores, productores, ganaderos, entre otros usuarios según los requerimientos.
- Licenciamiento de tecnologías desarrolladas en el Centro vinculadas al ganado bovino de doble propósito.
- Capacitación y transferencia de conocimientos y tecnología a ganaderos y profesionales sobre las mejores prácticas de manejo, reproducción y genética de ganado bovino de doble propósito a través del Programa regional de capacitación y acompañamiento en sistemas silvopastoriles para ganado de doble propósito, del Centro de reproducción y mejora



genética de especies vegetales aptas para sistemas silvopastoriles; asistencia y acompañamiento durante el proceso.

Fase 5

Investigación, monitoreo y evaluación continua (transversal)

Las actividades que componen esta fase son:

- Dar seguimiento a las actividades del Centro, monitorear que se cumplan las normas y evaluar los resultados obtenidos, y así medir el impacto del Centro y su rentabilidad.
- Gestión de proyectos, vinculación con otras instituciones y licenciamiento de tecnología.
- A partir de los focos de mejora detectados y retroalimentación recibida por parte del equipo se deberán realizar los ajustes necesarios a las estrategias.
- Promoción de las ventajas y beneficios del ganado mejorado entre los ganaderos locales y los consumidores.

Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido aproximado para implementar y obtener los primeros resultados para el proyecto del Centro de mejoramiento genético de ganado bovino de doble propósito es de 6 años.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Desarrollo de ejemplares con las características deseables y garantizadas, tales como: mayor rendimiento en términos de producción de carne y leche, resistencia a enfermedades, adaptación a las condiciones climáticas locales.
- Adopción por parte de ganaderos y otros usuarios de las tecnologías e insumos desarrollados y de animales de mejor calidad genética criados en el Centro para la implementación de sistemas silvopastoriles en explotaciones ganaderas de doble propósito.
- Aumento de la productividad ganadera de doble propósito en los estados de Oaxaca y Veracruz.
- Aplicación de técnicas de mejoramiento genético y prácticas de manejo animal de manera efectiva por parte de los ganaderos a partir de la asistencia técnica recibida en el Centro o en coordinación con programas afines.
- Conservación de la biodiversidad local y mitigación (o disminución) del impacto ambiental de la ganadería en Oaxaca y Veracruz.



- Contribución al estado del arte respecto al mejoramiento genético de ganado bovino de doble propósito y obtención de títulos de propiedad intelectual (de ser el caso).

Fuentes de financiamiento

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
- Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura (FIRA)
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt)
- Gobiernos estatales
- Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Amexcid) a través de un fondo internacional

Instituciones participantes

- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural
- Gobiernos estatales de Veracruz y Oaxaca (áreas vinculadas a la promoción de la ganadería y agricultura)
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap)
- Centro Nacional de Recursos Genéticos
- Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la UNAM
- Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza
- Organizaciones ganaderas de doble propósito
- Universidad Autónoma Chapingo
- Colegio de Postgraduados
- Universidad Veracruzana
- CIGAC (en calidad de asesor)

Indicadores de seguimiento y evaluación

- Plan maestro del Centro.
- Puesta en operación del Centro.
- Número de proyectos por año.
- Número de productores y organizaciones ganaderas atendidas.



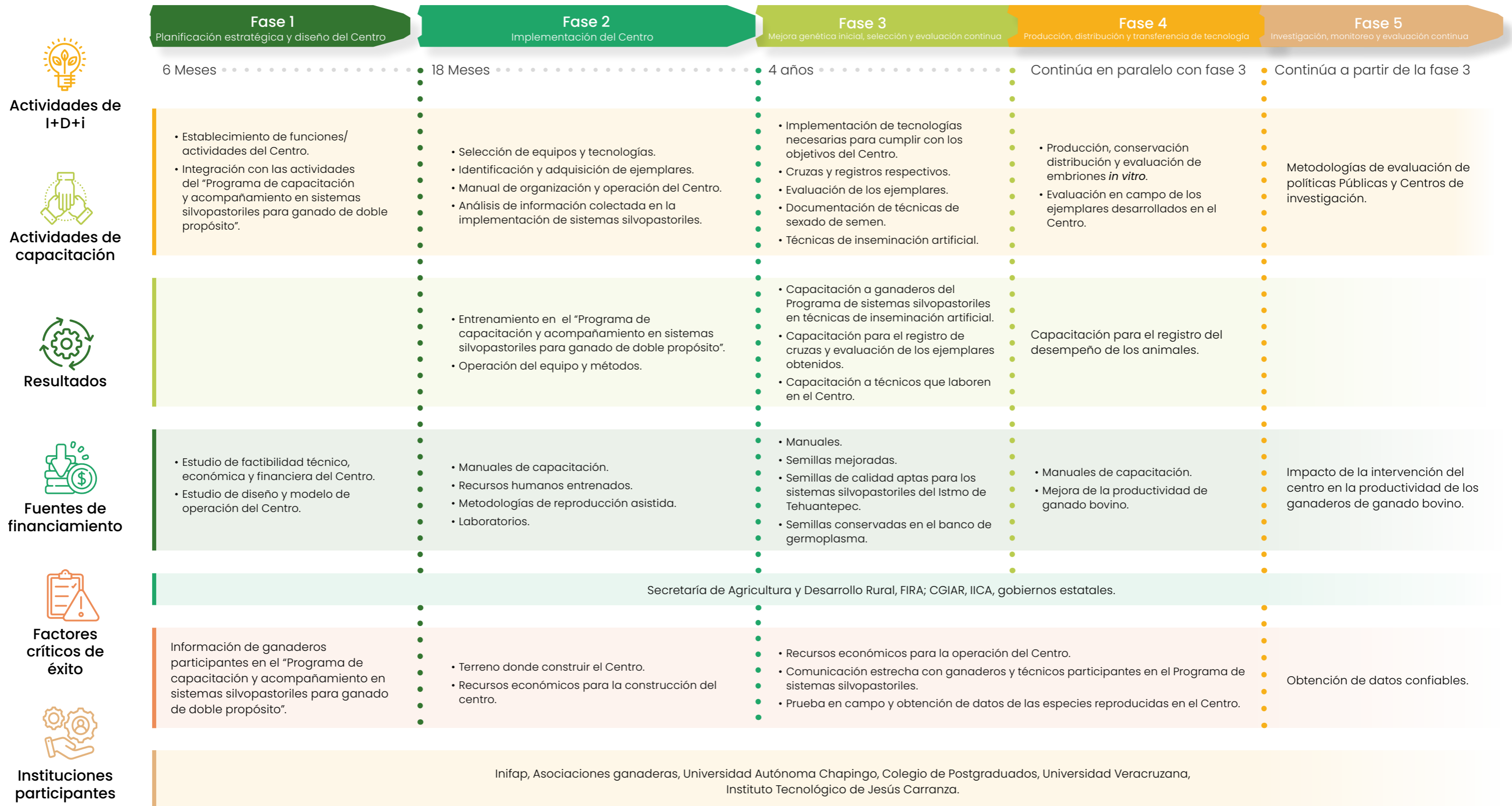
- Material genético generado e insumos (embriones, sementales, semen, vientres, entre otros) producidos en el Centro.
- Tasa de crecimiento, cantidad de leche y carne producida de los animales desarrollados en el Centro.
- Cantidad de alimento necesario para producir una unidad de carne o de leche.
- Ingresos autogenerados por concepto de capacitación, asistencia técnica, servicios y proyectos.
- Tasa de concepción y tasas de parto.
- Desempeño en campo de ganado bovino de doble propósito mejorado en el Centro.

Factores críticos de éxito

- Planificación estratégica y diseño del Centro de mejoramiento genético de ganado bovino de doble propósito.
- Visión de largo plazo compatible con el periodo de maduración del Centro.
- Financiamiento suficiente y oportuno con perspectiva de largo plazo.
- Colaboración con otras instituciones, gobiernos y organizaciones para fortalecer la capacidad y recursos del Centro.
- Aprovechamiento de capital humano con experiencia e instalaciones existentes en diversas instituciones participantes.
- Acceso a recursos, financiamiento, y compromiso institucional.
- Vinculación con instituciones de investigación con experiencia en mejora genética de bovinos.
- Contar con la infraestructura necesaria y selección y retención del personal clave con la experiencia y conocimientos requeridos para los objetivos del proyecto.
- Utilizar criterios de selección adecuados de las razas reproductoras.
- Garantizar que todas las prácticas de mejora genética se realicen de manera ética.
- Implementar prácticas sanitarias sólidas para prevenir enfermedades y conservar la salud del ganado dentro del Centro.
- Mantener registros detallados de la información genética y fenotípica y de los animales para evaluar el progreso e impacto del Centro.
- Coordinación activa con el Programa de capacitación y acompañamiento en sistemas silvopastoriles para explotaciones ganaderas de doble propósito y el centro de reproducción y mejoramiento genético de especies vegetales aptas para sistemas silvopastoriles.
- Contar con un plan de contingencia para hacer frente a los desafíos potenciales que podrían surgir a lo largo del programa.



Mapa de ruta





Referencias

- cigac.com (2022). Las mejores especies para la ganadería tropical. Recuperado de <https://cigac.com/>
- Ganadería.com (12 noviembre de 2019). Yucatán contará con su propio centro de mejoramiento genético ganadero. *ganaderia.com* Recuperado de <https://www.ganaderia.com/destacado/Yucatan-contara-con-su-propio-centro-de-mejoramiento-genetico-ganadero>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [Inifap]. (19 de junio de 2023). Embriones in vitro son transferidos a productores beneficiarios del programa de fomento pecuario. Recuperado de <https://www.gob.mx/inifap/articulos/desarrollo-para-el-mejoramiento-genetico-del-ganado-bovino>
- Unión Ganadera Regional de Jalisco [UGRJ]. (1988). Mejoramiento genético de ganado de doble propósito con semen de toros cruzados. Recuperado de https://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=555
- Marinidou, E., y Jiménez, G. (2010). *Paquete tecnológico. Sistemas silvopastoriles. Uso de árboles en potreros de Chiapas*. México: El Colegio de la Frontera Sur.
- Méndez, V., Mora, J. S., García, J. A. y Hernández, O. (2019). Tipología de productores de ganado bovino en la zona norte de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22, 305-314. DOI:10.56369/tsaes.2723
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [Sagarpa]. (2018). *Plan de desarrollo municipal de chahuities, Oaxaca*. México.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca [SAGyP]. (2021). Centro de Mejoramiento Genético Bovino. Recuperado de http://www.sagypchiapas.gob.mx/servicios_documento.php?pibote=159
- Salazar, S., Hernández, A., Muñoz, S., Domínguez, B., Cervantes, P., y Lamothe, C. (2006). La ganadería bovina: vulnerabilidad y mitigación. Universidad Veracruzana.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2023). Acciones y Programas. Producción Ganadera. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>



7.2

Proyecto 2

Centro de reproducción y mejora genética de especies vegetales aptas para sistemas silvopastoriles del trópico mexicano

Justificación del proyecto

En los estados de Oaxaca y Veracruz, las actividades agrícolas y ganaderas representan una fuente importante de ingresos y empleo para miles de familias; especialmente la ganadería bovina de doble propósito. Para el 2020, la producción de bovinos en pie para Veracruz fue de 495 404.58 toneladas y para Oaxaca de 118 271.62 toneladas, lo que representó un valor de producción de \$16 653 158 y \$3 955 236 respectivamente (SIAP, 2023). Además, en Veracruz, de los 72 815 de superficie, aproximadamente el 55% es ocupado por pastizal para ganado (Pérez y Lamothe, 2019); mientras que en Oaxaca de los 93 757.6 km² de superficie, el 13.8% está ocupado por pastizales.

La ganadería desarrollada en estos estados está representada predominantemente por explotaciones productivas pequeñas, de tipo extensivo (utilización de grandes áreas de pastura con un enfoque de competencia por el uso del suelo), dispersas en gran variedad de ecosistemas y que hacen poco uso de tecnología. Las vacas pertenecen a cruza indefinidas entre razas europeas y cebuinas que, aparte de producir leche, crían directamente a sus becerros, que más adelante son vendidos como ganado en pie (Marinidou y Jiménez, 2010; Salazar *et al.*, 2006).

De acuerdo con López (2000), otra de las características relevantes de los sistemas de doble propósito es que la alimentación del ganado bovino depende casi exclusivamente del pastizal representado por especies nativas de bajo valor forrajero que se manejan de forma inadecuada. La disponibilidad del forraje está condicionada por la estacionalidad (lluvias, temperatura, radiación, presencia de vientos, etc.) y la edad del forraje determina su valor nutritivo; y su calidad tiene un impacto directo sobre la producción de leche y carne del ganado.



Aunado a lo anterior, la ganadería extensiva hace uso deficiente del suelo y la biodiversidad local; en algunos casos conlleva a la tala de árboles y degradación de hábitats naturales, el proceso digestivo de los bovinos produce metano, un gas de efecto invernadero, y por eso contribuye al cambio climático (Marinidou y Jiménez, 2010). La ganadería extensiva puede tener bajos niveles de productividad y rentabilidad por: la falta de tecnología, deficiente acceso a mercados adecuados, falta de genética animal mejorada, y alimentación del ganado alta en fibra, pero baja en energía y proteína.

En este sentido, uno de los factores clave para mejorar la productividad del ganado de doble propósito es la alimentación, de nada sirve tener las mejores cruza del ganado, si este no va a contar con los nutrientes suficientes, necesarios y de calidad para su desempeño adecuado. Según Moreno y Molina (2007), el principal alimento del ganado son los forrajes, y un forraje bien manejado se convierte en un alimento completo para el ganado bovino, que se puede traducir en una buena producción de leche y carne.

Siguiendo esta línea, la implementación de sistemas silvopastoriles (combinación de pasturas con plantas arbóreas) permiten proveer forraje de alto valor nutritivo, especialmente los árboles leguminosos proporcionan proteína, y los frutales, calorías; y abastecen de forraje al ganado durante la época seca (Marinidou y Jiménez, 2010). No obstante, para la producción del forraje, más allá de cosechar sin residuos de tierra, dejar secar en sitios limpios, picar en condiciones de aseo, es fundamental identificar, seleccionar y contar con especies vegetales ricas en proteína, adaptadas a las condiciones agrológicas del trópico mexicano.

Uno de los objetivos centrales de los sistemas silvopastoriles es garantizar alimento constante en cantidad y calidad suficiente para el ganado, independientemente de la época del año. Para ello, los especialistas indican que debe haber una adecuada selección de las especies vegetales a introducir en el rancho, dependiendo de varios factores: 1) la función que éstos cumplan (provisión de sombra; proveer nutrientes necesarios – proteína, por ejemplo) y

alta digestibilidad; conservación de suelo, etc.); 2) la adaptabilidad a las condiciones climáticas, riego y suelo; 3) la integración de actividades adicionales a la ganadería (por ejemplo cultivo de árboles frutales o maderables).

Así, por ejemplo, hay autores que proponen que las especies vegetales que deben introducirse en un sistema silvopastoril deben contemplar al menos tres niveles: el primero integrado por pastos; el segundo por arbustos (usualmente constituidos por especies que son el banco de proteína); y el tercer nivel con árboles medianos o grandes (IICA, MA, USDA y MEPyD, 2016). Es importante señalar que debe existir toda una planeación respecto a las especies pero también a la forma en qué éstas serán distribuidas en los terrenos, la densidad de las mismas y, por supuesto, su manejo para que puedan ser conservadas (riego, fertilización, manejo de plagas y raleo).

Algunas recomendaciones para tener las especies vegetales necesarias incluyen el que los ganaderos recolecten semillas de las especies que hay en su rancho y las reproduzcan en un vivero, si bien esto puede ser una solución efectiva a corto plazo, puede no ser eficiente en el largo plazo al demandar más inversión y tiempo por parte de los ganaderos. En este sentido se observa que es necesario un Centro en el cual se concentren las diversas especies vegetales del Istmo, se determine en qué condiciones agroclimatológicas se reproduzcan adecuadamente y se garantice la calidad y cantidad de semillas para el establecimiento y repoblamiento de los sistemas silvopastoriles.

La implementación de un Centro de reproducción y mejora genética de especies vegetales permitirá desarrollar variedades vegetales con las características deseadas, con mayor rendimiento, resistencia a enfermedades y plagas, adaptación a condiciones específicas de suelo y clima del estado de Oaxaca y Veracruz. Estas mejoras contribuirán directamente a aumentar la productividad y eficiencia de la agricultura y en este caso de la calidad del alimento para el ganado de doble propósito.



Además, en los centros de mejora genética, la investigación científica contribuye al conocimiento de la genética de las plantas, a la comprensión de los procesos biológicos involucrados en la mejora de las especies vegetales, y al desarrollo de diferentes métodos de mejoramiento que permitan seleccionar los mejores genotipos dentro de una población o crear genotipos nuevos con características previamente definidas. Estos métodos serán desarrollados para: generar semillas que reproduzcan el genotipo deseado, crear mayor variabilidad genética, controlar el mecanismo de floración y polinización, controlar el efecto del ambiente, entre otros (Camarena, Chura y Blas, 2014).

Asimismo, la implementación de un Centro de reproducción y mejora genética permitirá transferir a los agricultores y ganaderos de la zona de impacto los conocimientos y tecnologías desarrollados, promoviendo así la adopción de prácticas productivas más avanzadas y proveer de insumos de calidad y en cantidad suficiente (semillas) para la implementación de los sistemas silvopastoriles.

Actualmente, el Centro Experimental La Posta, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap), cuenta con un Banco de Germoplasma de forraje tropical; a través de parcelas demostrativas se introduce germoplasma de América tropical y nativo de México, se evalúa y selecciona las especies para determinados ambientes. Por su parte, el Instituto Tecnológico de Jesús Carranza cuenta con un vivero tecnificado con energía solar, que en el 2022 produjo alrededor de 12 000 ejemplares para sistemas silvopastoriles (intervención de Ramsés Galindo en la mesa 3 para la elaboración de la *Agenda de Innovación del Istmo de Tehuantepec*). Aprovechando, la experiencia y la disposición de ambas instituciones y de otros actores clave se puede conjugar esfuerzos para implementar el proyecto propuesto.





Objetivo general

Implementar un Centro de conservación, reproducción y mejora genética de especies vegetales aptas para la implementación de sistemas silvopastoriles en el Istmo de Tehuantepec con la finalidad de desarrollar y mantener poblaciones de plantas que posean las características deseadas y se adapten a las condiciones ambientales específicas del estado de Oaxaca y Veracruz.

Objetivos específicos

- Dotar al Centro de reproducción y mejora genética de especies vegetales de los recursos y condiciones necesarios para su establecimiento y funcionamiento.
- Caracterizar y valorar la diversidad de especies vegetales presentes en la zona del Istmo de Tehuantepec con potencial para ser empleadas como especies forrajeras de ganado bovino.
- Producir especies vegetales (pastos, arbustos y árboles) adaptadas a las condiciones específicas de Oaxaca y Veracruz, con un enfoque en resistencia a enfermedades y plagas, a las altas temperaturas, a diferentes tipos de suelo y en la calidad nutricional para el ganado bovino.
- Realizar investigaciones científicas para optimizar la combinación de especies vegetales y prácticas de manejo que maximicen la producción de forraje, la captura de carbono, la conservación de la biodiversidad y la mejora de la calidad del suelo.
- Transferir conocimientos y tecnologías desarrolladas por instituciones locales y proveer de insumos a los ganaderos de explotaciones de doble propósito de Oaxaca y Veracruz para la implementación de sistemas silvopastoriles.

Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases:

Fase 1

(6 meses)

Planificación estratégica y diseño del Centro

Las actividades que componen esta primera fase son:

- Identificación de las necesidades y definición de los objetivos y metas del centro (teniendo como base la información transferida por el programa de capacitación y acompañamiento en sistemas silvopastoriles para ganado de doble propósito).
- Evaluación de la viabilidad económica, técnica y financiera del Centro, incluyendo el modelo de operación y estructura de gobernanza.
- Desarrollo de la estrategia de financiamiento del centro.



- Definición de la ubicación del Centro, tomando en cuenta factores climáticos, logísticos y de operación.
- Diseño de las instalaciones del Centro, incluyendo: laboratorios, invernaderos, áreas de cultivo, sistemas de riego, infraestructura para conservación, producción y almacenamiento de semillas y material vegetativo.
- Búsqueda de alianzas estratégicas para la implementación del Centro.

Fase 2

(18 meses)

Implementación del Centro

Las actividades que componen esta fase son:

- Adquisición del terreno (de ser el caso) y obtención de los permisos necesarios.
- Construcción y/o adecuación de las instalaciones del Centro con base al diseño de este.
- Reclutamiento de personal cualificado en genética vegetal, biotecnología, agronomía y biología.
- Compra de equipamiento y materiales de laboratorio.
- Elaboración de la cartera inicial de proyectos del Centro.
- Diseño de la estrategia de vinculación del Centro con productores, instituciones académicas y empresas.
- Manuales de operación del Centro con énfasis en su participación en los sistemas silvopastoriles fomentados e implementados en el **Programa regional de capacitación y acompañamiento en sistemas silvopastoriles para ganado de doble propósito**.

Fase 3

(4 años)

Mejora genética inicial, selección y evaluación continua

Las actividades que componen esta fase son:

- Recopilación de material genético de las especies vegetales objetivo, incluyendo variedades nativas locales y regionales.
- Evaluación inicial de las características de las plantas madre y selección de especies promisorias con un alto potencial de aprovechamiento.
- Aplicación de distintos métodos de mejoramiento para conseguir las características deseables, siguiendo estándares de bioseguridad.
- Evaluación rigurosa de las especies vegetales resultantes del mejoramiento e identificación de las especies con las características deseadas.
- Selección y reproducción de las plantas sobresalientes en varias generaciones.
- Registro y documentación detallada de datos genéticos y fenotípicos.



- Investigación científica continua para mejorar las técnicas de mejoramiento genético y/o implementar nuevas técnicas que permitan adaptarse a nuevas necesidades y desafíos.

Fase 4

Producción, distribución y transferencia de tecnología (continua en paralelo con la fase 3)

Las actividades que componen esta fase son:

- * Producción de semillas y material vegetativo de alta calidad de las especies vegetales mejoradas.
- * Establecimiento de protocolos de producción de semillas y plántulas y recomendaciones de uso en sistemas pastoriles en función de las regiones y climas.
- * Distribución de especies vegetales mejoradas a agricultores, ganaderos, viveristas, investigadores, entre otros usuarios según los requerimientos.
- * Licenciamiento de variedades de interés para los sistemas silvopastoriles.
- * Capacitación y transferencia de conocimientos y tecnología a agricultores, ganaderos y profesionales en el uso de las especies vegetales mejoras y las mejores prácticas de manejo a través del Programa de capacitación y acompañamiento en sistemas silvopastoriles para ganado de doble propósito.

Fase 5

Investigación, monitoreo y evaluación continua (transversal)

Las actividades que componen esta fase son:

- Dar seguimiento a las actividades del Centro, monitorear que se cumplan las normas y evaluar los resultados obtenidos, y así medir el impacto del Centro y su rentabilidad.
- Gestión de proyectos, protección de la propiedad intelectual resultante y licenciamiento de tecnología.
- A partir de los focos de mejora detectados y retroalimentación recibida por parte del equipo se deberán realizar los ajustes necesarios a las estrategias.

Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido aproximado para implementar y obtener los primeros resultados para el proyecto del Centro de producción y mejoramiento genético de especies vegetales es de 4.5 años iniciando con la reproducción de especies colectadas.



Resultados esperados al concluir el proyecto

- Desarrollo y obtención de especies vegetales mejoradas con las características deseables, tales como: mayor rendimiento, resistencia a enfermedades y plagas, adaptación a las condiciones locales y la calidad nutricional para el ganado.
- Adopción por parte de agricultores y ganaderos de las tecnologías y especies vegetales desarrolladas en el Centro para la implementación de sistemas silvopastoriles en explotaciones ganaderas de doble propósito.
- Aumento de la productividad ganadera de doble propósito en los estados de Oaxaca y Veracruz.
- Reducción del uso de pesticidas y fertilizantes químicos; y conservación de la biodiversidad genética del estado de Oaxaca y Veracruz.
- Contribución al estado del arte respecto al mejoramiento genético de especies vegetales y obtención de títulos de obtentor vegetal (de ser el caso).

Fuentes de financiamiento

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
- Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura (FIRA)
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt)
- Gobiernos estatales
- Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Instituciones participantes

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
- Gobiernos del estado de Veracruz y del estado de Oaxaca (áreas vinculadas a la promoción de la ganadería y agricultura)
- Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Amexcid) a través de un fondo internacional
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap)
- Instituto Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) a través de capacitaciones y/o transferencia de tecnología
- Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza
- Organizaciones ganaderas de doble propósito, empresas de semillas, viveristas (para la distribución de las variedades vegetales y/o adopción)



- Universidad Autónoma Chapingo
- Colegio de Postgraduados
- Universidad Veracruzana

Indicadores de seguimiento y evaluación

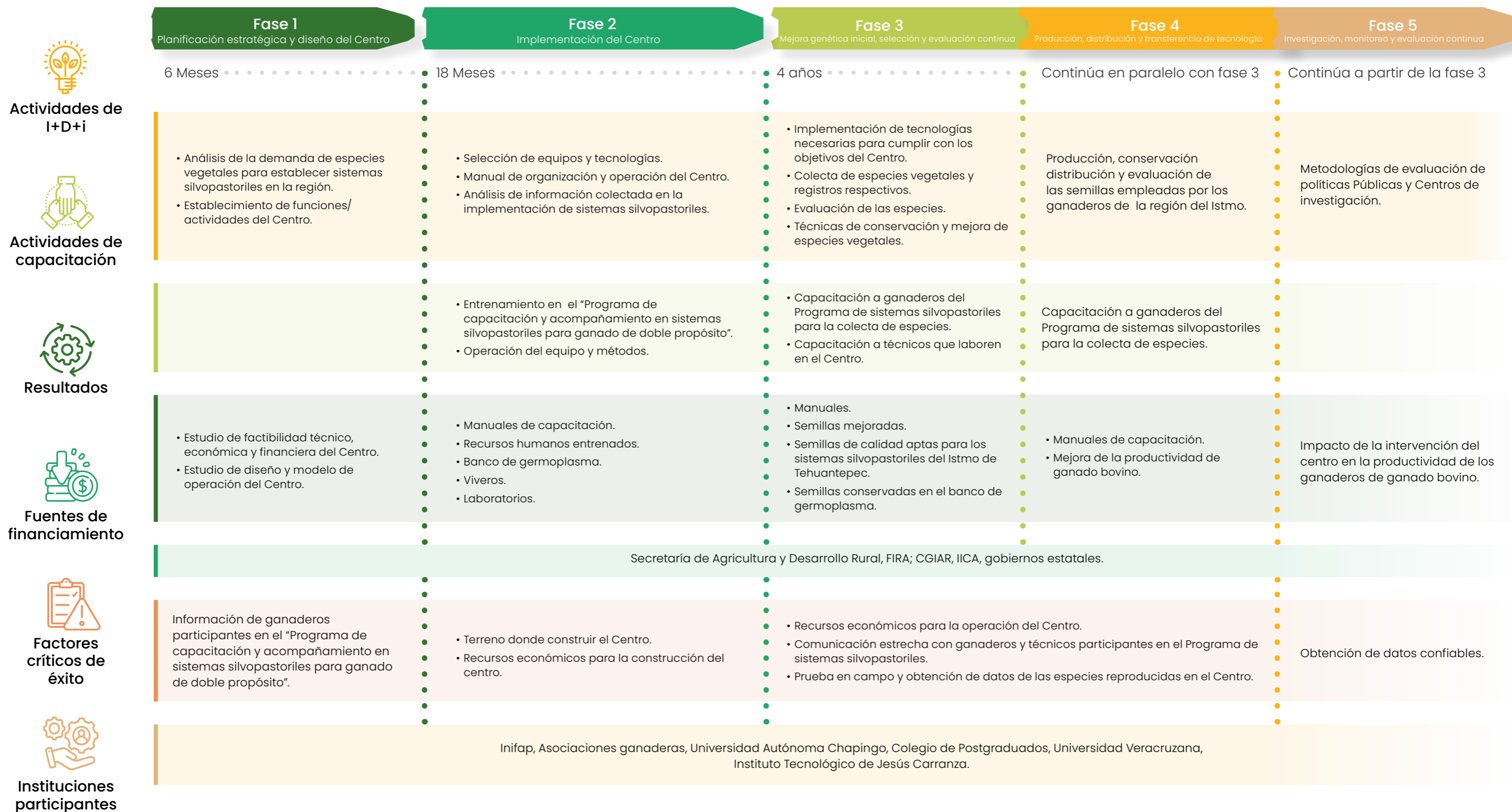
- Puesta en operación del Centro.
- Número de proyectos por año.
- Especies caracterizadas, conservadas y producidas.
- Número de productores atendidos.
- Ingresos autogenerados por concepto de capacitación, asistencia técnica e ingresos de proyectos.
- Satisfacción de la demanda de especies vegetales solicitada por ganaderos del Programa de capacitación y acompañamiento en sistemas silvopastoriles para explotaciones ganaderas de doble propósito y el programa de mejora genética de ganado de doble propósito para el trópico mexicano.
- Desempeño en campo de las variedades reproducidas en el Centro.

Factores críticos de éxito

- Planificación estratégica y diseño del Centro de producción y mejora genética de especies vegetales.
- Financiamiento suficiente y oportuno con perspectiva de largo plazo.
- Colaboración con otras instituciones, gobiernos y organizaciones para fortalecer la capacidad y recursos del Centro.
- Aprovechamiento de instalaciones existentes en diversas instituciones participantes.
- Acceso a recursos, financiamiento, y compromiso institucional.
- Contar con la infraestructura necesaria, la selección y retención del personal clave con la experiencia y conocimientos requeridos para los objetivos del proyecto.
- Identificar las especies y variedades vegetales adecuadas para los estados de Oaxaca y Veracruz, considerando la demanda local y la adaptación a las condiciones climáticas y del suelo.
- Coordinación activa con el Programa de capacitación y acompañamiento en sistemas silvopastoriles para explotaciones ganaderas de doble propósito y el programa de mejora genética de ganado de doble propósito para el trópico mexicano.
- Contar con un plan de contingencia para hacer frente a los desafíos potenciales que podrían surgir a lo largo del programa.



Mapa de ruta





Referencias

- Camarena, F., Chura, J. y Blas, R. (2014). *Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- López, G. I. (2000). Producción, manejo y conservación de forrajes tropicales". En *Memorias del Primer Congreso de Actualización de Prácticas Pecuarias del Trópico*. Instituto Veracruzano para el Desarrollo Rural, Boca del Río, Veracruz, México, agosto de 2000, pp. 57-80.
- Marinidou, E., y Jiménez, G. (2010). *Paquete tecnológico. Sistemas silvopastoriles. Uso de árboles en potreros de Chiapas*. México: El Colegio de la Frontera Sur.
- Moreno, F. y Molina, D. (2007). *Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta*. FAO. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13487>
- Pérez, M. y Lamothe, C. (2019). La ganadería tradicional del norte del estado de Veracruz. *Ciencia y Tecnología de la Carne*, 13(2), 25-36.
- IICA -República Dominicana-, Ministerio de Agricultura (MA) República Dominicana, United States Department of Agriculture, Washington [USDA], Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo -República Dominicana- [MEPyD]. (2016). *Establecimiento y uso de sistemas silvopastoriles en República Dominicana*. FAO. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/3018>
- Salazar, S., Hernández, A., Muñoz, S., Domínguez, B., Cervantes, P., y Lamothe, C. (2006). *La ganadería bovina: vulnerabilidad y mitigación*. Universidad Veracruzana.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2023). Acciones y Programas. Producción Ganadera. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>



7.3

Programa regional de capacitación y acompañamiento en sistemas silvopastoriles para ganado de doble propósito

Justificación del proyecto

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023), en México, la producción de los principales productos pecuarios para el 2021 fue de aproximadamente 44 376 102 millones de toneladas, destacando la producción de leche de bovino, la producción de bovinos y la producción de carne de bovino en canal que representaron el 29% y 17% respectivamente. En este sentido, la ganadería bovina y, en especial, la de doble propósito (producción de carne y leche) juega un papel clave y es una actividad económica importante en varios estados del país (Jalisco, Veracruz, Chiapas, Nayarit, Puebla, Oaxaca, Yucatán, entre otros).

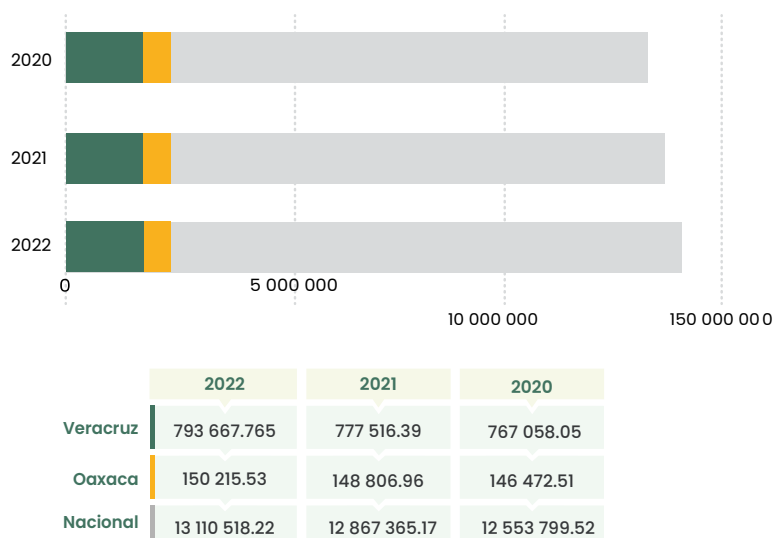
Para el caso de Veracruz y Oaxaca, estados de impacto en el marco del proyecto de la *Agenda del Ecosistema de Innovación del Istmo de Tehuantepec*, la producción de leche y carne representan una de las actividades más importantes.

En el 2022, la producción de leche de bovino de Veracruz fue de 793 678 litros y para Oaxaca fue de 150 216 litros, lo que representó un 6% y 1%, respectivamente, de la producción nacional de leche; en los últimos tres años se evidencia un ligero crecimiento en la producción de este producto para ambos estados (figura 7.3.1).

Proyecto 3



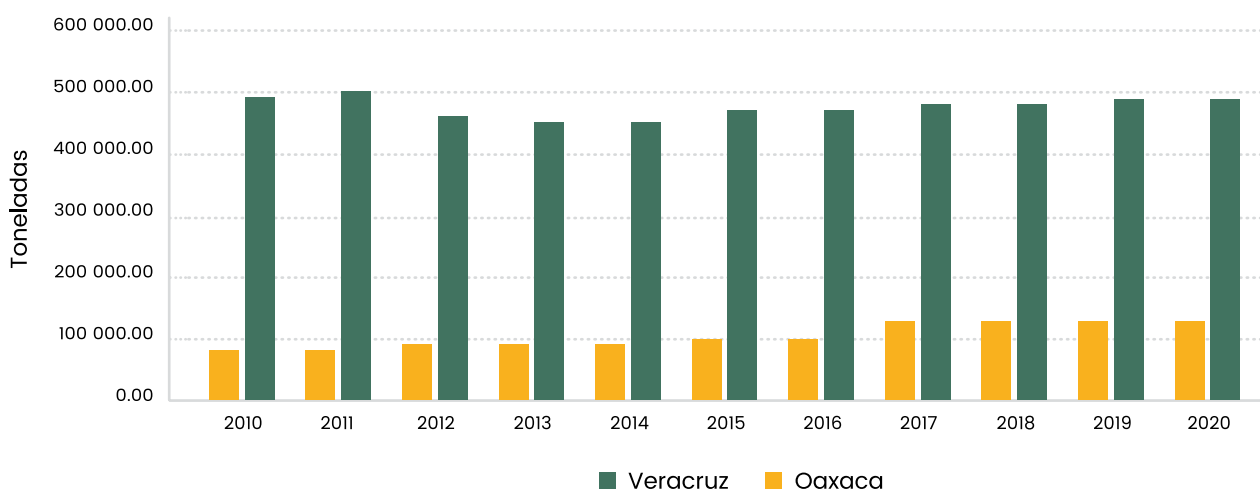
Figura 7.3.1. Producción de leche de bovino en Oaxaca y Veracruz (en miles de litros)



Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2023).

Por su parte, en los últimos 10 años, la producción de ganado bovino en pie para Veracruz muestra una tendencia de producción relativamente constante entre 450 000 y 503 000 toneladas, con un pico máximo de producción en el 2011 con 502 508 toneladas de ganado bovino en pie y, en el 2020, pese a la emergencia sanitaria, alcanzó un volumen de producción de 495 404.58 toneladas de ganado bovino en pie. No obstante, el valor de la producción en pie en miles de dólares pasó de \$9 522 146.23 en 2010 a \$16 653 158.32 en el 2020; convirtiendo a Veracruz en uno de los estados con mayor producción. En tanto, la producción de ganado bovino en pie para Oaxaca de 2010 a 2013 fue menor a 100 000 toneladas y a partir del 2014 se observa una tendencia ligera de crecimiento de la producción, llegando al 2020 a 118 271.62 toneladas de producción de ganado bovino en pie con un valor de producción en pie en miles de dólares de \$3 955 236 (figura 7.3.2).

Figura 7.3.2. Producción de ganado bovino en pie de Oaxaca y Veracruz



Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2023).



Si bien la ganadería de doble propósito en el trópico mexicano es una fuente importante de alimento (ya que aporta más del 50% del requerimiento de proteína de la población en forma de carne y leche) y es el sustento de miles de familias (Fundación Produce Michoacán, 2014), en los estados de Oaxaca y Veracruz ésta enfrenta diversos desafíos vinculados a: 1) la baja productividad del ganado que se traduce en menores rendimientos de carne y leche por animal, 2) escasez de forraje de calidad durante la temporada seca, 3) erosión y degradación del suelo producto de la ganadería extensiva y la falta de prácticas de conservación del suelo, 4) problemas sanitarios que afectan la producción y calidad de la carne y leche, 5) impacto ambiental significativo de la ganadería extensiva, 6) las dificultades de los ganaderos para acceder a mercados rentables con sus productos, 7) la falta de capacitación, acceso y adopción de tecnologías que mejoren la productividad y eficiencia de sus operaciones, entre otras problemáticas asociadas a esta cadena productiva.

Ante los retos que enfrenta la ganadería tradicional de doble propósito en un contexto de demanda creciente de alimentos y la necesidad de proteger al medio ambiente y los recursos naturales; la implementación de sistemas silvopastoriles podría ser una alternativa para abordar varias de las problemáticas mencionadas en el párrafo anterior y de esta manera mejorar la gestión de recursos naturales, la productividad animal y la sostenibilidad en la ganadería de doble propósito en Oaxaca y Veracruz.

Los sistemas silvopastoriles (SSP) integran intencionalmente la ganadería con arreglos agroforestales que combinan plantas forrajeras (como pastos, hierbas leguminosas) con arbustos y árboles para la nutrición animal de acuerdo a las características agroecológicas del territorio; estos también incluyen cercas vivas, cercas electrificadas, cortinas rompevientos, leñosas dispersas en potreros, bancos forrajeros, sistemas de captura de agua, técnicas de cuidado de la salud del hato ganadero y el manejo de heces; técnicas de cuidado de suelo, y mejoramiento genético (Fundación Produce

Michoacán, 2014; Nahed *et al.*, 2018; CIPAV, FAO y Agri Benchmark, 2021).

En Latinoamérica existen distintos ejemplos de implementación de SSP, especialmente en Colombia, Argentina, Brasil y algunos países de Centroamérica como Nicaragua con resultados interesantes en la productividad ganadera, mejora de la seguridad alimentaria, el bienestar animal y la reducción del impacto sobre los recursos naturales. En México se han promovido los SSP en diversos espacios, por ejemplo, en Michoacán se ha promovido el uso de *L. leucocephala*, donde más de 10 mil hectáreas han sido plantadas en la última década, involucrando a 1800 unidades productivas de carne y leche bajo la supervisión de la Fundación Produce (Solorio *et al.*, 2012); en Veracruz desde el 2021, la Secretaría de Ganadería y Pesca ha promovido la adopción de sistemas silvopastoriles y tecnologías amigables con el medio ambiente para hacer más rentables las unidades pecuarias (Red Global de Sistemas Silvopastoriles, 2021). También en Veracruz, el Instituto de Ecología de la UNAM ha colaborado con varios productores para establecer los SSP empleando como especie forrajera *Thitonia diversifolia* (Guzmán, 2019).

En Oaxaca, la Alianza México REDD+ en colaboración con la Unidad de Manejo Forestal Regional Istmo-Pacífico, AC (Umafor) ha impulsado la generación de capacidades en sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas convencidos de que este modelo es sustentable y que en la región hay condiciones para su desarrollo (Jiménez-Trujillo, J.A. y Sepúlveda López, C., s.f.).

Además, los SSP contribuyen a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Por ejemplo, en producciones de mediana y pequeña escala, la inclusión de árboles y arbustos mejora y diversifica la producción de alimentos y reduce la dependencia de insumos externos contribuyendo así al objetivo de hambre cero (ODS 2); incrementa el secuestro de carbono y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de producto contribuyendo a las acciones por el clima (ODS 13); la estabilización de la disponibilidad del forraje a lo largo del año



favorece la infiltración del agua y la conservación del suelo (ODS 15), y también impacta en el ODS 12 al promover una producción y consumo responsable (CIPAV, FAO y Agri Benchmark, 2021).

Por otro lado, en México se han desarrollado distintos modelos, estrategias y programas para impulsar el conocimiento de buenas prácticas y mejoras en los procesos productivos ganaderos, la promoción de la asociatividad, la adopción y/o generación de tecnologías que incrementen la productividad; algunas experiencias positivas son: el Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología (modelo GGAVATT), las Agencias de Gestión de la Innovación (AGI) Inca Rural AC y la Fundación Produce Michoacán que han implementado diferentes modelos de capacitación y extensionismo para impulsar la ganadería mexicana.

Además, a partir de la participación y aportes de los actores clave de la cadena en la mesa de trabajo *“Productividad, prácticas sustentables, desarrollo tecnológico e innovación”* y en la mesa de trabajo *“Aspectos regulatorios y sociales”* como parte de las actividades de la *Agenda del Ecosistema de Innovación Agroalimentaria del Istmo de Tehuantepec*, se evidencia consenso en que se requiere la implementación de un programa de capacitación y acompañamiento en la adopción de sistemas silvopastoriles para la ganadería de doble propósito teniendo en cuenta elementos como: la sensibilización y compromiso de los participantes, los incentivos, el monitoreo continuo, el financiamiento y el mercado. Es por ello que, teniendo en cuenta el contexto, los antecedentes y las aportaciones de actores clave de la cadena se propone este proyecto.



Objetivo general

Desarrollar un sistema para promover la adopción y gestión efectiva de tecnologías asociadas a sistemas silvopastoriles en explotaciones ganaderas de doble propósito en el Estado de Veracruz y Oaxaca, basado en un programa regional de demostración, capacitación y acompañamiento; con el fin de mejorar la productividad, la sostenibilidad y el bienestar económico de los ganaderos del Istmo de Tehuantepec.

Objetivos específicos

- Identificar y clasificar a los ganaderos de Oaxaca y Veracruz en función de su disposición para adoptar y adaptar tecnologías vinculadas a sistemas silvopastoriles en explotaciones ganaderas de doble propósito.
- Mapear e identificar a los ganaderos referentes y a las redes de innovación en ganadería de doble propósito en el estado de Oaxaca y Veracruz.
- Diseñar y establecer un modelo demostrativo de la tecnología y los beneficios de los sistemas silvopastoriles.
- Proporcionar a los ganaderos de Oaxaca y Veracruz los conocimientos necesarios y acompañamiento en la planificación, diseño y gestión de sistemas silvopastoriles adaptados a sus explotaciones, enfocándose en las necesidades específicas de la producción de ganado de doble propósito.
- Establecer un sistema de seguimiento y evaluación para medir el impacto del programa de capacitación y acompañamiento en términos de aumento de la productividad, mejora en la calidad de vida de los ganaderos y reducción del impacto ambiental.
- Coordinar los esfuerzos de este Programa con los del Centro de reproducción y mejora genética de especies vegetales aptas para sistemas silvopastoriles del trópico y el Centro de mejora genética de ganado vacuno de doble propósito para el trópico.

Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases:

Fase 1

(6 meses)

Preparación del proyecto

Las actividades que componen esta primera fase son:

- Planificación y diseño del programa de demostración, capacitación y acompañamiento en adopción de sistemas silvopastoriles en explotaciones ganaderas de doble propósito de Oaxaca y Veracruz que contemple: metodología, resultados, actores clave, ganaderos cooperantes, fuentes de financiamiento, incentivos a la adopción



de tecnologías, indicadores de desempeño y resultado y un plan de contingencias.

- Negociación con actores clave (productores cooperantes, productores de diversas agroindustrias, representantes del sector público en los diferentes niveles de gobierno vinculados a la cadena de valor, representantes de Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación, representantes de grupos o asociaciones de ganaderos de explotaciones de doble propósito en Oaxaca y Veracruz).
- Establecimiento de los mecanismos de selección de profesionales y técnicos con conocimientos en la implementación de sistemas silvopastoriles y en la gestión de la innovación (perfil, pagos, dinámica de trabajo, definición de funciones).
- Establecimiento de los mecanismos de acción, estandarización de procesos, definición de métricas y metas a alcanzar.

Fase 2

(6 meses)

Diagnóstico situacional

Las actividades que componen esta fase son:

- Capacitación a los profesionales y técnicos que se encargarán de las actividades de diagnóstico, establecimiento de finca demostrativa, capacitación y acompañamiento del programa a fin de manejar procesos estandarizados.
- Mapeo de la cadena de valor de la ganadería de doble propósito en Oaxaca y Veracruz, actores clave (en función de la disposición para adoptar y adaptar tecnologías) y la vinculación con el mercado.
- Mapeo de las redes de innovación vinculadas a ganado de doble propósito e identificación de ganaderos referidos¹ en Oaxaca y Veracruz.
- Registro y clasificación de los potenciales beneficiarios del programa en función del grado de adopción de tecnologías y características de las explotaciones productivas de ganadería de doble propósito.
- Identificación de microclimas y condiciones agroecológicas en las zonas de impacto de Oaxaca y Veracruz y los ranchos ganaderos establecidos en estos microclimas.
- Identificación de potenciales compradores de los productos generados en las explotaciones de ganadería de doble propósito en Oaxaca y Veracruz.

¹ Los demás ganaderos lo reconocen como un ganadero destacado e influyente, líder de opinión, agricultores campeones, yachaquic, productor cooperante, talentos rurales.



Fase 3

Implementación del programa

(3 años)

Las actividades que componen esta fase son:

- Generación de bases de datos a partir de la información obtenida en la etapa de diagnóstico.
- Establecimiento de al menos una finca demostrativa, en coordinación con productores cooperantes.
- Compartir información relevante al Centro de reproducción y mejora genética de especies vegetales aptas para sistemas silvopastoriles del trópico y al Centro de mejora genética de ganado vacuno de doble propósito para el trópico con el objetivo de que las tecnologías generadas en ambos Centros sean las requeridas por los productores de la región y tengan mayores posibilidades de ser transferidas y adoptadas por los ganaderos beneficiarios del programa de capacitación y acompañamiento.
- Sensibilización de los actores clave participantes del programa de capacitación y acompañamiento sobre la importancia y beneficios del programa y firma de compromiso.
- Ejecutar las capacitaciones (distintos módulos) a través de ganaderos cooperantes que actúen como referentes y estos a su vez puedan transferir los conocimientos a su red. Se sugiere hacer uso de las TICS durante el proceso de capacitación y abordar los siguientes temas.

Temas para abordar en el proceso de capacitación y acompañamiento

- Análisis de suelos y condiciones climatológicas.
 - Identificación y selección de especies vegetales para el sistema silvopastoril a desarrollar.
 - Manejo agronómico de sistemas silvopastoriles.
 - Métodos de riego.
 - Métodos y herramientas de mejoramiento genético de bovinos de doble propósito.
 - Administración de explotaciones ganaderas de doble propósito (registros, costos, mercado, negociaciones, etc.).
 - Aspectos sanitarios (buenas prácticas, calendario de vacunación, registros, higiene y prevención de enfermedades).
-
- Implementación de los sistemas silvopastoriles por parte de los ganaderos beneficiados en el programa en sus explotaciones ganaderas de doble propósito.
 - Acompañamiento por parte de los profesionales a los ganaderos beneficiados en etapas claves durante el proceso de implementación de los sistemas silvopastoriles.
 - Organización y ejecución de encuentros anuales para presentar avances de la implementación de los sistemas silvopastoriles en explotaciones ganaderas de doble propósito, casos de éxito y experiencias de otros lugares por parte de invitados especiales. Será importante que en estos encuentros participen los actores claves involucrados en el programa.



Fase 4

Monitoreo del programa

(3 años)

Las actividades que componen esta fase son:

- Entrevistas cortas (virtuales o por llamada telefónica) a los beneficiarios del programa para evaluar los conocimientos adquiridos, la implementación de buenas prácticas, los desafíos enfrentados durante el proceso y el grado de satisfacción de los beneficiarios con el programa. Esto puede proporcionar información cualitativa sobre el progreso de adopción y adaptación de tecnologías y los factores que contribuyen a ello.
- Visitas de campo a las explotaciones ganaderas de doble propósito beneficiadas por el programa para dar seguimiento a la implementación de tecnologías y verificación de avances. Estas visitas pueden incluir parámetros como la calidad del pasto, la salud del ganado, medición de la productividad del ganado de doble propósito, la erosión del suelo, etc.
- Registro de datos recolectados durante las entrevistas y visitas de campo por parte de los técnicos responsables del acompañamiento.
- Reporte de la visita de campo y recomendaciones de mejora.

Fase 5

Evaluación del programa (al 4° año de implementación del proyecto)

Las actividades que componen esta fase son:

- Primera evaluación del programa en 4 años teniendo en cuenta los resultados esperados y los indicadores establecidos; dependiendo de los resultados se deberán realizar las mejoras y adecuaciones pertinentes al proyecto, de tal manera, que este tenga continuidad.

Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido para ejecutar una primera versión del programa de capacitación y acompañamiento es de mínimo 4 años, al término de este periodo, se deberá realizar una primera evaluación y diseñar las mejoras pertinentes para dar continuidad al proyecto con versiones mejoradas.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Se espera que la implementación de sistemas silvopastoriles fomente la colaboración y participación de la comunidad (de impacto) en la gestión de los recursos naturales, existe una mayor conciencia ambiental y comprensión de la importancia de la sostenibilidad en la ganadería.
- Al menos tres fincas demostrativas del sistema en funcionamiento.
- Se espera que las redes (grupos) de innovación existentes en ganadería de doble propósito lideradas por ganaderos referentes de la región se



consoliden y trabajen de manera conjunta con el Centro de reproducción y mejora genética de especies vegetales y al programa de mejora genética de ganado de doble propósito para el trópico mexicano.

- Se espera que al menos un 80% (en un escenario positivo) de los beneficiarios del programa adopte y adapte las tecnologías vinculadas a los sistemas silvopastoriles.
- Se espera que al 4º año de implementación del programa haya avances tangibles (medidos a través de indicadores) con relación a: mejora de la productividad ganadera, diversificación de ingresos, mejora en la nutrición del ganado, conservación de suelos y agua, captura de carbono y resiliencia a los cambios climáticos.
- Se espera que otros ganaderos de la región repliquen las buenas prácticas en implementación de sistemas silvopastoriles.

Fuentes de financiamiento

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
- Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura (FIRA)
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA)
- INCA Rural
- Empresas agroindustriales y ganaderos

Instituciones participantes

- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad agroalimentaria (Senasica)
- Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura (FIRA)
- Gobiernos del estado de Veracruz y del estado de Oaxaca (áreas vinculadas a la promoción de la ganadería y agricultura)
- Asociaciones ganaderas de explotaciones de ganado de doble propósito de Oaxaca y de Veracruz
- Asociaciones de reproductores de ganado de doble propósito
- Empresas agroindustriales vinculadas a la transformación de productos obtenidos en las explotaciones de ganado de doble propósito (Segalmex, Nestlé, rastros de sacrificio)
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap)
- Universidad Autónoma Chapingo
- Colegio de Postgraduados



- Universidad Veracruzana
- Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza

Indicadores de seguimiento y evaluación

- Indicadores de cobertura: superficie impactada, ganaderos atendidos, ganaderos que adoptaron y adaptaron tecnologías silvopastoriles.
- Indicadores de procesos: registros de capacitaciones, registros de las visitas de campo, periodicidad de interacción.
- Indicadores de resultados productivos: producción de leche (litros/ha), ganancias de peso (kg/ha), carga animal (UA/ha), producción de forraje (t/ha/año), producción de proteína (kg/ha), entre otros.
- Indicadores de resultados ambientales: captura de carbono (t/ha), reciclaje de nutrientes (kg/ha -N-P-K), eficiencia del uso de agua (%), materia orgánica (kg/ha).
- Indicadores de resultados económicos: costos de producción, ganancias obtenidas, rentabilidad de las explotaciones productivas.
- Número de productores atendidos en el programa de capacitación.
- Desempeño de los extensionistas involucrados ¿qué resultados deben entregar?

Factores críticos de éxito

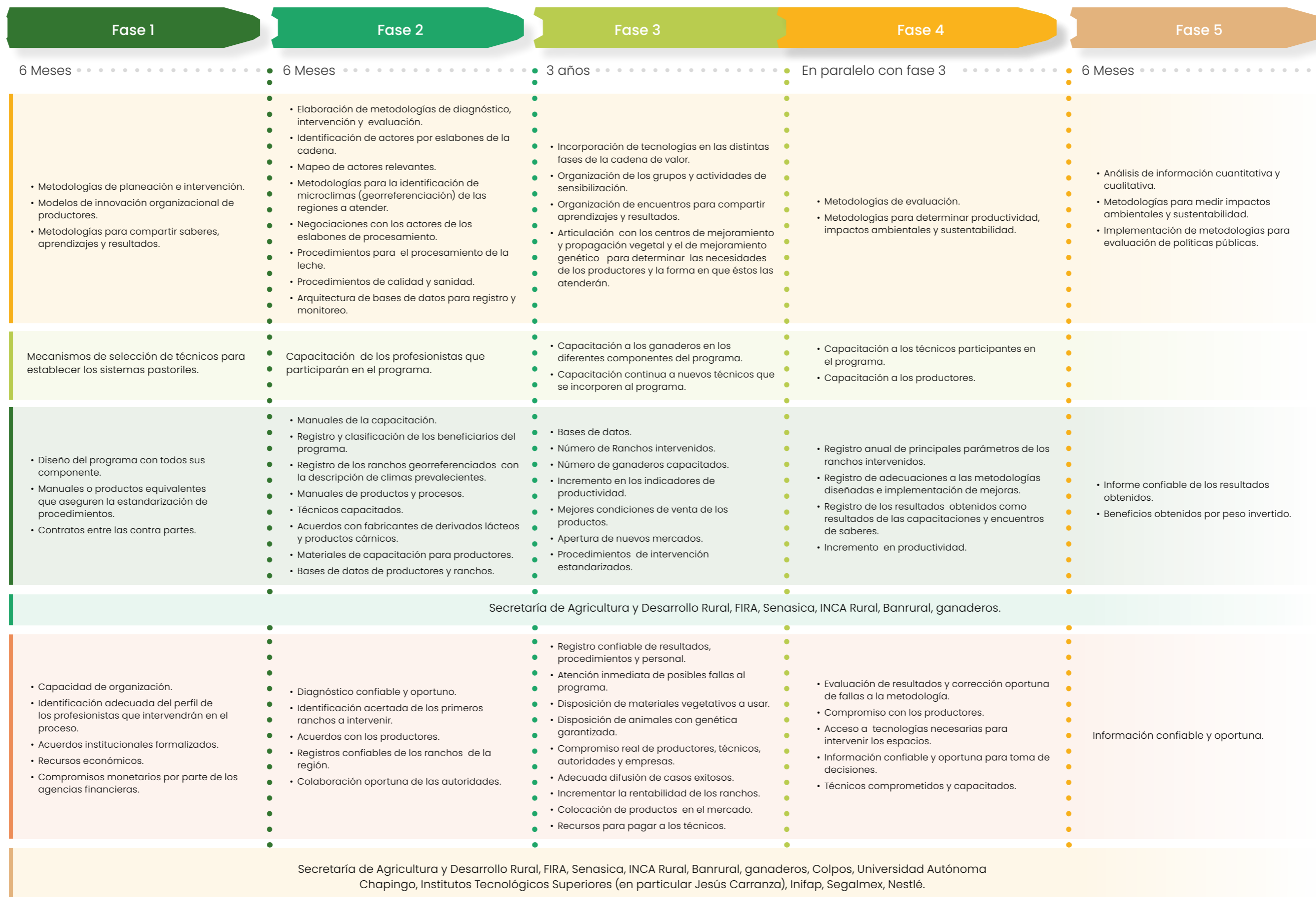
- Planificación estratégica y diseño del programa de capacitación y acompañamiento.
- Comprensión por parte de todos los actores del carácter de una innovación que requiere visión de largo plazo y compromiso multianual de financiamiento.
- Ejecución efectiva de las actividades de diagnóstico.
- Disposición y participación activa de los ganaderos para aprender y adoptar tecnologías vinculadas a los sistemas silvopastoriles en explotaciones ganaderas de doble propósito.
- Metodología y herramientas didácticas empleadas durante la capacitación que impacten en la calidad de esta.
- Acompañamiento a lo largo del proceso de implementación de sistemas silvopastoriles en explotaciones ganaderas de doble propósito.
- Consensos entre actores clave (funcionarios, federales, estatales, empresas agroindustriales, ganaderos, etc.).
- Acceso a recursos y financiamiento y compromiso institucional.
- Comunicación efectiva entre los actores involucrados.



- Trabajo en equipo con el Centro de reproducción y mejora genética de especies vegetales y al programa de mejora genética de ganado de doble propósito para el trópico mexicano.
- Contar con un plan de contingencia para hacer frente a los desafíos potenciales que podrían surgir a lo largo del programa.



Mapa de ruta





Referencias

- Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria [Cipav], Food and Agriculture Organization [FAO por sus siglas en inglés] y Agri Benchmark. (2021). *Sistemas silvopastoriles y su contribución al uso eficiente de los recursos y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Evidencia desde América Latina*. FAO.
- Fundación Produce Michoacán. (2014). *Sistemas silvopastoriles intensivos, base de la productividad, creación de valor y sostenibilidad de la ganadería del trópico de México*. Ciudad de México: Cofupro.
- Guzmán, F. (agosto de 2019). El sistema silvopastoril intensivo, alternativa de ganadería sostenible. *Gaceta UNAM*. <https://www.gaceta.unam>
- Jiménez, J. A. y Sepúlveda, C. (s.f.). Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas para la ganadería sostenible en Oaxaca. Alianza MéxicoREDD+. <http://www.monitoreoforestal.gob.mx/repositoriodigital/files/original/15edadd78c52f266fd20e2234a10cba8.pdf>
- Nahed, J., Guevara, F., Palma, J., López, Z., Sánchez, J., Aguilar, J. y Parra, M. (2018). Innovación para el desarrollo sustentable de la ganadería mediante sistemas pastoriles y producción orgánica en la frontera sur (págs. 103-133). En R. Ochoa y J. León, Nortedur. *Diálogos de frontera El colegio de la Frontera Norte. Red Global de Sistemas Silvopastoriles*. (2021). *XI Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles: Ganadería sostenible con arraigo e innovación*. México.
- Red Global de Sistemas Silvopastoriles. (2021). *XI Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles: Ganadería sostenible con arraigo e innovación*. México.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2023). Acciones y Programas. Producción Ganadera. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>
- Solorio, F. J., Solorio, B., Casanova, F., Ramírez, L., Ayala, A., Ku, J. y Aguilar, C. (2012) Situación actual global de la investigación y desarrollo tecnológico en el establecimiento, manejo y aprovechamiento de los sistemas silvopastoriles intensivos (pp. 33-57). En *IV Congreso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos*. Fundación Produce Michoacán, Universidad Autónoma de Yucatán, Morelia, México, 21 -23 marzo.



7.4

Proyecto 4

Campo experimental para la generación de alternativas tecnológicas en el cultivo de café en la región del Istmo

Justificación del proyecto

La región del Istmo es reconocida por su producción de café, una actividad económica de gran relevancia para la economía local y nacional. El café es un producto clave en la agricultura, con un mercado global en constante crecimiento. Mejorar la productividad y calidad del café en esta región tiene un impacto directo en los ingresos de los productores y en la economía local en general.

El cultivo de café enfrenta desafíos significativos en la región del Istmo, incluyendo fluctuaciones climáticas, enfermedades, plagas y la necesidad de prácticas agronómicas sostenibles. Estos desafíos afectan negativamente la producción y calidad del café, lo que resalta la urgente necesidad de explorar nuevas tecnologías para superar estos obstáculos.

Las biotecnologías ofrecen un gran potencial para enfrentar los desafíos en la industria del café, permitiendo la obtención de variedades resistentes, mejorando la calidad del café y fomentando prácticas agrícolas más sostenibles. En línea con esto, algunas de las técnicas de mayor potencial en la región del Istmo son las siguientes:

- **Transformación genética e ingeniería de resistencia:** introducción de genes específicos que confieren resistencia a enfermedades comunes del café, como la roya del café.
- **Fermentación controlada:** aplicación de técnicas de fermentación para mejorar el perfil de sabor y aroma del café.
- **Bancos de germoplasma:** creación y mantenimiento de bancos de germoplasma para conservar la diversidad genética del café y su uso en futuros programas de mejora.
- Clonación de plantas de café.



Las innovaciones en biotecnología agrícola representan una oportunidad, ya que engloban toda una diversidad de técnicas para evaluar y manipular las estructuras genéticas de organismos vivos que serán utilizados en la producción o elaboración de productos agrícolas a fin de incrementar el rendimiento del cultivo, potenciar la resistencia a plagas, mejorar la adaptación contra condiciones adversas o mejorar su calidad nutricional (Franquesa, s.f.).

La mayor parte de las tecnologías desarrolladas en esta rama están alineadas con las técnicas de cultivo in vitro, uso de técnicas moleculares para acelerar el fitomejoramiento, desarrollo de procesos bioquímicos, formulación de compuestos para el crecimiento de las plantas e inhibidores de patógenos y mejoramiento genético.

Cabe mencionar que uno de los principales objetivos de estas áreas de investigación es el incremento de los rendimientos y calidad en la producción, lo que también demanda realizar evaluaciones de los minerales, nutrientes, fertilizantes, microorganismos, bacterias y sustratos específicos para cada cultivo, para que sean adaptables a las condiciones de la región.

En el marco de consulta de la elaboración de la agenda de innovación agroalimentaria del Istmo de Tehuantepec, se ha mencionado los siguientes retos:

- En cuanto a los productores, es necesaria la asesoría, capacitación, sensibilización constante para concientizar a los productores, sobre los beneficios que tendrán con una buena producción eficiente y al incorporar nuevas tecnologías.
- Las capacitaciones para productores deben incluir paquetes tecnológicos y canales de comunicación adecuados, demostraciones y evidencia en los beneficios.
- Facilitar a los productores el acceso a tecnología y servicios especializados.
- Fomentar las asociaciones de investigación, de desarrollo de nuevas tecnologías y la creación de capacidades.

- Considerar esquemas de infraestructura compartida.

De este modo, el diseño y operación de un campo experimental generará conocimiento científico valioso sobre la aplicación de las tecnologías más efectivas en el cultivo de café en el Istmo. Este conocimiento puede ser compartido y utilizado para futuras investigaciones y proyectos, fomentando un ciclo continuo de mejora y desarrollo en la industria cafetalera.

El diseño de un campo experimental a su vez fomenta la participación activa de la comunidad, incluyendo a los agricultores, académicos, investigadores y entidades gubernamentales.





Objetivo general

Diseñar, construir y poner en marcha un campo experimental enfocado al desarrollo, prueba e impulso de tecnologías para el mejoramiento de la producción y la calidad de café para mercados nacionales, internacionales y de especialidad.

Objetivos específicos

- Evaluar diferentes variedades de café para identificar las más adecuadas en términos de adaptabilidad al clima y suelos del Istmo, resistencia a enfermedades y plagas, rendimiento y calidad de la cosecha.
- Desarrollar prácticas agronómicas eficaces para el manejo del cultivo de café, incluyendo la fertilización, poda, manejo de sombra, control de malezas y conservación del suelo.
- Comparar distintos sistemas de sombra para determinar el impacto en el crecimiento, desarrollo y calidad de los granos de café, así como su influencia en la conservación de recursos naturales.
- Seleccionar diversos biofertilizantes y productos biológicos para el control de plagas y enfermedades del cafeto.
- Identificar prácticas sostenibles en el cultivo de café, como la agroforestería, compostaje, reciclaje de residuos agrícolas y uso eficiente de insumos, para promover la conservación del entorno.
- Capacitar a los productores locales en las nuevas tecnologías y prácticas desarrolladas, asegurando una correcta implementación y adopción en sus respectivas plantaciones de café.

Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases:

Fase 1

(6 meses)

Planificación y diseño del campo experimental

Las actividades que componen esta primera fase son:

- Elaboración del proyecto ejecutivo.
- Implementar una estrategia de búsqueda de financiamiento público y privado para la construcción del centro experimental.
- Elaboración del modelo de negocio y estructura organizacional del campo experimental para optimizar su oferta de servicios.
- Constitución de equipos multidisciplinarios que participarán en la ejecución del proyecto y las tecnologías y enfoques más novedosos en el cultivo de café.



- Decisión sobre la administración del campo experimental.
- Diseño del proceso para definir la institución líder del proyecto.
- Diseño de experimentos que permitan probar y comparar diferentes tecnologías en condiciones controladas.
- Diseño de estrategias de transferencia tecnológica, protocolos y reglamentos de operación bajo los cuales operará la unidad experimental.

Fase 2

(12 meses)

Construcción del campo experimental

Las actividades que componen esta fase son:

- Preparación del terreno y establecimiento de parcelas de experimentación.
- Construcción del centro experimental y adquisición de tecnologías.
- Capacitación de grupo de investigadores y personal participante
- Búsqueda de proyectos y convenios de investigación cooperativa con las instituciones que ofrecen tecnologías que podrán ser probadas en el campo experimental.
- Elaboración de un plan de negocios.

Fase 3

(24 meses)

Ejecución del primer plan de trabajo

Las actividades que componen esta fase son:

- Adquisición de soluciones tecnológicas relevantes para probarlas en el campo experimental.
- Documentación de resultados y selección de tecnologías idóneas para su transferencia a productores.
- Organización de jornadas demostrativas.
- Preparación de paquetes tecnológicos detallados que documenten los resultados y materiales educativos, como folletos, vídeos y guías, para promover la adopción de las tecnologías.
- Organización de talleres y sesiones de capacitación para compartir los resultados y capacitar a los agricultores sobre las tecnologías probadas.
- Elaborar y ejecutar planes de mercadotecnia de servicios del campo experimental.
- Implementación de la unidad experimental con base en una cartera inicial de proyectos con productores.
- Elaboración de plan de sostenibilidad financiera del campo experimental.



Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido para ejecutar este proyecto es de 42 meses.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Diseño y documentación de requerimientos del campo experimental.
- Marco normativo y procedimientos de operación.
- Directorio de instituciones participantes.
- Unidad experimental instalada.
- Plan de negocios del campo experimental.
- Procedimientos para realizar actividades de transferencia tecnológica.
- Documento con los mecanismos de vinculación de las instituciones participantes.
- Cartera de proyectos de la unidad experimental con productores.
- Tecnologías probadas y transferidas a productores.

Fuentes de financiamiento

- Gobiernos estatales
- Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura (FIRA)
- Instituciones de educación superior
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
- Inversiones privadas

Posibles instituciones participantes

- Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav)
- Colegio de Postgraduados (Colpos)
- Universidad Autónoma Chapingo
- Universidad Veracruzana
- Tecnológico Nacional de México
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap)
- Asociaciones y cooperativas de productores
- ONG



Indicadores de seguimiento y evaluación

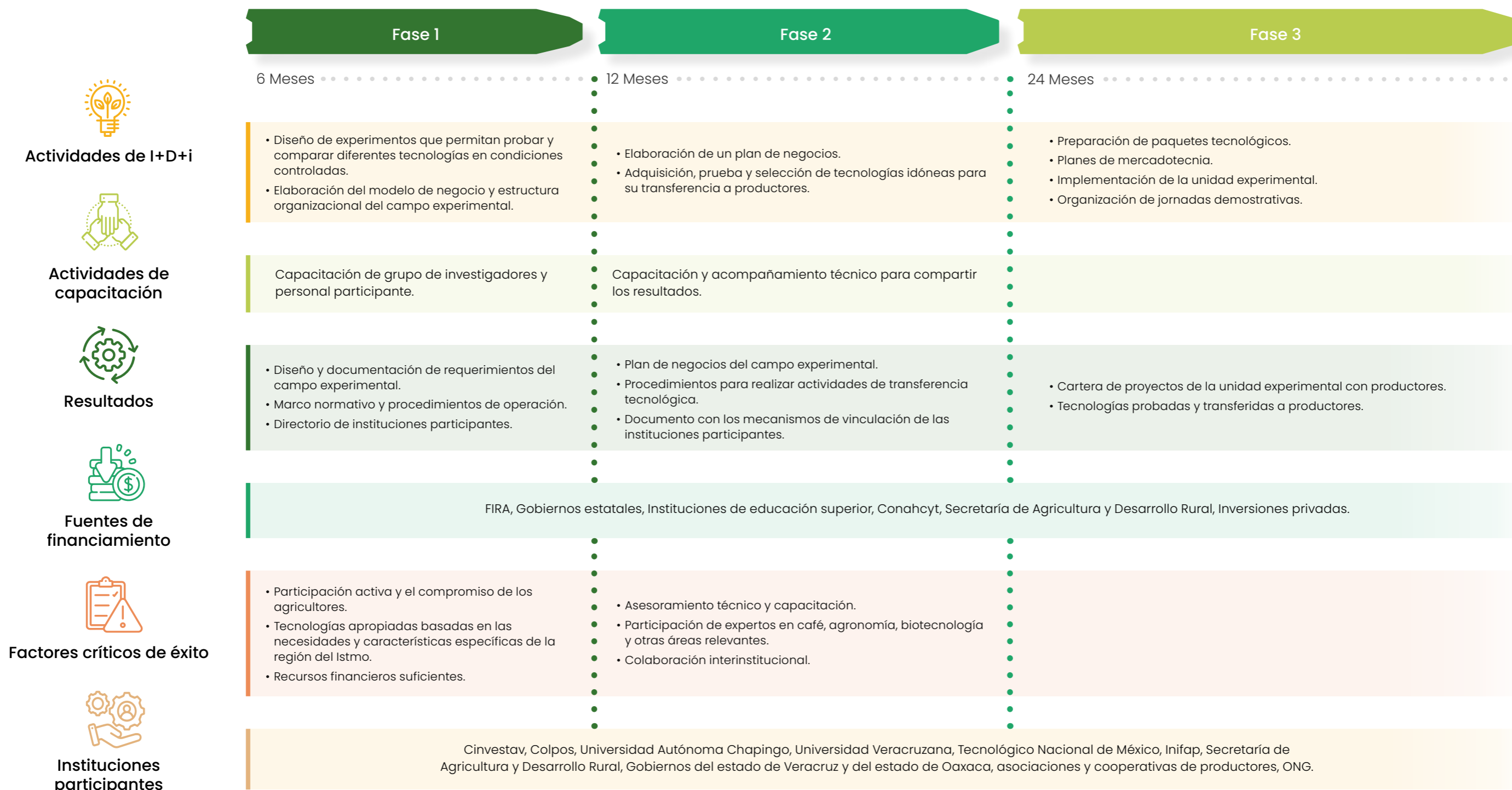
- Número de tecnologías desarrolladas y validadas.
- Número de personas capacitadas.
- Número de servicios ofrecidos.
- Número de proyectos ejecutados.
- Número de convenios de colaboración generados.
- Número de instituciones que participen en la oferta de servicios.
- Número de productores y empresas agroalimentarias atendidas.
- Ingresos por servicios ofrecidos.
- Número de agricultores que han adoptado al menos una de las nuevas tecnologías probadas en el campo experimental.

Factores críticos de éxito

- Participación activa y el compromiso de los agricultores.
- Tecnologías apropiadas basadas en las necesidades y características específicas de la región del Istmo.
- Convenios de colaboración y adquisición de tecnología entre la administración del campo experimental y las instituciones oferentes de tecnologías y soluciones.
- Asesoramiento técnico y capacitación.
- Participación de expertos en café, agronomía, biotecnología y otras áreas relevantes.
- Recursos financieros suficientes y oportunos, con una perspectiva multianual.
- Colaboración interinstitucional.



Mapa de ruta





Referencias

Academia Mexicana de Ciencias [AMC]. (s.f.). Tendencias, prioridades, oportunidades y recomendaciones por sector en los que incide la biotecnología. Recuperado el 22 de agosto de 2023, de <https://www.amc.edu.mx/biotecnologia/comite/tendencias.htm>

Coffe Behind the Scenes (2018). El café en México. Recuperado el 30 de septiembre de 2023, de <http://www.coffeebehindthescenes.com/es/country/mexico>

Franquesa, M. (s.f.). Todo sobre la biotecnología en el sector agrícola. *Agroptima*. Recuperado el 16 de diciembre de 2019, de <https://www.agroptima.com/es/blog/biotecnologia-agricola/>



7.5

Proyecto 5

Desarrollo y establecimiento de un Sistema de Cultivo Inteligente para el ajonjolí

***Mediano plazo (24 a 36 meses)**

Justificación del proyecto

El cultivo orgánico de ajonjolí es, sin embargo, el cultivo enfrenta en el Istmo de Tehuantepec, respecto a su nivel general de rentabilidad, tres retos puntuales: 1) La baja productividad (0.78 t/ha de acuerdo a SIAP, 2022) derivada de una práctica de producción manual que, por un lado, supone elevados costos de producción (15 200 \$/ha de acuerdo a Toledo, 2023) y, por el otro, puede representar altos niveles de pérdidas toda vez que: a) se empleen técnicas dañinas para la calidad del suelo o para el propio cultivo; y b) las actividades de corte no se realicen antes de la maduración total del ajonjolí, que es cuando la cápsula se abre y libera fácilmente la semilla; y 2) La edad promedio de los productores de ajonjolí (entre 55 y 65 años de acuerdo a Toledo, 2023) que ilustra los bajos niveles de relevo generacional que, de no atenderse, pueden potencialmente poner en peligro la propia producción de ajonjolí en la región del Istmo.

La implementación de sistemas de cultivo inteligente no es nueva en América Latina. El Centro para la Cuarta Revolución Industrial de Colombia (C4IR, 2021), por ejemplo, es un referente en el uso y apropiación de tecnologías digitales en pequeños y medianos agricultores. Los avances de su proyecto "Agro 4.0", con el cual se buscó el aprovechamiento económico de los datos en diez cultivos piloto de café, cacao y aguacate, se pueden resumir en:

1. **Implementación de tecnologías digitales:** sensores climáticos y de suelo con internet de las cosas (IoT), Inteligencia Artificial (IA) para el análisis del suelo y diseño de recomendaciones en fertilización, *Cloud Computing* y portales de e-commerce para los 100 beneficiarios del proyecto.



2. **Identificación de datos estratégicos:** históricos de nutrientes del suelo, variables climáticas, afloración, topografía, textura del suelo, humedad relativa, temperatura, plagas y enfermedades.
3. **Identificación de nuevos modelos de negocio:** modelos de valoración económica de datos en agricultura, donde se pueden comercializar datos con otros productores y actores diversos (agroindustria, gobierno, y/o academia).
4. **Beneficios de la explotación productiva de datos agrícolas:** disminución de intermediarios en la cadena de suministro, presencia en canales digitales de venta, aplicación de planes de fertilización personalizados, implementación de sistemas de riego automatizados, y mejora de oportunidades de exportación.

Las tecnologías intermedias¹, por su parte, se sitúan entre las técnicas tradicionales de producción y las tecnologías agrícolas más avanzadas. Dichas tecnologías se caracterizan por un relativo bajo costo de capital por trabajador, ser intensivas en mano de obra a fin de resolver problemas de desempleo, y un factor comunitario de apropiabilidad en el que las tecnologías se adaptan a la resolución de problemas específicos de una comunidad (Fraga, 2021). De acuerdo con Fraga (2021), el desarrollo de tecnologías intermedias en el sector agrícola que puedan resolver simultáneamente problemas de desempleo y uso eficiente de recursos naturales está relacionado con el desarrollo de ecotecnias, entre las cuales destacan los sistemas de captación de agua pluvial.

Con el fin de enfrentar los retos expuestos, a partir de las recomendaciones surgidas en el marco de las mesas de consulta para la elaboración de esta agenda de innovación, se propone el proyecto de innovación tecnológica “Desarrollo y establecimiento de un Sistema de Cultivo Inteligente”, compuesto en lo general por una serie de fases (identificar las tecnologías disponibles, adaptar la tecnología óptima para el cultivo en la región, desarrollar estrategias de asesoría, capacitación y acompañamiento) a partir de las cuales se espera mejorar los niveles de rentabilidad en la producción de ajonjolí, así como abonar al relevo generacional, mediante el desarrollo de tecnologías intermedias que contribuyan a un manejo más eficiente de los recursos naturales, y la implementación de tecnologías digitales (estaciones agroclimáticas, drones agrícolas, niveladores de GPS, sensores climáticos y de suelo IoT). Lo dicho obedece a la característica generacional millennial y centennial de ser nativos digitales².

1 El concepto está relacionado con tecnologías de pequeña escala y bajo costo de capital por trabajador. De acuerdo con Fraga (2021), las tecnologías intermedias pueden resolver problemas urgentes, como el desempleo y la degradación ambiental.

2 Los nativos digitales suelen considerarse como parte de las generaciones millennial (Y) y centennial (Z), nacidos a partir de 1990 en adelante (IMJUVE, 2017), y tienen la particularidad de haberse desarrollado en entornos digitales, razón por la cual “les resulta fácil aprender y explorar las posibilidades que ofrecen las TIC y sus herramientas, [a través de las cuales] socializan y comparten espacios con grupos de amigos, juegan, se informan, etc.” (Cedillo, 2022: 148).



Objetivo general

Desarrollar y establecer un paquete tecnológico innovador que coadyuve al mejoramiento de la productividad, el relevo generacional y la optimización de la producción, mediante la implementación de equipamiento y tecnologías digitales, para mejorar los niveles de rentabilidad en la producción de ajonjolí en la región del Istmo de Tehuantepec.

Objetivos específicos

- Evaluar las condiciones actuales del mercado de ajonjolí por medio de la elaboración de un estudio de mercado, para identificar las necesidades, los gustos y las preferencias de la demanda local, regional y nacional, así como los requerimientos necesarios para una posible apertura a nuevos mercados internacionales.
- Evaluar las condiciones sociales y productivas actuales de los agricultores de ajonjolí en la región del Istmo, mediante la elaboración de un diagnóstico, para identificar las necesidades tecnológicas, los retos y las oportunidades de implementación de un sistema de cultivo inteligente.
- Diseñar, a partir de los resultados del diagnóstico, jornadas de posicionamiento de tecnologías digitales agronómicas orientadas a productores, y adaptadas a los idiomas específicos de la región, en donde se difundan las tecnologías digitales disponibles y los beneficios de su implementación.
- Diseñar campañas de asesoría y capacitación técnica en el manejo de tecnologías digitales agronómicas, orientadas a productores y adaptadas a los idiomas específicos de la región.
- Diseñar indicadores y parámetros de evaluación para el acompañamiento a productores en el manejo de tecnologías digitales agronómicas.

Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases.

Fase 1

(3 meses)

Estudio de mercado y diagnóstico de condiciones sociales y productivas actuales

Esta primera fase se centrará en conocer de primera mano, a través de una metodología mixta (cuantitativa: levantamiento de cuestionarios y análisis estadístico; y cualitativa: conducción de entrevistas a profundidad y grupos focales³ orientadas a productores y jóvenes con potencial de involucramiento

³ De acuerdo con Castillo (2023), el grupo focal es una técnica de investigación cualitativa que, mediante la participación simultánea de cuatro a diez personas, busca obtener información pertinente respecto a un fenómeno concreto. La muestra (es decir, los participantes) deben representar a los perfiles que compongan la población objetivo.



en esta cadena productiva), los requerimientos y las necesidades tecnológicas, de mercado, los retos y las oportunidades de implementación de un sistema de cultivo inteligente con un esquema de uso colectivo.

Las actividades que componen esta primera fase son:

- Revisión documental amplia donde se identifiquen: 1) Dinámicas de producción, precios y comercio (exportación/importación) de ajonjolí mediante la consulta de información gubernamental orientada al sector agrícola y bases de datos de comercio exterior especializadas en estadísticas de precios; 2) Características económicas y técnicas del sector de productores de ajonjolí en la región del Istmo, para identificar la composición de la oferta (número y tipo de productores y comercializadores); 3) Normas y certificaciones de calidad (nacionales e internacionales) para la producción de ajonjolí; 4) Condiciones sociales y productivas actuales en el cultivo de ajonjolí a nivel Istmo; 5) Tecnologías digitales implementadas en la región, en el país y en otros países para la producción agrícola, así como sus resultados; y 6) Identificación de tecnologías digitales disponibles para el cultivo específico de ajonjolí.
- Levantamiento de cuestionarios a productores para profundizar en las condiciones sociales (edad promedio, idioma, nivel de asociatividad con otros productores, actualización documental (INE, RFC, etc.), relevo generacional) y productivas (cultivos de rotación, tecnologías de cultivo implementadas, costos de producción, tipo de producción convencional u orgánica).
- Conducción de entrevistas semiestructuradas a actores clave de la agroindustria (directivos y gerentes comerciales de empresas dedicadas a la transformación y comercialización de ajonjolí), para identificar: 1) Características y preferencias del consumo de ajonjolí; 2) Cantidad demandada de ajonjolí; y 3) Los requerimientos necesarios para una posible apertura a nuevos mercados internacionales.
- Conducción de entrevistas semiestructuradas a actores clave (líderes o con trayectoria relevante en materia de transferencia tecnológica) para identificar: 1) Las necesidades tecnológicas (análogas y digitales); 2) Las áreas de oportunidad para el desarrollo de tecnologías intermedias relacionadas con el manejo eficiente de recursos naturales y la paulatina mecanización del cultivo en todas sus fases (siembra, cosecha y postcosecha); y 3) Las oportunidades de implementación de un sistema de cultivo inteligente.
- Conducción de grupos focales dirigidos a jóvenes, principalmente hijos de productores en un rango de edad de 20 a 35 años, para identificar: 1) Posibles factores explicativos a los retos referentes al relevo generacional (participación de los jóvenes en el cultivo del ajonjolí, percepción de rentabilidad del cultivo, motivos para migrar, etc.); 2) Las necesidades tecnológicas (analógicas y digitales) que, en su consideración, puedan mejorar el relevo generacional y la productividad; y 3) Áreas de oportunidad para la implementación de un sistema de cultivo inteligente enfocado al relevo generacional, potenciado por la participación de los jóvenes.



Fase 2

(24 meses)

Desarrollo de un paquete tecnológico de tecnologías intermedias y tecnologías de agricultura 4.0 para la producción de ajonjolí en el Istmo de Tehuantepec

Esta segunda fase es la columna vertebral del presente proyecto de innovación, y consiste en lo siguiente:

- Diseño de un sistema integral de producción de ajonjolí basado en el manejo eficiente de recursos naturales y mecanización del cultivo, mediante el desarrollo de tecnologías intermedias con enfoque de uso cooperativo integrando, para tal fin, a los pequeños productores en todas las etapas del diseño.
- Diseño de un sistema integral de gestión de la producción de ajonjolí basado en el uso de sensores de las principales variables (humedad, nutrientes en el suelo, reacción ante condiciones de estrés, etc.), así como la reacción automática para suministrar los insumos adecuados en la cantidad y tiempo adecuados.
- Una vez diseñado el sistema, se procederá a la selección de los componentes y software necesarios para la implementación del sistema.
- El tercer paso consiste en la integración de todos los elementos del paquete tecnológico para someterlo a prueba en una parcela piloto.
- A continuación, se realizará la evaluación del desempeño del cultivo en la parcela piloto y la documentación del paquete tecnológico para su transferencia a alguna empresa o grupo de productores, que se han de encargar de su difusión.

Fase 3

(2 meses)

Jornadas de posicionamiento de tecnologías digitales agronómicas

Esta tercera fase se centrará en la difusión del paquete tecnológico desarrollado y probado en la fase previa, así como los beneficios derivados de su implementación. Las jornadas buscarán posicionar entre los productores la importancia de implementar un sistema de cultivo inteligente mediante la adopción de tecnologías digitales.

Las actividades que componen esta segunda fase son:

- Diseño de las jornadas demostrativas de posicionamiento tecnológico, por medio de: 1) La identificación del público objetivo; 2) El diseño de los contenidos temáticos de las jornadas, basado en la difusión de los beneficios económicos derivados del desarrollo de tecnologías intermedias y la adopción de tecnologías digitales para la gestión integral del cultivo de ajonjolí; y 3) La adecuación de las jornadas de acuerdo a las características sociales y lingüísticas del público objetivo, con el fin de identificar tanto los espacios y los medios de divulgación, como los idiomas a utilizar.



- Implementación de las jornadas de posicionamiento tecnológico entre el público objetivo.

Fase 4

(3 meses)

Asesoría y capacitación técnica en el manejo del paquete tecnológico desarrollado

Las actividades que componen esta fase son:

- Derivado de los resultados obtenidos en las jornadas de posicionamiento tecnológico, se realizará la asesoría a productores para gestionar el financiamiento de la adquisición e instalación de la tecnología desarrollada.
- Desarrollo de estrategias de asesoría y capacitación técnica en el manejo de las tecnologías mediante un esquema de uso colectivo, orientadas principal, aunque no únicamente, a jóvenes (hijos de productores entre 20 y 35 años de edad).
- Mediante la implementación de becas a cargo del programa “Jóvenes construyendo el futuro” a cargo de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STyPS), extender a jóvenes estudiantes y recién egresados de las carreras de informática de algunas instituciones de educación superior (Instituto Tecnológico del Istmo, Instituto de Estudios Superiores del Istmo de Tehuantepec, Instituto Tecnológico de Comitancillo) la capacitación teórico – práctica en el manejo de estas tecnologías digitales para el cultivo de ajonjolí.

Fase 5

(4 meses)

Acompañamiento en el manejo del paquete tecnológico y evaluación de su impacto

Las actividades que componen esta fase comprenden el período promedio del cultivo, iniciando con la siembra durante los primeros días de julio, y finalizando con el periodo de cosecha entre octubre y noviembre (dependiendo de la variedad cultivada):

Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido para ejecutar este proyecto es de 36 meses.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Derivado del procesamiento estadístico de los cuestionarios levantados, y como parte constitutiva del documento diagnóstico, se espera elevar los niveles de productividad, rentabilidad y relevo generacional presentes en el cultivo de ajonjolí, a partir de los cuales se puedan proyectar mejoras (en la productividad, rentabilidad y relevo generacional) producidas por la implementación de un sistema de cultivo inteligente.



- Derivado de la implementación de tecnologías digitales para un sistema de cultivo inteligente de ajonjolí: 1) Reducción de riesgos de producción asociados a la falta de información climática específica de la región, por medio de la instalación de estaciones agroclimáticas *in situ* que, bajo un esquema de uso colectivo, puedan beneficiar a varios productores en una misma área geográfica; 2) Mejora en los niveles de producción; 3) Mejora en los niveles de relevo generacional; y 4) Mejora en los niveles de rentabilidad.
- Identificación de nuevos modelos de negocio basados en la explotación productiva de los datos agrícolas por parte de los productores.
- Identificación de las necesidades del mercado y las características de la demanda local, regional y nacional de ajonjolí.

Posibles fuentes de financiamiento

- Secretaría de Fomento Agroalimentario y Desarrollo Rural (Sefader)
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Instituciones participantes en el desarrollo

- Instituto Tecnológico del Istmo
- Instituto de Estudios Superiores del Istmo de Tehuantepec
- Instituto Tecnológico de Comitancillo
- Universidad Autónoma Chapingo
- Instituto Politécnico Nacional
- Colegio de Postgraduados
- Empresas privadas especializadas en internet de las cosas e inteligencia artificial
- Empresas privadas que compran ajonjolí como materia prima (DIPASA, Sesajal)

Indicadores de seguimiento y evaluación

- Estimación de un número representativo de encuestas.
- Reporte de entrevistas a profundidad y grupos focales en tiempo.
- Documentación del paquete tecnológico desarrollado.
- Reporte de pruebas en la parcela experimental.
- Reporte de impacto de la tecnología desarrollada.



- Identificación del público objetivo de las jornadas de posicionamiento tecnológico.
- Porcentaje de avance en el diseño y adecuación (social y lingüística) de las jornadas de posicionamiento tecnológico.
- Porcentaje de avance en la implementación de las jornadas de posicionamiento tecnológico en tiempo.
- Paquete tecnológico integrado listo para su transferencia.
- Porcentaje de avance en el desarrollo de estrategias de asesoría y capacitación técnica orientada a jóvenes, tanto estudiantes como (prioritariamente) hijos de productores.
- Acompañamiento en la implementación de tecnologías digitales por parte de los productores.

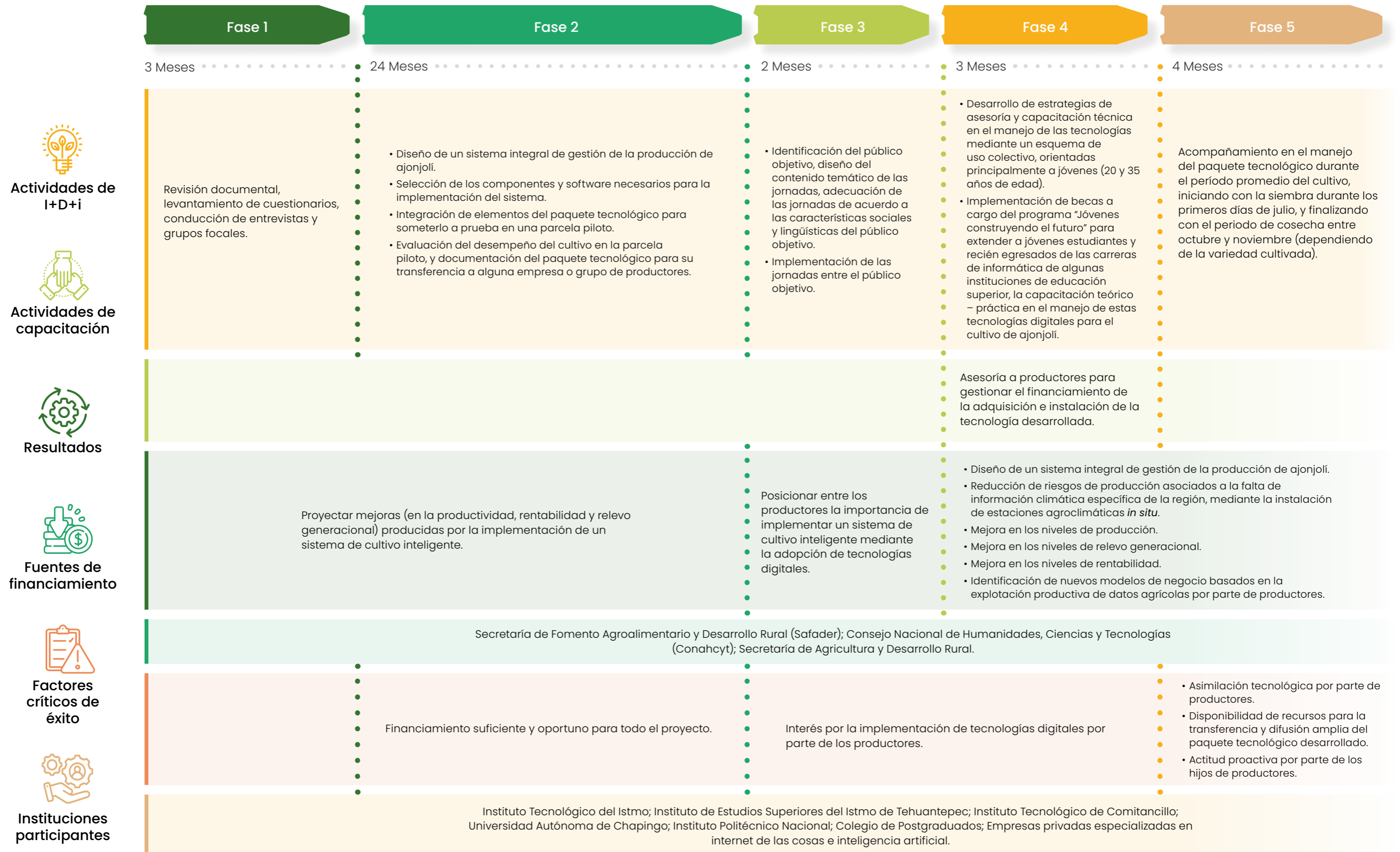
Factores críticos de éxito

- Financiamiento suficiente y oportuno para todo el proyecto.
- Interés por la implementación de tecnologías digitales por parte de los productores.
- Asimilación tecnológica por parte de los productores.
- Disponibilidad de recursos para la transferencia y difusión amplia del paquete tecnológico desarrollado.
- Actitud proactiva por parte de los hijos de productores.





Mapa de ruta





7.6

Centro de Biotecnología Agrícola y Mejoramiento Genético de Ajonjolí

Justificación del proyecto

La característica dehiscente del ajonjolí provoca que, en su madurez, la cápsula se abra al mínimo estímulo y libere la semilla al suelo, imposibilitando su recolección (SAGARPA, 2010; Carmona, 2016; Laurentin y Sánchez, 2020). Esto ha dificultado la tecnificación de su cultivo, imponiendo prácticas de producción manuales para desplegar las actividades de corte antes de su maduración (Laurentin, *s.f.*), las cuales, por el lado de los costos, pueden mermar los márgenes de rentabilidad.

Con el fin de facilitar la mecanización de su cosecha, se avanzó en la obtención de cultivares de alto rendimiento por medio del descubrimiento del gen "id", "el cual le permite a la planta mantener la cápsula cerrada aún después de haber llegado a su madurez fisiológica" (Laurentin y Sánchez, 2020: 240). Sin embargo, el control genético por medio del gen *id* resultó pleitrópico, lo cual provocaba, además de indehiscencia, cambios en otros fenotipos que terminaban en plantas de bajo rendimiento (Laurentin, *s.f.*). Por otro lado, de acuerdo a Tavitas (2023), la implementación de variedades mejoradas no asegura por sí misma un mejoramiento en los niveles de productividad del cultivo (medidos por el rendimiento t/ha), sino que para ello es necesario: a) contar con las condiciones agroclimáticas y de siembra propicias¹; y b) acompañamiento al productor en lo relativo a una buena aplicación de bioinsumos, en tiempo y forma. En este sentido, el acompañamiento descansa en la indicación de qué actividades realizar en el momento en el que la planta, fruto de una variedad mejorada, lo requiera.

1 Terrenos de sierra y lomerío en condiciones de temporal, con temperaturas entre 25 y 35°C, precipitaciones pluviales promedio entre 400 a 900 milímetros, y en altitudes de los cero a mil metros sobre el nivel del mar (Tavitas, 2023). Para la siembra, se recomienda la ausencia de terrones y un barbecho profundo (más de 25 centímetros) para favorecer la penetración del agua pluvial. Posteriormente, se requiere de un paso de rastra para que el terreno quede "lo más mullido posible y la germinación de las semillas sea uniforme" (INIFAP, 2017: 25). Para la nivelación, en el caso de terrenos de lomerío, se recomienda el trazo de surcos en contorno para evitar pérdidas del suelo por arrastre, separados de 70 a 75 cm.

Proyecto 6



En el escenario mexicano, específicamente en la región del Istmo, los actores participantes en las mesas de trabajo identificaron que la siembra del siguiente periodo se da con la semilla almacenada previamente. Ésta es una práctica fuertemente arraigada entre los productores que, combinado con los elevados niveles de pobreza en los municipios productores de ajonjolí en el Istmo, limita la adopción de semillas y variedades más resistentes. Además, las variedades que utilizan los productores suelen carecer de diversidad genética suficiente y presentan un alto grado de deterioro, “lo que provoca que, de un ciclo a otro, la calidad de semilla para siembra se reduzca drásticamente” (Carmona, 2016: 3).

En adición, los avances en la mejora genética del ajonjolí han sido lentos en México. De acuerdo al *Catálogo Nacional de Variedades Vegetales* (SNICS, 2022), se tienen inscritas desde 2005, con el Inifap como solicitante, apenas ocho variedades: Calentana, Igualteco, Pungarabato, Río Grande 83, San Joaquín, Tahue 90, Verde Nacional R – 76, y Zirándaro. De acuerdo con Tavitas (2023), los rendimientos de las siguientes variedades son: San Joaquín (0.95 a 1.4 t/ha), Río Grande 83 (0.8 a 1.5 t/ha), Pungarabato (0.99 a 1.2 t/ha), Zirándaro (0.9 a 1 t/ha), e Igualteco (0.92 a 1.1 t/ha).

Con el fin de enfrentar este reto, de acuerdo con las consultas realizadas para la elaboración de esta agenda de innovación, se propone el proyecto de creación de un “Centro de Biotecnología Agrícola y Mejoramiento Genético de Ajonjolí”, compuesto en lo general de una serie de fases (implementación de una biofábrica, investigación en cultivares de alto rendimiento, implementación de parcelas demostrativas, diseño de estrategias de asistencia y capacitación) a partir de las cuales se espera mejorar los niveles de rentabilidad en la producción de ajonjolí.

Entre el equipamiento básico contemplado para el desarrollo del Centro de Biotecnología Agrícola y Mejoramiento Genético de ajonjolí se contempla: : 1) Equipo de laboratorio estándar (microscopios, centrífuga, incubadoras, autoclave para la esterilización de equipo, equipos para PCR y termocicladores, equipo de

electroforesis, y luminómetros); 2) Material de laboratorio estándar (pipetas y puntas de pipeta, tubos de ensayo, micropipetas, placas de Petri, microplacas, agitadores); 3) Mobiliario (mesas de trabajo, estantes, campanas de extracción); 4) Equipo de seguridad (guantes, batas, gafas protectoras, y sistemas de eliminación de desechos biológicos y químicos); 5) Semillas y plántulas de ajonjolí de las variedades con los mejores rendimientos (San Joaquín y Río Grande 83); 6) Enzimas para análisis de ADN y ARN; y 7) *Software* y herramientas bioinformáticas (*software* NCI BLAST para la comparación estadística de secuencias de ADN disponibles en bases de datos conocidas, como la *Sesamum indicum Genome Database*; *software* de análisis genómico *CLC Genomics Workbench*; biblioteca Biopython del *software* Python, o la colección de paquetes Bioconductor de R, para el análisis y la visualización de datos genómicos y biológicos).

El establecimiento de una biofábrica, la cual se puede entender como un centro de creación, transformación y circulación de bienes vivos (microbiológicos, animales o vegetales) mediante el empleo de la biotecnología (Rodríguez *et al.*, 2022; Infante, Coutiño y Ortega, 2023), puede abonar a la difusión y capacitación en prácticas agroecológicas, a la vez que provea de bioinsumos (por ejemplo, hongos entomopatógenos para el control biológico de plagas y enfermedades, biofertilizantes microbiales como fijadores de nitrógeno, o bioestimulantes) y avance en la investigación de mejoramiento genético del ajonjolí, en tanto que “están dedicadas a vincular la investigación científica con la actividad agrícola [para] cambiar el modelo agrícola actual por uno más ecológico, sustentable y rentable” (Conahcyt, 2021, citado en Infante, Coutiño y Ortega, 2023: 915).



Objetivo general

Diseñar y establecer un centro de biotecnología agrícola y mejoramiento genético de ajonjolí integrado por una biofábrica que coadyuve al uso de organismos benéficos para mejora de suelos y control de plagas, y a la extensión de la producción orgánica, así como por un programa de mejora genética y difusión de variedades mejoradas por parte de productores, mediante la consolidación de actividades de biotecnología agrícola y estrategias de asistencia y capacitación continua a productores, para mejorar los niveles de productividad y rentabilidad en el cultivo de ajonjolí en la región del Istmo de Tehuantepec.

Objetivos específicos

- Diseñar e implementar una biofábrica para la producción de microorganismos y bioinsumos provenientes de cepas de bacterias y hongos entomopatógenos para beneficiar el suelo, y contribuir al control biológico de plagas y enfermedades.
- Diseñar y ejecutar estrategias de capacitación y asistencia técnica continua, orientada a productores, en el empleo de prácticas agroecológicas e implementación de bioinsumos.
- Fortalecer la investigación en variedades de ajonjolí de alto rendimiento mediante el establecimiento del centro de biotecnología agrícola y mejora genética de ajonjolí.
- Transferir tecnologías de producción de insumos biológicos y licenciar variedades mejoradas a empresas capaces de hacer la producción y difusión amplia de los resultados de la investigación del Centro.
- Difundir entre los productores los beneficios productivos que tiene la adopción de variedades mejoradas por medio de la implementación de parcelas demostrativas.



Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases.

Fase 1

(3 meses)

Diseño de estrategias de asistencia y capacitación continua

Las actividades que componen esta fase son:

- Elaboración de un diagnóstico que, como complemento del diagnóstico del proyecto “Establecimiento de un Sistema de Cultivo Inteligente”, identifique: variedades de ajonjolí implementadas por los productores, retos y áreas de oportunidad para la implementación de variedades mejoradas genéticamente, características del suelo mediante toma de muestras, condiciones climáticas de la región, presencia de plagas y enfermedades, así como técnicas implementadas por los productores para su control, e identificación de los principales medios de comunicación empleados por los productores (medios digitales o análogos).
- Diseño de manuales orientados a productores, apropiados para difundirse a través de los principales medios de comunicación empleados por los productores, y en las lenguas específicas de cada región, divididos por tipo de contenido: a) identificación y tratamiento de plagas y enfermedades en el cultivo de ajonjolí, así como manejo de maleza; b) beneficios del control biológico de plagas y enfermedades; y c) técnicas y beneficios (económicos y ambientales) de la producción orgánica de ajonjolí.
- Diseño de cursos de capacitación en el manejo de: 1) Tecnologías agronómicas empleadas en el cultivo de ajonjolí, desde tractores y segadoras; 2) Niveladoras GPS, drones y sensores climáticos IoT (orientadas, pero no limitadas, a los jóvenes, tanto hijos de productores como estudiantes de educación media superior y superior); y 3) Tecnologías intermedias orientadas a la mecanización del cultivo en todas sus fases (siembra, cosecha y postcosecha), con enfoque de uso comunitario para el manejo eficiente de recursos naturales.
- Diseño de cursos de capacitación y asistencia técnica: 1) En materia financiera, asociativa y de comercio justo; y 2) En la implementación de biofertilizantes y en técnicas de producción orgánica (sustitución de productos químicos por bioinsumos, como los biofertilizantes; control biológico de plagas; identificación de cultivos benéficos en la rotación con ajonjolí, como el frijol para añadir de forma natural nitrógeno a la tierra; elección de variedades mejoradas y resistentes).

Fase 2

(24 meses)

Diseño y establecimiento de la Biofábrica piloto y la red de cooperación para la mejora genética en el marco del “Centro de Biotecnología Agrícola y Mejoramiento Genético de Ajonjolí del Istmo de Tehuantepec”

Las siguientes actividades, las cuales componen esta fase, se pueden realizar en paralelo a las actividades de la primera fase:



- Estudio de factibilidad de la Biofábrica, incluyendo el análisis de su localización óptima.
- Diseño de equipo para la producción de los organismos benéficos, los productos que se ofrecerán y el aseguramiento de su calidad.
- Selección y fabricación de los equipos de la biofábrica, así como instalación de la infraestructura necesaria (áreas para el procesamiento de muestras, preparación de reactivos y manejo de equipos de laboratorio), en coordinación con la Sefader, el Fideicomiso para el Desarrollo Logístico del Estado de Oaxaca (Fidelo) y el Gobierno del Estado de Oaxaca.
- Diseño y lanzamiento de un programa de mejora genética de semillas de ajonjolí, el cual trabajará bajo el modelo de centro de excelencia, con base en la cooperación entre entidades como el Inifap, la UACH, el Colpos y otros centros públicos, a fin de hacer sinergia de sus capacidades y equipamiento, el cual incluirá.
- Concertación de acuerdo interinstitucional de cooperación para la investigación en mejora genética de ajonjolí.
- Desarrollo de biofertilizantes idóneos, derivado del análisis de muestras de suelo (Hongos Micorrízicos Arbusculares, HMA, para favorecer la absorción de nutrientes como el fósforo; Rizobios fijadores de nitrógeno).

Fase 3

(6 meses)

Implementación de parcelas demostrativas

De acuerdo con los avances en las investigaciones de mejoramiento genético, se realizarán las siguientes actividades:

- Distribución de variedades mejoradas para evaluar su desempeño en campo, en colaboración con agricultores cooperantes.
- Aplicación de productos biológicos para mejora de suelos y control de plagas y enfermedades, para evaluar su desempeño.
- Monitoreo y seguimiento constante de los cultivos.
- Capacitación y divulgación de resultados a productores, con el fin de obtener retroalimentación de los productores participantes.

Fase 4

(6 meses)

Transferencia de las tecnologías resultantes a empresas y asociaciones de productores

Esta fase se compone de las siguientes actividades:

- Elaborar documentación de paquetes tecnológicos, manuales de operación y materiales para capacitación, entre otros, para producción de agrobiológicos y multiplicación de semillas mejoradas.
- Protección de la propiedad intelectual.
- Licenciamiento de tecnologías a grupos interesados.



Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido para ejecutar este proyecto es de 36 meses, considerando que los 3 meses estimados para la fase 1 suceden en paralelo con la fase 2.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Identificación de retos y áreas de oportunidad para la implementación (por parte de los productores) de variedades de ajonjolí mejoradas genéticamente.
- Identificación de técnicas empleadas por los productores para el manejo de maleza, de plagas y enfermedades, para estimar de manera más precisa los límites a la producción orgánica y la tecnificación del cultivo de ajonjolí.
- Obtención de variedades de ajonjolí mejoradas genéticamente con las cuales mejorar la productividad, medida a través del rendimiento del cultivo (t/ha), y facilitar la tecnificación del cultivo.
- Contar con un centro de generación, validación y transferencia de tecnología para la producción de agrobiológicos.
- Solicitudes de patentes, marcas y derechos de obtentor de variedades.
- Licencias de explotación de la propiedad intelectual resultante.
- Convenios de colaboración en red entre instituciones con capacidades de mejora genética.
- Extensión de las técnicas de producción orgánica en el cultivo de ajonjolí mediante la implementación de cursos de capacitación y asistencia técnica continua.

Fuentes de financiamiento

- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt)
- Gobierno del Estado de Oaxaca
- Secretaría de Fomento Agroalimentario y Desarrollo Rural (Sefader)
- Aportaciones privadas

Posibles instituciones participantes

- Universidad Autónoma Chapingo
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap)
- Instituto Politécnico Nacional



- Colegio de Postgraduados
- Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (Ciatej)
- Tecnológico Nacional de México
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Indicadores de seguimiento y evaluación

- Elaboración en tiempo del reporte del diagnóstico propuesto en la fase 1 a no más de dos semanas de finalizado el diagnóstico.
- Porcentaje de avance en el diseño de equipo, planos y memorias de cálculo.
- Porcentaje de avance en el diseño de manuales de operación y mantenimiento de la biofábrica.
- Porcentaje de avance en el establecimiento de una red de cooperación en materia de mejora genética de ajonjolí.
- Al menos dos variedades desarrolladas.
- Elaboración del estudio de factibilidad del Centro.
- Porcentaje de avance en el diseño de materiales para cursos de capacitación y asistencia técnica.
- Reportes de implementación de, al menos, cinco cursos de capacitación y asistencia técnica (al menos uno por cada eje temático propuesto en los cursos de la fase 1), cada uno a no más de una semana de finalizada la capacitación.
- Porcentaje de avance en el desarrollo de las instalaciones piloto de la biofábrica para su funcionamiento.
- Obtención de licencias para la producción de biofertilizantes y aplicación de pruebas de calidad.
- Implementación de una parcela demostrativa con las variedades mejoradas.
- Porcentaje de avance en la elaboración de los reportes de monitoreo y seguimiento de la parcela.

Factores críticos de éxito

- Convenio para el establecimiento de una red de investigación para la obtención de variedades mejoradas (preferentemente indehiscentes) de ajonjolí.
- Financiamiento suficiente y oportuno, con una perspectiva multianual.
- Participación activa de los productores cooperantes.
- Niveles altos de capacitación y asistencia técnica a productores.
- Interés y participación de empresas y productores en la difusión amplia de las tecnologías resultantes de la operación del Centro.



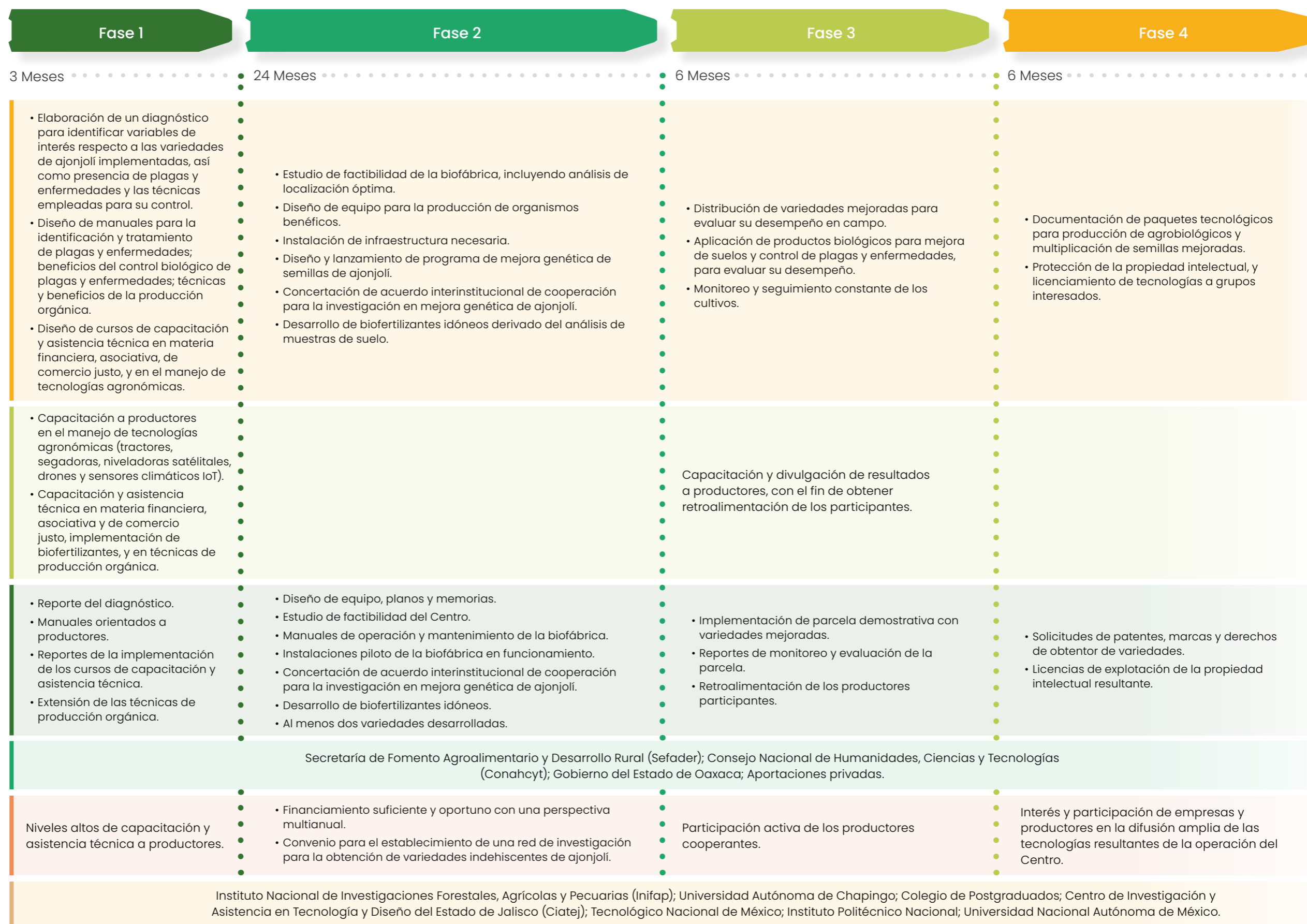
Referencias

- Álvarez, A. (2020). Estructuras Organizacionales y Nueva Ruralidad. El rol de las Cooperativas en el desarrollo territorial rural. *Revista de Investigación Sigma*, 7 (2), 48-63.
- Carmona I. (2016). *Evaluación del deterioro de la semilla de ajonjolí (Sesamum indicum L.) en la costa chica del estado de Oaxaca*. [Tesis de Maestría en Ciencias]. Colegio de Postgraduados.
- Castillo, L. (2023). El grupo focal [Presentación]. Guadalajara, Jalisco, México: Universidad de Guadalajara.
- Cedillo, L. (2022). El docente y la tecnología. Claves para la incorporación de las TIC en el aula. En Díaz, A. [Ed.], *Docente y didáctica: acercamientos polémicos*, (pp. 123 – 182). Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación.
- Centro para la Cuarta Revolución Industrial [C4IR]. (2021). Resultados del Proyecto Agro 4.0, Año 2021. <https://c4ir.co/wp-content/uploads/2022/02/Resultados-proyecto-Agro-4.0-2021-C4IR-y-proyecto-2022.pdf>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [Coneval]. (2021). Anexo estadístico 2010 - 2020. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipio-2010-2020.aspx>
- Infante, Z., Coutiño, A. y Ortega, P. (2023). Innovación en las Biofábricas del Sector Agrícola en México. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 16 (16), 914 – 933.
- Instituto Mexicano de la Juventud [Imjuve] (1 de septiembre de 2017). ¿Conoces a las y los nativos digitales? [Blog]. <https://www.gob.mx/imjuve/articulos/conoces-a-las-y-los-nativos-digitales>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [Inifap] (2017). *Agenda Técnica Agrícola de Michoacán*. https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/media/agendas/4133_4830_Agenda_T%C3%A9cnica_Michoac%C3%A1n_2017.pdf
- Laurentin, H. E. (s.f.). En la búsqueda del ajonjolí indehisciente. *Universidad Agrícola*. [https:// universidadagricola.com/en-la-busqueda-del-ajonjoli-indehisciente/?fbclid=IwAR39ldKadgViWhuGm_Qf-xZSVlo-iYxn6hXc5cAOmimiyikJWIKRtJKD2ImY218](https://universidadagricola.com/en-la-busqueda-del-ajonjoli-indehisciente/?fbclid=IwAR39ldKadgViWhuGm_Qf-xZSVlo-iYxn6hXc5cAOmimiyikJWIKRtJKD2ImY218)



- Laurentin, H. y Sánchez, J. (2020). Mejoramiento genético y producción de semillas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). En Laurentin, H. [Ed.], *Producción de Semillas en Venezuela* (pp. 236 - 257). Ediciones Astro Data.
- Mancholas, A. (6 de abril de 2023). Mejores plataformas Low-Code para el desarrollo de software. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/mejoresplataformas-low-code-para-el-desarrollo-de-software/>
- Muñoz, M. (2022). Factores de la innovación social que han contribuido al surgimiento y permanencia de asociaciones de economía solidaria en la subregión del Bajo Putumayo, en Colombia. *Revista Iberoamericana de Economía Solidaria e Innovación Socioecológica*, 5, 185.
- Rodríguez, M. V., Ramírez, M. A., Armas, A. A., Aguilar, N. y Gheno, Y. (2022). Biofábricas de vainilla (*Vainilla Planifolia* Jacks.) en México como oportunidad de desarrollo agrario. *Cuadernos de Biodiversidad* 63(1):49-54. DOI:10.14198/cdbio.21952
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2022). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas [SNICS]. (2022). *Catálogo Nacional de Variedades Vegetales*. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/785633/CNVV_2022.pdf
- Tavitas, L. (11 de mayo de 2023). Variedades y tecnología para el ajonjolí y el sorgo [Conferencia]. *Seminario iniciativas para el Desarrollo Agroalimentario y Agroindustrial del Istmo de Tehuantepec, 2022 - 2023. Cadenas productivas estratégicas*. México. <https://www.youtube.com/watch?v=-wM4nrt7NmQ>
- Toledo, L. (11 de mayo de 2023). *Diagnóstico de la cadena productiva ajonjolí en Santa María Xadani, Oaxaca*. [Conferencia]. *Seminario iniciativas para el Desarrollo Agroalimentario y Agroindustrial del Istmo de Tehuantepec, 2022 - 2023. Cadenas productivas estratégicas*. México. https://www.youtube.com/watch?v=93keui_1F8

Mapa de ruta





7.7

Proyecto 7

Creación y posicionamiento de una marca colectiva para el desarrollo agroecológico del Café de especialidad del Istmo de Tehuantepec

Justificación del proyecto

El café es uno de los productos básicos más comercializados en el mundo y se produce en más de 60 países. Para México, representa una actividad fundamental en el sector agrícola, no sólo por el valor de su producción, sino por ser también un importante generador de divisas, y un cultivo de gran relevancia ambiental, puesto que el 99% de los predios cafetaleros se establecen bajo sombra (Sánchez *et al.*, 2019).

México es considerado como uno de los principales países productores de café orgánico del mundo, destinando 3.24% del total de la superficie cultivada de este producto para esta modalidad de producción, y exporta 28.000 toneladas (sobre todo a la Unión Europea), además de tener una gran diversidad de productores, incluyendo a hombres y mujeres, comunidades indígenas y, dentro de ellos, aquellos que se dedican al café de especialidad, grandes, pequeños y en transición (SADER, 2018).

El Istmo de Tehuantepec es conocido por tener una buena producción de café, ya que tiene condiciones agroclimáticas adecuadas para su cultivo, incluyendo la altitud y el clima.

En la región del Istmo se cultivan diferentes variedades de café en función de diversos factores, como la altitud, el clima, el suelo y las preferencias del productor. Cada variedad tiene características propias de sabor y aroma, y es valorada de manera diferente en los mercados internacionales y nacionales. La región es conocida por producir café arábica, una de las especies más valoradas a nivel mundial por su sabor y calidad, ya que cuenta con condiciones climáticas adecuadas para su cultivo, con altitudes que van desde aproximadamente 800



metros sobre el nivel del mar hasta alrededor de 1,500 metros.

El café aromático producido en el Istmo de Tehuantepec suele tener un sabor suave y complejo, con matices que pueden incluir notas afrutadas, florales, chocolate y nueces. Entre los consumidores, el café es una bebida que goza de popularidad y se consume cada año más de 600 mil millones de tazas (Sánchez *et al.*, 2019).

La producción de este café a menudo se realiza en sistemas agroforestales, donde los árboles de café se cultivan en combinación con árboles de sombra y otras especies vegetales. Cerca del 90% de las fincas cafetaleras en los estados de Veracruz y Oaxaca tienen una superficie menor a las cinco hectáreas, en muchas de las cuales sus productores siembran dentro de sus cafetales productos frutales, palma, cacao o vainilla lo que da un valor agregado a sus cultivos, permite obtener ingresos adicionales y, además, ayuda a mejorar la calidad del suelo, proporcionar sombra y mejorar la sostenibilidad del cultivo.

La innovación en modelos de negocio relacionados con el café ha permitido a países como Estados Unidos, principal consumidor mundial, ver crecer una industria cuyo impacto económico agregado para el año 2015 fue estimado en 225 mil millones de dólares (National Coffee Association, 2018), 13 veces más que los ingresos obtenidos por exportación entre los 11 principales países productores (Muñoz *et al.*, 2019).

El sector cafetalero enfrenta una sobreproducción, que ha reducido los precios internacionales por debajo de los costos de producción, por lo cual los productores han tenido que abandonar sus cultivos ante la disyuntiva de vender por debajo del costo o dejar perder la producción al no ser recolectada y beneficiada (Sánchez *et al.*, 2019).

Se reconoce que la cafecultura es poco rentable para los productores de café arábica, mientras los productores de robusta altamente mecanizados tienen mejores ganancias (Rodríguez *et al.*, 2019). Ante este escenario, una de las principales alternativas sugeridas en el marco de las mesas

de trabajo colaborativas para la elaboración de la agenda de innovación agroalimentaria del Istmo de Tehuantepec es impulsar las mejoras en la calidad de la producción del café arábica, no obstante, se ha hecho énfasis en que el aumento de la calidad debe ir acompañado de estrategias de planeación, identificación de mercados y promoción, entre otras. El aumento en la calidad permitirá vender a mejores precios.

En este caso, también cobra importancia estimular el consumo mundial de café, especialmente en los países productores y mercados emergentes, para mejorar el equilibrio entre oferta y demanda y, consecuentemente, tener precios remunerativos para los caficultores (Rodríguez *et al.*, 2019).

Una marca colectiva para el café del Istmo de Tehuantepec puede tener varias ventajas y beneficios significativos para los productores, la comunidad y la región en su conjunto; en primer lugar, permite diferenciarlo de otros cafés en el mercado, resaltando sus características y calidad distintivas, proporcionando una identidad única y reconocible para el café producido en el Istmo de Tehuantepec. En segundo lugar, al tener una marca colectiva que destaque la calidad y singularidad de su café, los productores pueden acceder a mercados especializados y premium. Esto puede traducirse en precios más altos y un mayor valor agregado por cada kilogramo de café vendido. Los estándares que se establezcan para los usuarios de la marca colectiva serán impulsores de sistemas de calidad y mayor valor agregado en la producción.

Además de lo anterior, una marca colectiva fuerte y reconocida puede atraer a turistas y amantes del café a la región, lo que impulsa el turismo y contribuye al desarrollo económico local. Los visitantes pueden conocer la historia y la producción detrás de la marca, generando interés y valor añadido para la comunidad.

Para este producto, el mercado interno representa un fuerte potencial de crecimiento, por lo cual es un mercado a desarrollar, sin dejar de lado el gran potencial de crecimiento que tiene el mercado externo, particularmente los mercados europeos y asiáticos (Sánchez



et al., 2019). Se puede observar un nuevo enfoque claro hacia la calidad, la experimentación de procesos para alcanzar el mercado de especialidad, no obstante, también se puede notar la resiliencia (El Café En México, 2018) de algunos productores cafetaleros de la región, por lo que se hace importante desarrollar estrategias que fomenten nuevas prácticas agrícolas para mejorar la calidad y la productividad del sector cafetalero.

Objetivo general

Crear una marca colectiva que destaque el café de especialidad del Istmo de Tehuantepec garantizando que los productores que la usen cumplan con criterios de calidad mediante la colaboración, el intercambio de conocimientos, adopción de buenas prácticas y la mejora continua en la producción de café con prácticas responsables y sostenibles.

Objetivos específicos

- Identificar los potenciales mercados para cafés diferenciados y de especialidad producido en el Istmo de Tehuantepec.
- Fortalecer la cooperación y colaboración entre los productores locales y la unión de esfuerzos para obtener un beneficio mutuo.
- Establecer estándares de calidad y consistencia que deben cumplir los productores de café para llevar la marca.
- Impulsar la adopción de buenas prácticas de producción, manejo postcosecha y comercialización a efectos de cumplir con los estándares de calidad de la marca colectiva.
- Fomentar la inversión conjunta en estrategias de promoción y marketing para asegurar el posicionamiento de la marca colectiva y a traer más consumidores.
- Impulsar el turismo y el desarrollo local mediante el valor agregado a la región productora de café de especialidad de la región del Istmo.

Descripción y actividades por cada fase

El lanzamiento de una marca colectiva implica la colaboración de varios productores y empresas que se agrupan para promover productos o servicios bajo esa marca. No se trata simplemente de dar una denominación al café del Istmo, sino que se tiene que trabajar en el desarrollo tecnológico, comercial y legal, mediante las siguientes actividades y fases.



Fase 1

(4 meses)

Elaboración de un diagnóstico tecnológico y de mercado para la creación de una marca colectiva de café en la región del Istmo de Tehuantepec

Las actividades que componen esta primera fase son:

- Realizar una investigación de mercado local, nacional e internacional que identifique la demanda, tendencias, principales tecnologías de punta, preferencia de los consumidores y competidores en el segmento de café de especialidad.
- Identificar a los principales actores involucrados en participar en la creación de la marca, incluyendo productores, asociaciones, cooperativas, autoridades gubernamentales y consumidores, entre otros.

Fase 2

(6 meses)

Diseño de objetivos y estrategia de la marca colectiva

Las actividades que componen esta fase son:

- Identificación de interesados y objetivos del grupo impulsor de la marca colectiva:
 - * Convocatoria a un grupo de los productores y empresas interesados en mejorar e impulsar el café amparado bajo la marca colectiva.
- Establecimiento de una entidad gestora:
 - * Crear una entidad legal, como una cooperativa o asociación que actuará como la entidad gestora de la marca colectiva. Esta entidad será responsable de administrar la marca y establecer los estándares de calidad y los reglamentos que la rigen.
- Definir metas claras y alcanzables para la comercialización de café con la marca colectiva, como cuotas de mercado estimadas, crecimiento de ventas esperado, estrategias de participación en ferias, certificaciones requeridas y mecanismos de organización de los productores de café.
- Selección de nombre y diseño de la marca, diseño un logotipo y una identidad visual que reflejen la esencia y los valores de la marca colectiva.
- Definir la propuesta de valor de la marca, posicionamiento en el mercado, mensajes clave y segmentos de mercado a los que se dirigirá.
- Establecer criterios de calidad para los cafés que llevarán la marca, incluyendo perfiles de sabor, métodos de cultivo y procesamiento.



Fase 3

Creación de la Marca Colectiva

(12 meses)

Las actividades que componen esta fase son:

- Definición de los estándares de calidad del café amparado por la marca colectiva:
 - * Se debe incluir aspectos como la calidad del producto, procesos sustentables de producción, pruebas de autenticidad regional y tipos de empaque.
- Elaboración de reglamentos y estatutos:
 - * Se debe diseñar los reglamentos internos y normas que sustentan el uso de la marca colectiva. Esto debe incluir detalles sobre la membresía, la toma de decisiones, la gestión de conflictos, la supervisión del cumplimiento de estándares, las posibles sanciones y otros aspectos organizativos.
- Adhesión de productores a la organización que administre la marca colectiva. Esto requiere el diseño y la firma de acuerdos de adhesión, en los que se fijan los compromisos a seguir para el uso de la marca.
- Gestión de los trámites legales para el registro y protección de la marca colectiva ante las autoridades correspondientes, así como definición de un sistema para la gestión de la propiedad intelectual, incluyendo el uso adecuado del logotipo, empaques, colores y la denominación de la marca.
- Diseño e implementación de programas de capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología a los productores para garantizar que se adopten buenas prácticas y se cumpla con los estándares de calidad, en términos de manejo agronómico, cosecha y postcosecha.

Fase 4

Implementación y lanzamiento de la marca colectiva

(12 meses)

Las actividades que componen esta fase son:

- Realizar el lanzamiento oficial para dar a conocer la marca colectiva a los productores, consumidores, medios de comunicación y otros actores clave.
- Diseño e implantación de un sistema de control de calidad para verificar que los productos o servicios cumplan con los estándares establecidos. Esto debe incluir auditorías, inspecciones y certificaciones regulares.
- Desarrollo de estrategias de promoción y marketing para difundir la marca colectiva y aumentar su visibilidad en el mercado. Esto puede incluir campañas publicitarias conjuntas, presencia en ferias y eventos, degustaciones, y estrategias en línea.
- Comunicación interna y externa entre los miembros de la marca colectiva y con el mercado objetivo a efectos de mantener la cohesión del grupo de productores y empresas, y la imagen de la marca.



- Diseño un sistema de seguimiento y evaluación del desempeño de la marca mediante el uso de indicadores objetivos, con el fin de planear los ajustes necesarios para mejorar su eficacia y relevancia en el mercado.

Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido para ejecutar este proyecto es de 34 meses.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Grupo de productores organizado.
- Convenio de adhesión al esquema de marca colectiva.
- Establecimiento de la marca colectiva como estrategia de creación de valor agregado y percepción de la calidad del café de especialidad.
- Especificaciones de producto y procesos de producción, envasado y presentación del producto.
- Fortalecimiento de la organización, la cooperación, el intercambio de conocimientos de productores en el Istmo de Tehuantepec.
- Promoción de prácticas agrícolas sostenibles y socialmente responsables entre los productores asociados.
- Aumento de los ingresos de los productores al acceder a precios más altos y mercados más rentables.
- Aumento del turismo y del agroturismo en la región debido a los interesados en el café de especialidad del Istmo de Tehuantepec.

Fuentes de financiamiento

- Gobierno federal/estatal
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt)
- Banco Mundial (BM)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Inversionistas privados, productores y empresas.

Posibles instituciones participantes

- Asociaciones, cooperativas y pequeños productores de café de especialidad.
- Gobiernos del estado de Veracruz y del estado de Oaxaca (áreas vinculadas a la promoción de la ganadería y agricultura).



- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica).
- Instituciones de educación del estado de Veracruz y del estado de Oaxaca.
- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI)
- Instituciones de Investigación y Desarrollo agrícola.

Indicadores de seguimiento y evaluación

- Número de productores participantes.
- Porcentaje de consumidores que reconocen la marca colectiva y sus atributos.
- Volumen total de café de especialidad vendido bajo la marca colectiva.
- Porcentaje de crecimiento en las ventas en comparación con años anteriores.
- Incremento en los ingresos de los productores que participan en la marca colectiva.
- Margen de ganancia adicional obtenido por los productores al vender café bajo la marca colectiva.
- Número y tipo de certificaciones adquiridas por los productores.
- Número de productores que implementan prácticas agrícolas sostenibles y responsables.
- Número de eventos, ferias y otras actividades de promoción.
- Número de empleos directos e indirectos creados en la comunidad debido al proyecto.

Factores críticos de éxito

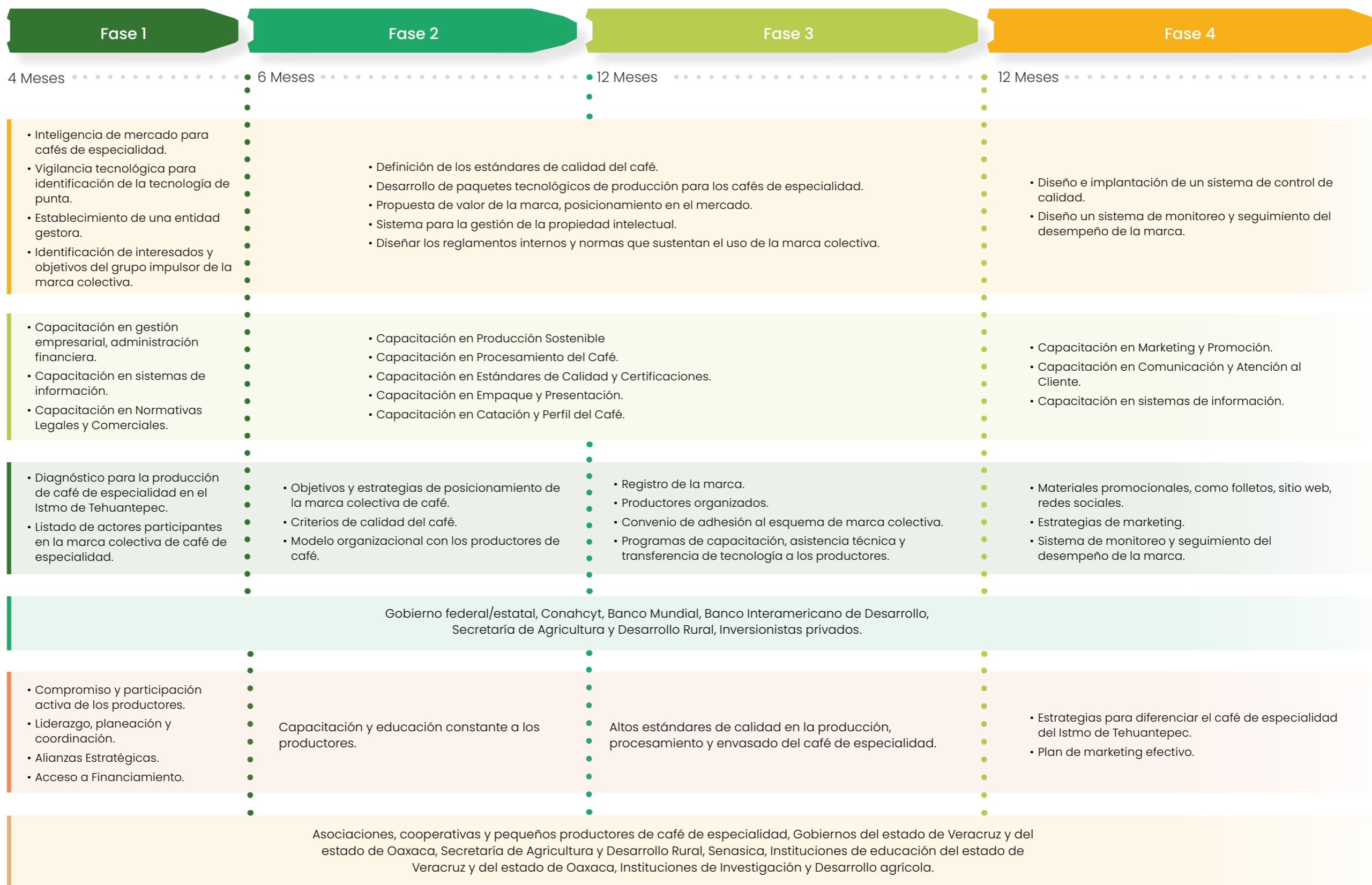
- Compromiso y participación activa de los productores.
- Capacitación y educación constante a los productores.
- Altos estándares de calidad en la producción, procesamiento y envasado del café de especialidad.
- Capacidad de los productores para adoptar buenas prácticas y apegarse al convenio de adhesión y sus lineamientos.
- Estrategias para diferenciar el café de especialidad del Istmo de Tehuantepec de otros cafés en el mercado, en términos de sabores, procesos de producción, empaques y presentación.
- Plan de *marketing* efectivo.
- Alianzas estratégicas.



- Acceso a financiamiento.
- Liderazgo, planeación y coordinación.



Mapa de ruta




Actividades de I+D+i


Actividades de capacitación


Resultados


Fuentes de financiamiento


Factores críticos de éxito


Instituciones participantes



Referencias

Sánchez, M. de la L., Martínez, C. E., Alarcón, S. A. y Cabrera, A. (2019). Economía agroalimentaria: Análisis de la producción, comercialización y problemática del cultivo del café. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 7(2), 79–85.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [Sader]. (2018). México, onceavo productor mundial de café. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mexicoonceavo-productor-mundial-de-cafe?idiom=es>

Muñoz, M., Gómez, D., Santoyo, H., Rosales, R. y Olivares, R. (2019). Los Negocios del café ¿Como innovar en el contexto de la paradoja del Café, en pro de una red de valor más inclusiva y accesible? Universidad Autónoma Chapingo.

Coffee Behind the Scenes. (2018). El Café en México. Consultado el 20 de septiembre de 2023, en <http://www.coffeebehindthescenes.com/es/country/mexico>



7.8

Proyecto 8

Red de apoyo a la agroindustria del café del Istmo en materia de inocuidad y calidad

Justificación del proyecto

La inocuidad y calidad en la agroindustria del café en el Istmo de Tehuantepec son esenciales para mejorar la competitividad y la satisfacción de los consumidores en este sector. Por un lado, la inocuidad se refiere a la ausencia de riesgos para la salud, evitando contaminantes y asegurando prácticas adecuadas de cultivo, procesamiento y almacenamiento durante la producción de café. Por otro lado, la calidad abarca aspectos como el sabor, aroma, textura y apariencia del café, buscando cumplir con los estándares establecidos y expectativas de los consumidores (Puerta, 2006).

El Istmo de Tehuantepec, ubicado en el sur de México, es una región conocida por su producción de café, que es un cultivo importante para la economía local y nacional; sin embargo, la agroindustria del café en esta zona enfrenta diversos retos y oportunidades.

Debido a la volatilidad de los precios internacionales del café, los ingresos de los productores, pero, sobre todo, la rentabilidad de la agroindustria en la región ha sido cuestionada por expertos. Sumado a lo anterior, el cambio climático puede influir en la producción de café al alterar los patrones de lluvia y temperatura, lo que puede tener un impacto en la calidad y cantidad de la cosecha.

En este sentido, surge la necesidad de contar con estándares de calidad y certificaciones relacionadas con la sostenibilidad, productos orgánicos, de comercio justo, entre otros factores, así como la adopción de prácticas agrícolas sostenibles y socialmente responsables que puedan ayudar a mejorar la producción de café de calidad en la región y su aceptación en los mercados.

Las exigencias actuales del mercado han llevado a que algunos productores del café apliquen sistemas de aseguramiento de la calidad más precisos y documentados mediante acciones



planificadas, preventivas y sistemáticas que se toman a través de los procesos de producción, beneficio, almacenamiento, trilla, transporte, para garantizar que la calidad del café corresponda a las especificaciones establecidas y por tanto, satisfaga las expectativas del mercado (Puerta, 2006).

Actualmente, se reconocen internacionalmente varias normas que sirven de base para la implantación o establecimiento de sistemas de aseguramiento de la calidad en las empresas y fábricas dedicadas a la agroindustria del café, las principales son la ISO9000 de gestión y aseguramiento de la calidad de los procesos, la ISO14000 para la gestión ambiental y la norma ISO22000 que describe los requerimientos internacionales para el manejo inocuo de los alimentos en el campo y en la industria (Puerta, 2006).

Los principales riesgos para el café son las sustancias químicas que incluyen los residuos de plaguicidas, la ochratoxina A, las emisiones de humo, los combustibles y los elementos químicos pesados, y los agentes biológicos, como los hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, la broca (*Hypothenemus hampei*), el gorgojo (*Araecerus fasciculatus*) y los roedores (Puerta, 2008).

Asimismo, la permanencia del grano de café con altos contenidos de humedad, los tiempos prologados de los procesos, el contacto con la pulpa y los residuos, las instalaciones y equipos, así como los ambientes húmedos y las altas temperaturas en almacenamiento, son condiciones de riesgo que ocasionan daños físicos, descomposición de los granos y deterioro de la calidad y la inocuidad del producto (Puerta, 2008).

Por otra parte, la inadecuada capacidad técnica es uno de los problemas de fondo de la agroindustria cafetalera y, aunque las razones son múltiples, se puede hacer énfasis en la falta de información asociada a la agroindustria. La información disponible en algunos casos está desactualizada, o no se usa convenientemente, como se ilustra a continuación:

- **Productos químicos:** Información sobre el uso inadecuado de productos químicos en el cultivo del café, con orígenes y composiciones desconocidas, lo que puede resultar en residuos no deseados en el grano de café.
- **Higiene y manipulación inadecuada:** Información sobre los riesgos de contaminación microbiológica debido a prácticas inadecuadas de higiene, tanto en el proceso de cultivo como en el procesamiento y almacenamiento del café.
- **Control de patógenos:** Información para que el café esté libre de microorganismos patógenos, como bacterias y mohos, que podrían representar un riesgo para la salud de los consumidores.
- **Manejo de suelos y fertilización:** Información sobre la salud del suelo y una fertilización adecuada para evitar la acumulación de contaminantes en los granos de café.
- **Contaminación cruzada:** Aquella información que contribuya a evitar la contaminación cruzada durante el almacenamiento y procesamiento del café, que puede afectar la calidad y seguridad del producto final.
- **Almacenamiento:** Información sobre las condiciones de almacenamiento adecuadas para mantener la calidad del café durante su almacenamiento antes de su comercialización, sobre todo considerando que los climas en Veracruz y Oaxaca suelen ser más húmedos y dificultan el secado y correcto almacenamiento.
- **Importancia de la calidad e inocuidad:** Información para crear conciencia sobre la relevancia de la calidad e inocuidad del café en la cadena de suministro, desde los productores hasta los consumidores finales.
- Servicios disponibles para evaluar la calidad de la producción.



Una red de apoyo para la agroindustria del café con una estructura organizativa compuesta por diversas entidades, como organizaciones gubernamentales, instituciones educativas, ONG, asociaciones de productores, comercializadores y entidades financieras, entre otras, puede brindar asistencia técnica, financiera y logística a los productores respecto a la producción, procesamiento, logística, distribución y comercialización de café.

En este caso, de acuerdo con las recomendaciones surgidas de las mesas de consulta para la elaboración de esta agenda de innovación, se plantea una red de apoyo que implique esquemas de asistencia técnica y capacitación orientada a los agricultores y productores sobre buenas prácticas agrícolas, procesos de producción, seguros, eficientes y sostenibles. Adicionalmente, se propone promover la formación de alianzas estratégicas para la investigación, el desarrollo de tecnologías innovadoras, procesos y servicios que mejoren la eficiencia, la calidad y la rentabilidad del café producido en la región.

También, a través de la red, se puede facilitar esquemas de financiamiento, los cuales mejoren el acceso a créditos u otros recursos financieros para los productores y emprendedores de la industria del café en la región del Istmo.

Adicionalmente, puede considerarse estrategias de asistencia en la comprensión y aplicación de las regulaciones gubernamentales, estándares de calidad e inocuidad, y certificaciones necesarias para el comercio de productos de café. El cumplimiento de regulaciones nacionales y la adopción de prácticas sostenibles que respalden la economía local, promoviendo un desarrollo integral y una mejor calidad de vida para los productores y sus comunidades.

Objetivo general

Crear una red de apoyo técnico a la agroindustria del café en materia de inocuidad y calidad a través de servicios técnicos especializados y de certificación, dirigidos a productores cafetaleros de la región del Istmo, que permita mejorar sus procesos productivos, impulsando la cultura de la certificación y nuevos modelos de negocio basados en propuestas de valor competitivas.

Objetivos específicos

- Fortalecer la cooperación y colaboración entre los diferentes actores de la cadena productiva para promover la comunicación, compartir buenas prácticas y servicios, mediante alianzas y colaboraciones.
- Promover prácticas agrícolas seguras y la gestión adecuada de insumos agrícolas para reducir la presencia de contaminantes en el café.
- Implementar controles y medidas para garantizar la ausencia de microorganismos patógenos en el café y cumplir con los estándares de inocuidad alimentaria.



- Promover buenas prácticas de manejo postcosecha para mantener la calidad sensorial y las características únicas del café.
- Facilitar la adopción de técnicas adecuadas de procesamiento que mejoren la calidad del café y resalten su perfil de sabor.
- Capacitar a los productores en prácticas sostenibles que ayuden a preservar los recursos naturales, promoviendo la conservación del suelo, agua y biodiversidad.
- Fomentar el cumplimiento de los estándares exigidos por los mercados de exportación y avanzar hacia certificaciones internacionales de calidad e inocuidad.
- Promover la innovación facilitando el acceso a tecnologías modernas que optimicen los procesos de producción y mejoren la calidad e inocuidad del café.

Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases:

Fase 1

(4 meses)

Análisis y diagnóstico de la situación actual

Las actividades que componen esta primera fase son:

- Análisis de la cadena de producción del café y sus implicaciones en la inocuidad y calidad.
- Evaluación de las prácticas actuales de manejo, procesamiento y comercialización del café en términos de inocuidad y calidad.
- Identificación de brechas de desempeño en la producción de café en relación con estándares y certificaciones internacionales.
- Identificación de los actores clave interesados en participar en la red para la industria del café en el Istmo de Tehuantepec.

Fase 2

(4 meses)

Planeación de actividades y servicios de apoyo a productores para la adopción de buenas prácticas

Las actividades que componen esta fase son:

- Diseño y aplicación de entrevistas y encuestas a los actores relevantes para identificar sus necesidades y desafíos específicos en cuanto a inocuidad y calidad.
- Análisis de la normativa nacional e internacional sobre inocuidad y calidad del café y cómo se aplica en la región.
- Elaboración de cartera de servicios especializados que ofrecerán los miembros de la red.



Fase 3

(12 meses)

Diseño y planificación de la red de apoyo a la agroindustria del café

Las actividades que componen esta fase son:

- Establecimiento de metas y objetivos claros en términos de mejora de la inocuidad y calidad del café.
- Propuesta de un modelo de gobernanza colaborativo, participativo y eficiente, que incluya a representantes del gobierno, organizaciones de productores, instituciones académicas y empresas prestadoras de servicios.
- Designación de la entidad coordinadora de la red.
- Elaboración y negociación de convenio de adhesión a la red.
- Diseño de estrategias para abordar las necesidades identificadas, como capacitación, acceso a tecnología, promoción de buenas prácticas, financiamiento, etc., indicando responsables, recursos necesarios y plazos.
- Desarrollo de programas de capacitación en temas de inocuidad, calidad, buenas prácticas agrícolas, procesamiento adecuado, almacenamiento seguro, etc., para productores y otros actores de la cadena productiva de café.
- Diseño de una plataforma colaborativa que facilite la comunicación y colaboración en tiempo real entre diferentes partes interesadas, como productores, autoridades sanitarias, laboratorios y consumidores.

Fase 4

(12 meses)

Implementación y evaluación de la red de apoyo

Las actividades que componen esta fase son:

- Implementación de los programas de capacitación, organización de talleres, seminarios y sesiones de capacitación presenciales o virtuales.
- Establecer puntos de asesoramiento para los productores donde puedan acceder a información y asistencia sobre inocuidad y calidad.
- Crear un catálogo consolidado que muestre las capacidades de desarrollo tecnológico, servicios especializados y capacitación que ofrecen las instituciones participantes en la red.
- Diseñar esquemas para mantener y fortalecer la red de apoyo en el tiempo, garantizando su sostenibilidad y beneficio continuo para la industria del café.



Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido para ejecutar este proyecto es de 32 meses.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Productores habilitados para certificarse.
- Disminución significativa de la presencia de residuos químicos y contaminantes en el café, asegurando que cumpla con los estándares de inocuidad.
- Mejora en el perfil de sabor y aroma del café, lo que permite la producción de café de mayor calidad y atractivo para los consumidores.
- Alta adopción de prácticas agrícolas seguras y sostenibles que contribuyan a la calidad y sostenibilidad del café.
- Plataforma colaborativa.
- adopción de equipo y maquinaria para actividades postcosecha.
- Cumplimiento de normativas y certificaciones.
- Redes sólidas y colaborativas entre los actores de la industria del café.
- Fortalecimiento de capacidades, conocimientos y desarrollo de habilidades técnicas.
- Aumento en la competitividad del café del Istmo de Tehuantepec.

Fuentes de financiamiento

- Gobiernos estatales
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
- Productores y empresas comercializadoras de café
- *Crowdfunding* y plataformas de financiamiento colectivo
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Posibles instituciones participantes

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
- Gobiernos del estado de Veracruz y del estado de Oaxaca
- Agentes capacitadores
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap)
- Colegio de Posgraduados



- Buenas prácticas de procesamiento y almacenamiento documentadas, Universidad Autónoma Chapingo
- Tecnológico Nacional de México
- Universidad del Papaloapan
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica)
- Empresas, instituciones, universidades, centros de investigación y laboratorios de servicios especializados
- Asociaciones y cooperativas de productores
- ONG

Indicadores de seguimiento y evaluación

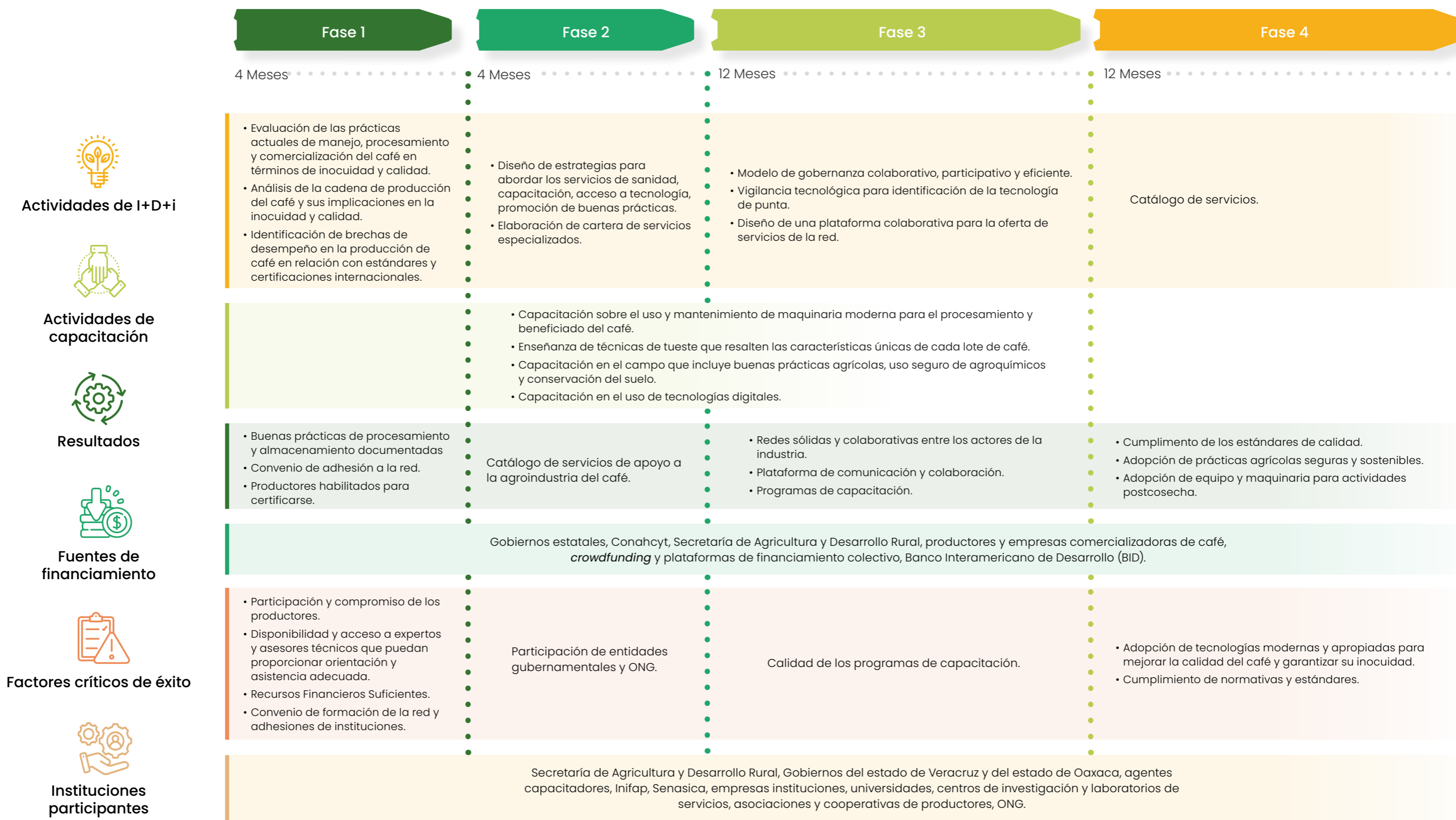
- Número de productores que cumplen con los estándares de inocuidad nacionales e internacionales.
- Puntuación de calidad del café.
- Número de productores que han recibido capacitación sobre buenas prácticas agrícolas, procesamiento y almacenamiento.
- Número de productores que han obtenido certificaciones de calidad reconocidas internacionalmente.
- Número de programas de capacitación.
- Número de participantes en la red colaborativa.
- Número de servicios ofrecidos por la red de apoyo.

Factores críticos de éxito

- Participación y compromiso de los productores.
- Convenio de formación de la red y adhesiones de instituciones.
- Calidad de los programas de capacitación.
- Adopción de tecnologías modernas y apropiadas para mejorar la calidad del café y garantizar su inocuidad.
- Disponibilidad y acceso a expertos y asesores técnicos que puedan proporcionar orientación y asistencia adecuada.
- Recursos financieros suficientes y oportunos, con perspectiva multianual.
- Cumplimiento de normativas y estándares.
- Participación de entidades gubernamentales y ONG.



Mapa de ruta





Referencias

Puerta, G. I. (2008). *Sistema de aseguramiento de la calidad y la inocuidad del café en la finca. Avances técnicos 371*. Gerencia Técnica. Programa de Investigación científica. Cenicafe. Federación Nacional de cafeteros de Colombia.

Puerta, G. I. (2006). *Riesgos para la calidad y la inocuidad del café en el secado. Avances técnicos 351*. Gerencia Técnica. Programa de Investigación Científica. Cenicafe. Federación Nacional de cafeteros de Colombia.

Coffe Behind the Scenes. (2018). El café en México. Consultado el 30 de septiembre de 2023 en <http://www.coffeebehindthescenes.com/es/country/mexico>



7.9

Proyecto 9

Creación de un Centro de Validación y Transferencia de Tecnología

Justificación del proyecto

El maíz es el cultivo más destacado en términos de producción y consumo en la región del Istmo de Tehuantepec. Actualmente esta área de cultivo abarca una extensión de 293 330 hectáreas (ha), generando una producción total de 708 344 toneladas (t) (SIAP, 2020). El rendimiento promedio en esta zona se sitúa en 2.42 t/ha. Sin embargo, es importante destacar que existen disparidades significativas en el rendimiento entre los municipios del Istmo, dependiendo de su ubicación.

En el caso de los municipios correspondientes al Istmo en Veracruz, el rendimiento promedio alcanza las 2.75 t/ha. En contraste, los municipios del Istmo en Oaxaca muestran un rendimiento promedio significativamente más bajo, de apenas 1.5 t/ha. Estos valores de rendimiento resultan comparativamente bajos en relación con las cifras alcanzadas en otras regiones productoras del país. Por ejemplo, en el estado de Sinaloa, el promedio de rendimientos asciende a 11 t/ha (SIAP, 2020).

Además de los desafíos relacionados con los bajos rendimientos, la región también se enfrenta al déficit en su producción de maíz, lo que resulta en una incapacidad para satisfacer su demanda local. Esta situación subraya la urgente necesidad de abordar y disminuir esta brecha en la producción con el fin de lograr la seguridad alimentaria en la región.

Pese a los bajos rendimientos, el sursureste de México se coloca como una opción sumamente relevante para impulsar la producción de cultivos de granos básicos, particularmente para la producción de maíz tanto amarillo como blanco. Esta región cuenta con condiciones climáticas favorables y abundancia de recursos hídricos, lo que la coloca en una posición ventajosa para compensar la producción en otras áreas del país.

Los principales problemas que impactan negativamente en la producción de maíz, resultando en bajos rendimientos, están vinculados a diversos factores, entre estos se destacan las sequías atípicas, la escasa fertilidad de los suelos, la presencia



de plagas y enfermedades, cada vez más resistentes, así como las temporadas de lluvia prolongadas, los cuales afectan de manera significativa la producción de maíz. A esta problemática se agrega el preocupante uso excesivo y sin restricciones de productos químicos, como plaguicidas y fertilizantes (Bada, *et al.*, 2021).

En este contexto, resulta de suma importancia que los productores implementen prácticas agronómicas y tecnologías que contribuyan a mejorar la productividad, pero haciendo uso eficiente de los recursos no renovables. Por ejemplo, en la actualidad existe un creciente interés en promover la adopción, por parte de los agricultores, de tecnologías y prácticas agrícolas más innovadoras y sostenibles (Cadena, *et al.*, 2018 y Cimmyt, 2020).

Sin embargo, los agricultores y comunidades rurales en el Istmo de Tehuantepec se encuentran con el desafío de acceder a estas tecnologías y prácticas debido a la escasez de recursos y a la falta de capacitación. Además, las necesidades varían y dependen de los diferentes sistemas de producción presentes en la región. En función del régimen hídrico, se pueden identificar al menos tres sistemas de producción: el sistema de temporal, el de riego y el de humedad residual.

Estos antecedentes, junto con las recomendaciones surgidas en el marco de las mesas de consulta para la elaboración de esta agenda de innovación, demuestran la relevancia y la necesidad de establecer un Centro de Validación y Transferencia de Tecnología (CVTT) en la región, para abordar los desafíos y oportunidades identificados, de forma tal que funcione como un espacio de interacción para acceder a la asistencia técnica y capacitación, y en el cual las diferentes instituciones de investigación puedan poner, a disposición de los agricultores, su oferta tecnológica.





Objetivo general

Establecer y operar un Centro de Validación y Transferencia de Tecnología en la región del Istmo de Tehuantepec con el propósito de incrementar la productividad, la sostenibilidad y la rentabilidad de las actividades relacionadas con el cultivo de maíz, reduciendo las disparidades en el rendimiento entre los municipios y mejorando la capacidad de la región para satisfacer su demanda local de maíz.

Objetivos específicos

- Promover e implementar prácticas agronómicas sostenibles y tecnologías innovadoras para aumentar los rendimientos promedio de maíz en la región.
- Reconocer y adaptar soluciones tecnológicas y prácticas agrícolas a los diferentes sistemas de producción presentes en la región, considerando, por ejemplo, las variaciones en el régimen hídrico y las necesidades específicas de cada sistema.
- Generar información técnica para los agentes de extensión del área y agricultores.
- Vincular a los productores con los sectores generadores de ciencia y tecnología, así como con segmentos de demanda del producto.
- Desarrollar un modelo efectivo de asistencia técnica y capacitación para habilitar a productores para que adopten tecnologías apropiadas y buenas prácticas agrícolas.

Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases:

Fase 1

(3 meses)

Elaboración del diagnóstico de capacidades y necesidades

Las actividades que componen esta primera fase son:

- Identificación de actores relevantes (agricultores, organizaciones, instituciones y centros de investigación, universidades, asesores externos, proveedores de servicios agrícolas y agroinsumos, otros).
- Selección de las instituciones/actores encargados de la creación del CVTT.
- Realizar trabajo de campo para conocer las demandas específicas de los agricultores de maíz y la realización de un diagnóstico competitivo.



Fase 2

(6 meses)

Diseño del Centro de Validación y Transferencia de Tecnología

Elaboración del proyecto ejecutivo

- Identificación del equipo y materiales básicos, requerimientos de terreno para parcelas demostrativas y evaluación de tecnologías.
- Identificación del lugar más adecuado para establecer el CVTT, considerando factores como la accesibilidad para los agricultores, la proximidad a las áreas de cultivo de maíz y la infraestructura disponible.
- Estimación de la inversión requerida.
- Desarrollo del modelo de negocio del CVTT.
- Establecer comunicación con las instituciones que pueden contribuir con avances tecnológicos y mejores prácticas agrícolas, que atiendan las condiciones locales y las necesidades de los agricultores.

Fase 3

(12 meses)

Construcción de la infraestructura del CVTT y definición de sus estrategias de transferencia tecnológica

Las actividades que componen esta fase son:

- Construir o adaptar las instalaciones del CVTT que pueden incluir laboratorios, campos de prueba, salas de capacitación y oficinas administrativas.
- Adquirir equipos, herramientas y tecnología necesarios para llevar a cabo las pruebas, validaciones agrícolas y otros servicios tecnológicos.
- Contratar un equipo multidisciplinario de expertos en agricultura, tecnología y extensión agrícola.
- Generar los protocolos, reglamentos y estrategias de cooperación bajo los cuales operarán las actividades de I+D+i, y definición de indicadores de desempeño bajo los cuales operará el CVTT.
- Concertación de convenios de colaboración con organizaciones agrícolas, instituciones académicas y agencias gubernamentales para compartir conocimientos y recursos.

Fase 4

(6 meses)

Formalización y ejecución de actividades del CVTT

Las actividades que componen esta fase son:

- Desarrollo de servicios de capacitación y asistencia técnica adaptados a las necesidades específicas de los agricultores locales.
- Desarrollar protocolos de validación de tecnologías agrícolas en condiciones locales.
- Crear redes con agricultores locales y comunidades para promover la participación y la difusión de tecnologías.



- Iniciar las actividades de validación y transferencia de tecnología.
- Lanzamiento de oferta de servicios a los productores.
- Realizar un seguimiento constante de los resultados.

Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido para ejecutar este proyecto es de 27 meses.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Transferencia de tecnología adecuada para los agricultores.
- Modelo de asistencia técnica y capacitación probado.
- Incremento de la productividad.
- Capacitación y desarrollo de habilidades, así como adopción de buenas prácticas.
- Acuerdos de colaboración con instituciones oferentes de tecnologías y servicios especializados.
- Generación de datos y conocimiento para agricultores y asesores técnicos.

Fuentes de financiamiento

- Banco Mundial (BM)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF)
- Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura (FIRA)
- Gobierno federal/estatal
- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA)

Instituciones participantes

- Universidad Autónoma Chapingo
- Colegio de Postgraduados
- Universidad del Mar
- Instituto Tecnológico de Comitancillo
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt)
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap)
- Organizaciones de productores



Indicadores de seguimiento y evaluación

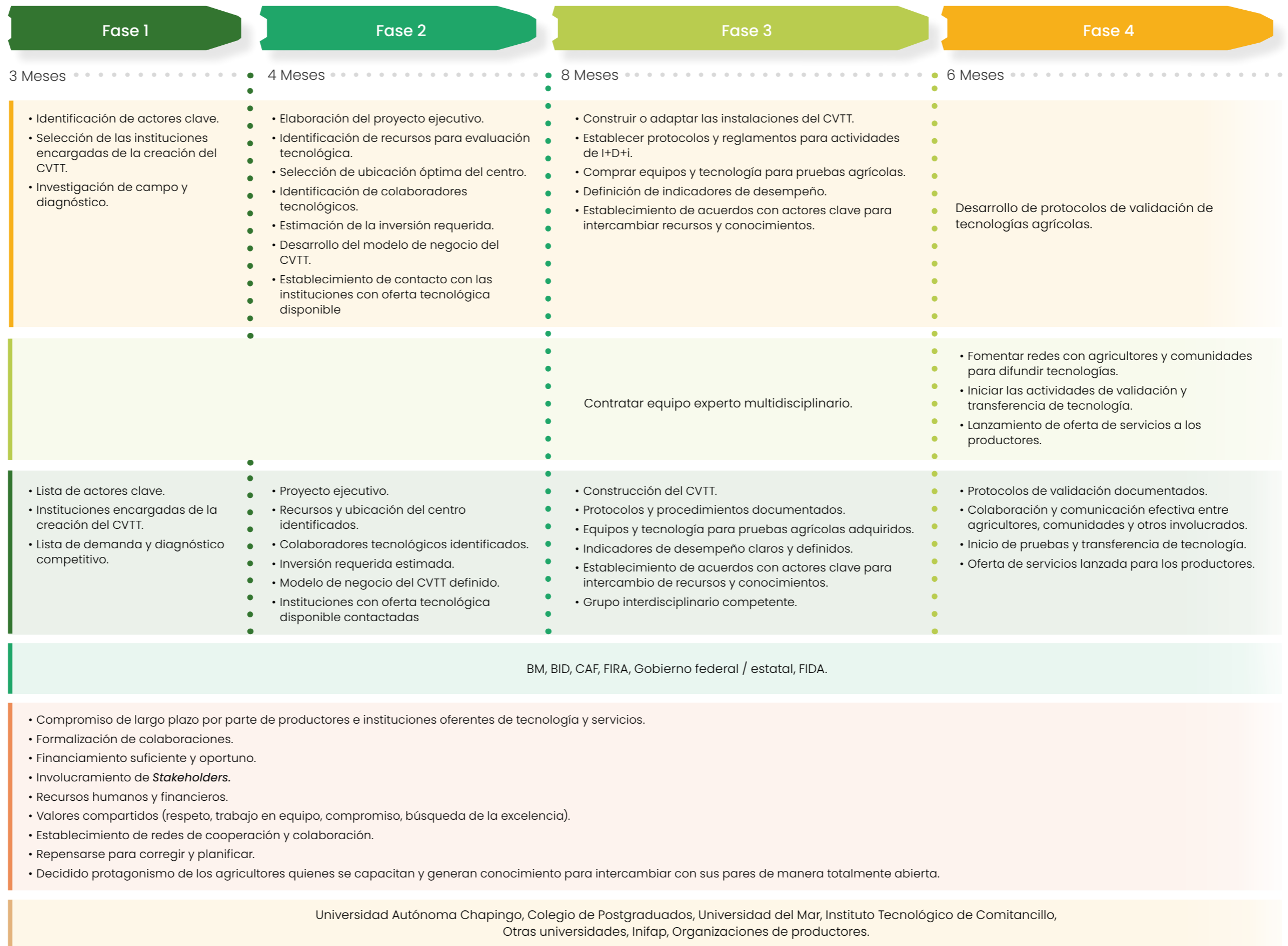
- Número de convenios de colaboración firmados con instituciones y organizaciones relevantes.
- Número de agricultores involucrados en proyectos de investigación conjuntos.
- Incremento en la adopción de prácticas agrícolas sostenibles entre los agricultores.
- Número de agricultores capacitados y asistidos técnicamente por el CVTT.
- Número de tecnologías validadas y transferidas a los agricultores.
- Evaluación de la satisfacción de los agricultores y la comunidad con los servicios del CVTT.

Factores críticos de éxito

- Institucionalidad.
- Compromiso de largo plazo por parte de productores e instituciones oferentes de tecnología y servicios.
- Formalización de colaboraciones.
- Financiamiento suficiente y oportuno.
- Involucramiento de *Stakeholders*.
- Recursos humanos y financieros.
- Valores compartidos (respeto, trabajo en equipo, compromiso, búsqueda de la excelencia).
- Establecimiento de redes de cooperación y colaboración.
- Repensarse para corregir y planificar.
- Decidido protagonismo de los agricultores, quienes se capacitan y generan conocimiento para intercambiar con sus pares de manera totalmente abierta.



Mapa de ruta





Referencias

- Bada, L. M., Osorio, J., y Ramírez, Z. (2021). Evolución de la producción del maíz en Veracruz, México. *Investigación Administrativa*, 50-2, 1-16. <https://doi.org/10.35426/IAv50n128.07>
- Cadena, P., Camas, R., Coutiño, B., Turrent, A. y Camas, R. (2018). La producción de grano mediante el modelo granos del sur y su contribución a la soberanía alimentaria. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(3). <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1221/1352>
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [Cimmyt]. (2020). *Maíz para México. Plan Estratégico 2030*. México.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2020). *SIACON (NG)*. SADER. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siaconng-161430>



7.10

Proyecto 10

Incubación de empresas regionales y locales de producción de semillas de maíz

***Corto plazo (menos de 24 meses)**

Justificación del proyecto

Para incrementar la productividad del cultivo de maíz en la región del Istmo de Tehuantepec, resulta fundamental brindar a los agricultores acceso a tecnologías adecuadas. En este contexto, una de las tecnologías sobresalientes es la utilización de semillas mejoradas. Sin embargo, es esencial tener en cuenta que el sureste de México, en particular la zona del Istmo de Tehuantepec, se caracteriza por contar con condiciones climáticas y características de suelo únicas que demandan variedades de maíz específicas y adaptadas a estas condiciones.

En la presente situación es evidente que el mercado de semillas se encuentra ampliamente dominado por empresas internacionales, mientras que la presencia de empresas semilleras nacionales es notablemente limitada (Aboites, 2020). En el año 2012, la participación de estas empresas nacionales en el mercado de semillas apenas alcanzaba el 18% (López Sierra, 2018). A lo anterior se suma el hecho de que la disponibilidad de semilla mejorada está principalmente concentrada en el centro y norte del país; Guanajuato, Sinaloa, Michoacán y Tamaulipas son los estados que concentran la mayor parte del mercado de las semillas (Castro, 2022), lo cual obedece a que las empresas privilegian la atención de los segmentos de agricultura comercial.

En este contexto es lógico que, tanto las grandes empresas internacionales como las empresas nacionales existentes, no estén completamente alineadas con las necesidades específicas de la región del Istmo de Tehuantepec o carezcan de una cartera diversificada de semillas que se adapte a sus diferentes segmentos de mercado. Además, se identifica un segmento del mercado que podría no ser del interés para este tipo de empresas, el cual incluye a los productores que producen en condiciones de temporal. A nivel nacional, este tipo de



productores solían satisfacer sus necesidades de semilla certificada mediante la oferta parcial de la extinta Productora Nacional de Semillas (Pronase) (Aboites, 2020).

Esta situación crea una oportunidad significativa para el surgimiento de empresas locales especializadas en la producción de semillas de alta calidad, a precios asequibles y adaptadas a las condiciones locales. Estas empresas pueden capitalizar los avances en cuanto a desarrollo de variedades de maíz mejoradas realizado por organismos públicos (Luna, et al., 2012). Estos organismos incluyen al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap) y al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt), así como a varias universidades y centros de enseñanza agrícola, entre las que destacan la Universidad Autónoma Chapingo, el Colegio de Postgraduados y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La oportunidad radica en generar capacidades para la multiplicación y distribución de semillas en la región, lo que debería ser realizado por empresas especializadas.

La disponibilidad de semillas mejoradas en el mercado ofrece a los agricultores una alternativa adicional que se suma a las opciones que ya tienen, como la reutilización y el intercambio de semillas de variedades locales y variedades de polinización abierta. Desde la perspectiva del Cimmyt, las empresas semilleras deben enfocarse en proporcionar productos que sean más fácilmente disponibles y accesibles. Esto puede lograrse mediante el desarrollo de atributos y servicios innovadores que no se encuentran actualmente disponibles en el mercado, la eficiente gestión de los costos de producción para ofrecer precios más competitivos y la expansión de los canales de distribución para llegar a los productores en todas las regiones del país. Dada la situación actual, se destaca que las pequeñas y medianas empresas dedicadas a la producción de semillas desempeñan un papel fundamental en el incremento, tanto de la adopción, como del impacto positivo de las semillas mejoradas en México (Donnet, et al., 2012).

De ahí que este proyecto propone promover el desarrollo de empresas regionales, tanto pequeñas como medianas, con el propósito de utilizar las variedades desarrolladas por entidades públicas de investigación. Crear empresas de base tecnológica que impulsen modelos de negocio innovadores, necesarios para atender a mercados específicos que poseen características particulares, ofreciendo variedades de alta calidad. Para lograr el resultado deseado es esencial que exista una colaboración efectiva entre las organizaciones públicas, los emprendedores de empresas de semillas y los agricultores, estableciendo relaciones mutuamente beneficiosas. También es necesario que existan apoyos para el proceso de incubación y maduración de esas empresas, por lo que hay que impulsar este proyecto.

El área con mayor potencial para expandir la producción de semillas mejoradas y maximizar los rendimientos se encuentra en los municipios del Istmo de Veracruz, específicamente en los distritos de San Andrés Tuxtla, Jáltipan y las Choapas, especialmente durante el ciclo otoño-invierno, aprovechando la humedad residual.





En el caso de Oaxaca, la oportunidad de crecimiento se sitúa en la región conocida como el Istmo Húmedo, que incluye municipios como San Juan Guichicovi, Matías Romero Avendaño, Santa María Petapa, Santo Domingo Petapa y El Barrio de la Soledad.

Objetivo general

Promover el establecimiento y desarrollo sostenible de, al menos, dos empresas regionales dedicadas a la producción y distribución de semilla de maíz de alta calidad, adaptada a las condiciones locales del Istmo de Tehuantepec, con el fin de fortalecer la seguridad alimentaria, la independencia en el suministro de semillas y el crecimiento económico en la región.

Objetivos específicos

- Crear un ecosistema de incubación de empresas especializadas en la producción y distribución de semillas de calidad adaptadas a las condiciones agroecológicas y socioeconómicas del Istmo de Tehuantepec.
- Fomentar el desarrollo de pequeñas y medianas empresas de base tecnológica dedicadas a la producción de semilla de maíz.
- Generar un modelo de apoyo al surgimiento y maduración de empresas especializadas en la producción y distribución de semillas para la región del Istmo de Tehuantepec.
- Facilitar el acceso de los agricultores a semillas mejoradas y adaptadas a sus condiciones únicas de alta calidad y asequibles.
- Incrementar la productividad de agricultores que siembran superficies reducidas en regiones agroecológicas especiales.
- Capitalizar los avances en variedades de maíz mejoradas desarrolladas por organismos públicos, mediante un esquema efectivo de transferencia de tecnología a las empresas en proceso de incubación.

Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases:

Fase 1

(3 meses)

Análisis de viabilidad del desarrollo de empresas semilleras

Las actividades que componen esta fase son:

- Establecimiento del actor principal encargado de liderar y supervisar las actividades.
- Realización de un estudio de mercado completo que englobe la identificación de los diferentes tipos de productores en la región, los



entornos específicos en los que operan y el tipo de germoplasma a liberar (híbridos, variedades mejoradas nativas y variedades sintéticas).

- Análisis de las capacidades existentes, capital humano requerido, recursos necesarios y ubicación apropiada de la o las empresas semilleras.
- Identificación y contacto inicial con instituciones públicas de investigación agrícola para explorar la mejor modalidad para acceder a variedades mejoradas y tecnología de mejoramiento genético.
- Revisión a fondo de los requisitos normativos y los permisos esenciales para establecer y operar con éxito una empresa de semillas.
- Identificación, selección y contacto inicial con emprendedores locales interesados en establecer un negocio de producción de semilla mejorada (productores individuales o asociación de productores).

Fase 2

(9 meses)

Diseño del modelo de incubación de empresas semilleras

Las actividades que componen esta fase son:

- Identificación de la(s) institución(es) que puedan asumir la responsabilidad de incubar empresas de semillas.
- Elaboración de estudio de factibilidad de la(s) incubadora(s) participantes en el proyecto.
- Diseño del conjunto de apoyos que se ofrecerán a los emprendedores.
- Estructuración del plan de negocios de la(s) incubadora(s).
- Preparación de propuesta de proyecto para la obtención de financiamiento para la(s) incubadora(s) y para la incubación de las empresas.
- Emisión de convocatoria para incubar empresas

Fase 3

(3 meses)

Diseño del modelo de negocio de empresas semilleras

- Definición del modelo organizacional alineado a los emprendedores identificados.
- Capacitación de emprendedores en los aspectos básicos del negocio de semillas.
- Desarrollo del plan de producción, el cual debe incluir: a) proceso de producción, b) requisitos de personal y recursos necesarios (insumos, maquinaria, mano de obra, transporte, semilla registrada).
- Identificación de la infraestructura para la producción, acondicionamiento, almacenamiento y embalaje de las semillas.
- Definición de la propuesta de valor: a) descripción detallada del o los tipos de semillas a ofrecer, b) especificaciones técnicas y ventajas de las semillas, c) servicios adicionales, como asesoramiento agrícola o capacitación.



- Desarrollo de la estrategia de venta de la semilla (estrategias de *marketing* y promoción para posicionar las semillas en el mercado; canales de comercialización clientes, ya sea a través de distribuidores, minoristas o ventas directas.
- Gestión del financiamiento de la inversión inicial.
- Gestión del licenciamiento de las variedades de maíz que serán multiplicadas y distribuidas por las empresas incubadas.

Fase 4

Ejecución de modelo operacional

(6 meses)

- Planificación de pruebas de campo y ensayos para evaluar la adaptación y el rendimiento de las semillas potenciales a comercializar.
- Implementación de un programa de asistencia técnica y capacitación a cargo del actor líder para la producción de semillas registradas.
- Establecimiento de la infraestructura requerida (acondicionamiento, almacenamiento y embalaje de las semillas), ya sea mediante construcción o arrendamiento, para optimizar la producción.
- Obtención de los permisos y licencias necesarios para utilizar las variedades desarrolladas por las instituciones públicas que demuestren potencial en la región.

Fase 5

Inicio de operaciones de la empresa

(3 meses)

- Iniciar la producción de semillas mejoradas de maíz de acuerdo con el modelo de operación establecido.
- Establecer redes de distribución y canales de comercialización para alcanzar a los agricultores locales y mercados regionales.
- Acompañamiento y evaluación de las operaciones iniciales, por parte del actor líder, para garantizar eficiencia y calidad de las semillas.

Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido para ejecutar este proyecto es de 24 meses.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Establecimiento de, al menos, una incubadora y dos empresas locales de producción de semilla de maíz en el Istmo de Tehuantepec.
- Producción de semilla de maíz de alta calidad y adaptada a las condiciones locales.
- Aumento en la disponibilidad de semilla de maíz mejorada en la región.



- Creación de empleos y articulaciones entre las empresas semilleras incubadas y los centros de investigación, distribuidores de semilla y productores.
- Mejora del rendimiento agrícola.
- Mejora en la seguridad alimentaria y los ingresos de los agricultores locales.
- Desarrollo económico y creación de empleo en la región.
- Sostenibilidad de las empresas incubadas a largo plazo.

Fuentes de financiamiento

- Banco Mundial (BM)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF)
- Food and Agriculture Organization (FAO)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
- Inversionistas privados

Instituciones participantes

- Mas Agro
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt)
- Universidad Autónoma Chapingo
- Instituto Tecnológico de Comitancillo
- Colegio de Postgraduados
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap)
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS)

Indicadores de seguimiento y evaluación

- Número de incubadoras de empresas en operación.
- Número de estudios de factibilidad y planes de negocio de empresas.
- Número de empresas egresadas del proceso de incubación.
- Infraestructura instalada para la producción y plantas de acondicionamiento y almacenamiento.
- Volumen de semilla certificada producida por las empresas.
- Volumen de semilla certificada vendida por las empresas.



- Número de productores atendidos por las empresas semilleras creadas.
- Número de materiales mejorados incorporados a la multiplicación de semilla.
- Cumplimiento de la normatividad vigente.
- Rendimiento generado por los productores a partir de los materiales mejorados.
- Numero de alianzas estratégicas y contratos de licenciamiento.

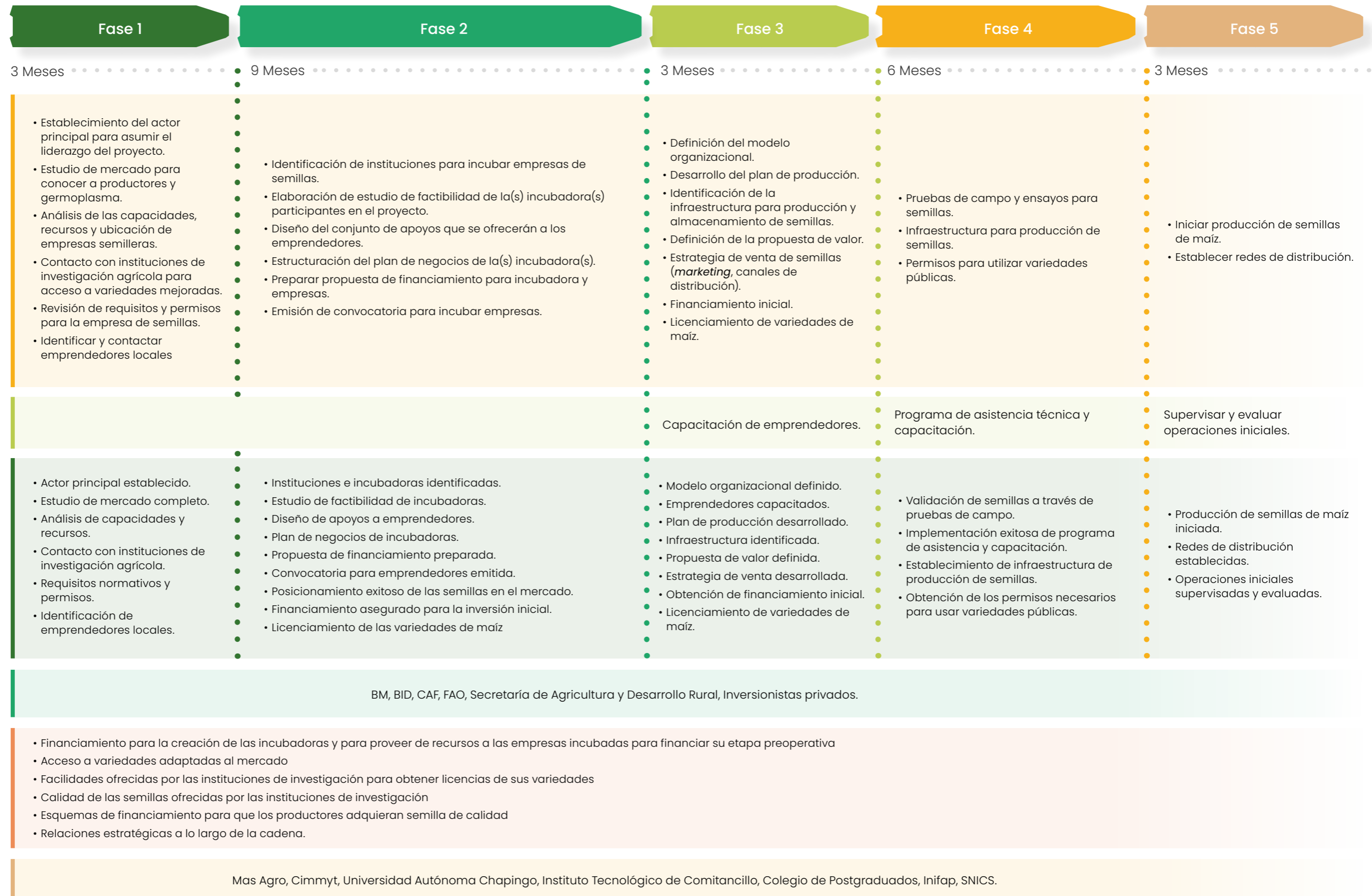
Factores críticos de éxito

- Financiamiento para la creación de las incubadoras y para proveer de recursos a las empresas incubadas para financiar su etapa preoperativa.
- Acceso a variedades adaptadas al mercado.
- Facilidades ofrecidas por las instituciones de investigación para obtener licencias de sus variedades.
- Calidad de las semillas ofrecidas por las instituciones de investigación.
- Esquemas de financiamiento para que los productores adquieran semilla de calidad.
- Relaciones estratégicas a lo largo de la cadena.





Mapa de ruta





Referencias

- Aboites, G. (2020). *Empresarios de la industria semillera en México, Semilla Ceres y Semilla Rica*. México: Universidad Autónoma de Coahuila- Pergamino.
- Castro, H. (2022). Desarrollo de semilleras nacionales, Caso ReyColl. *Seminario Iniciativas para el Desarrollo Agroalimentario y Agroindustrial del Istmo de Tehuantepec 2022: Cadenas Productivas Estratégicas*. <https://www.youtube.com/watch?v=alb6PRllhCw>
- Donnet, L., López, D., Arista, J., Carrión, F., Hernández, V. y González, A. (2012). *El potencial de mercado de semillas mejoradas de maíz en México*. México: Cimmyt.
- López, P. (2018). *MasAgro: Modernizando la agricultura tradicional en tiempos neoliberales*. *Revista Biodiversidad*.
- Luna, B., Hinojosa, Ma. A., Ayala, Ó. J., Castillo, F. y Mejía, A. J. (2012). Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(1), 1-7.



7.11

Proyecto 11

Desarrollo de innovaciones y buenas prácticas para la optimización de sistemas de riego inteligente en la cadena productiva de frutales (mango, piña y limón)

Justificación del proyecto

En la agricultura, el agua es el recurso de mayor relevancia. Sin embargo, este recurso se ha visto limitado por el crecimiento de la población, la urbanización, la expansión de la agricultura, las malas prácticas agrícolas y la contaminación. Por ello, el acceso al agua es fundamental para los productores, sobre todo para quienes pertenecen a comunidades más vulnerables, que carecen de infraestructura hidráulica. Cabe resaltar que la agricultura es la principal fuente de ingresos de la población rural (Benítez y Camacho, *s.f.*), de ahí la importancia social de efficientizar y tecnificar sus sistemas de producción agrícola, dotándolos de sistemas de riego, principalmente.

Un caso particular son las regiones del estado de Oaxaca, donde la agricultura depende principalmente de las lluvias (93%) y en menor grado de riego (5%) y humedales (2%), lo que refleja un bajo nivel de tecnología y un uso ineficiente del agua. Por lo tanto, en Oaxaca, la agricultura es extremadamente vulnerable a eventos climatológicos como sequías e inundaciones. Además, el estado presenta un déficit anual de 39.6 millones de m³ de agua potable (Banco Mundial, *s.f.*). Por otra parte, aunque Veracruz es el segundo estado en el país con mayor cantidad de recursos hídricos, presenta deficiencias y escasez en los hogares, debido a la contaminación de sus ríos y el escaso tratamiento de las aguas residuales (Domínguez y Castillo, 2018).

Otro aspecto importante que se debe considerar en estos estados, es que son dos de las entidades con mayores localidades rurales, cuya actividad principal es la agricultura de subsistencia (Domínguez y Castillo, 2018). De aquí la importancia de desarrollar estrategias que permitan optimizar los sistemas de riego que contribuyan a mejorar la capacidad productiva de los agricultores y campesinos. Pero, ¿cómo se puede lograr esta mejora?



Una alternativa para este reto es el sistema de riego inteligente, el cual tiene como objetivo el ahorro de agua y energía; y proporciona a la planta el agua necesaria. Para lograrlo se debe monitorear constantemente la humedad del suelo y la temperatura ambiental. El funcionamiento de un sistema de riego inteligente es sencillo; se emplean sensores clásicos que se comunican de manera inalámbrica a un portal web, donde los productores pueden acceder a través de un dispositivo móvil conectado a internet (Muñoz *et al.*, 2013).

Por lo tanto, la tecnología es un buen aliado para modernizar los sistemas de riego en la región del Istmo de Tehuantepec, pero como mencionan Castro *et al.* (2011) el éxito de los sistema de riego depende de la asistencia técnica y la capacidad económica de los productores para adoptar las innovaciones tecnológicas. Por ello, se requiere desarrollar tecnologías y estrategias que permitan generar alternativas viables para la región y así lograr una mejor optimización de los sistemas de riego.

Objetivo general

Desarrollar innovaciones y buenas prácticas para la optimización de un sistema de riego inteligente que, mediante el uso de tecnología avanzada, permita la gestión y optimización del agua de manera eficiente y acorde con las necesidades específicas del cultivo.

Objetivos específicos

- Evaluar las necesidades de riego de los frutales (mango, piña y limón) en las regiones productoras, considerando los factores de humedad de suelo y temperatura ambiental.
- Identificar, seleccionar y adaptar tecnologías de riego pertinentes que puedan ser empleadas en la región del Istmo de Tehuantepec para los frutales (mango, piña y limón).
- Desarrollar métodos efectivos para la instalación de sensores y análisis de datos, así como protocolos de comunicación con plataformas de control de sistemas de riego.
- Proporcionar capacitación a los productores para adoptar buenas prácticas para el buen funcionamiento de los sensores y sistemas automatizados de riego.
- Desarrollar e implementar métodos de monitoreo continuo para supervisar el funcionamiento del sistema de riego.



Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases:

Fase 1

(3 meses)

Análisis de la situación actual de la problemática del riego en las regiones de Oaxaca y Veracruz productoras de frutales

Esta primera fase consiste en un diagnóstico de los sistemas de riego actuales establecidos en los cultivos de frutales (mango, piña y limón) en las regiones que comprende el programa Istmo.

Las actividades que componen esta primera fase son las siguientes:

- Recopilación de información sobre **los sistemas de riego existentes en la región para los frutales (mango, piña y limón)**.
- Identificación de necesidades y situación actual de los productores de frutales en materia de manejo del agua.
- Realización de visitas a campo para evaluar la infraestructura de riego existente y la sensibilización a los productores para el uso de las tecnologías de riego.

Fase 2

(6 meses)

Identificación de las tecnologías de riego que se pueden aplicar en la región

Esta fase tiene como objetivo determinar aquellas tecnologías de riego existentes y adecuadas para la región.

Las actividades que componen esta fase son:

- Ejercicio de vigilancia tecnológica para identificar las tecnologías existentes y las tendencias en manejo automatizado de sistemas de riego.
- Evaluación comparativa de los sistemas de riego identificados en la región con las mejores prácticas que existen en el mercado.
- Selección de las tecnologías de riego pertinentes para la región.
- Definición y diseño de paquetes tecnológicos idóneos para implantar sistemas de riego inteligente en las regiones bajo estudio.
- Análisis de la tecnología seleccionada y su compatibilidad con las condiciones de producción de frutales (mango, piña y limón) en las regiones participantes.



Fase 3

(3 meses)

Diseño de una estrategia de implementación de los paquetes tecnológicos desarrollados

Para esta fase se debe realizar una planificación minuciosa de los factores claves para ejecutar la estrategia de adopción de sistemas de riego inteligente en la región.

Las actividades que componen esta fase son:

- Definición de los objetivos específicos y medibles para la implementación del sistema de riego inteligente.
- Determinación del alcance (las regiones que participarán en la implementación).
- Estimación de la inversión necesaria para instalar los sistemas.
- Generación de una serie de estrategias que permitan alcanzar los objetivos planteados.
- Evaluación de las estrategias de acuerdo con su viabilidad, impacto, riesgo y recursos disponibles.
- Selección de las estrategias más adecuadas.

Fase 4

(12 meses)

Implementación y seguimiento de las estrategias

Esta fase consiste en llevar a cabo las acciones necesarias para poner en práctica las estrategias seleccionadas.

Las actividades que componen esta fase son:

- Desarrollo de un plan de acción para la implementación de la estrategia y la adopción de los sistemas productores.
- Establecimiento de un sistema demostrativo en la finca de un productor cooperante.
- Definición de las actividades, responsables y tiempo de implementación.
- Capacitación a los productores para la implementación del sistema y la adopción de buenas prácticas de aplicación.
- Establecimiento de un sistema de monitoreo para evaluar el funcionamiento de la estrategia.
- Realización de ajustes y mejoras adicionales si es el caso.

Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido para ejecutar este proyecto es de 24 meses.



Resultados esperados al concluir el proyecto

- Eficiencia del riego y del recurso hídrico.
- Mejora en los rendimientos de los frutales, mango, piña y limón.
- Mayor control y monitoreo del sistema de riego, lo que brinda mayor flexibilidad y capacidad de respuesta.
- Implementación de tecnologías pertinentes en la región.

Fuentes de financiamiento

- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt)
- Créditos y Programas de Desarrollo Rural
- FIRA (proyectos de innovación)
- Aportaciones de productores interesados
- Comisión Nacional del Agua
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Posibles instituciones participantes

- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)
- Universidad Autónoma Chapingo
- Colegio de Postgraduados
- Tecnológico Nacional de México
- Productores de frutales del Istmo de Tehuantepec

Indicadores de seguimiento y evaluación

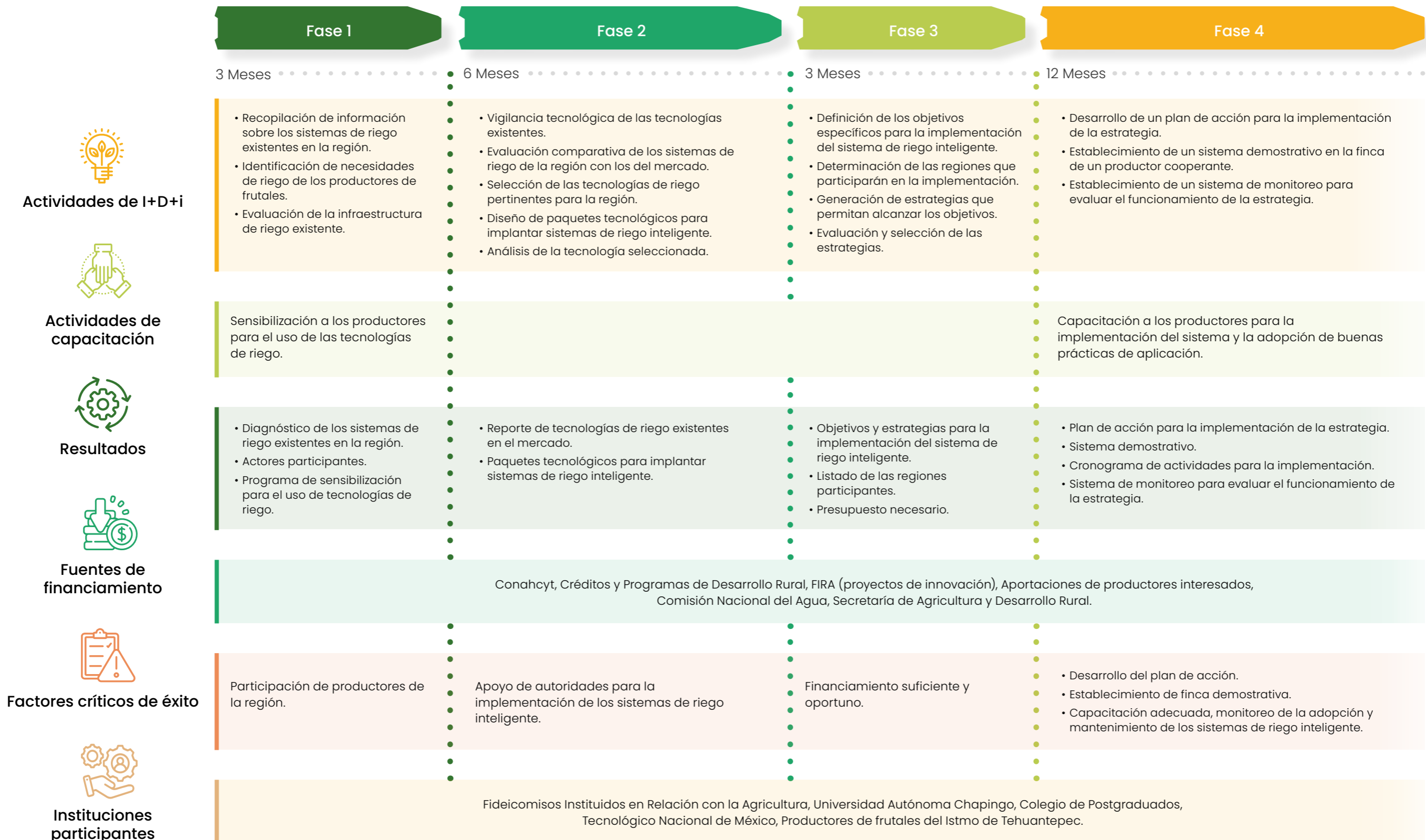
- Documentación de paquetes tecnológicos idóneos.
- Cantidad de agua ahorrada con la implementación del sistema de riego.
- Costos operativos y de mantenimiento del sistema de riego inteligente comparados con los costos del riego tradicional.
- Número de productores que adopten el sistema de riego inteligente.
- El grado de participación de los agricultores y campesinos.
- Encuestas de satisfacción a los agricultores y campesinos para medir el impacto del sistema de riego inteligente.

Factores críticos de éxito

- Participación de productores de la región.
- Financiamiento suficiente y oportuno.
- Establecimiento de finca demostrativa.
- Desarrollo del plan de acción.
- Apoyo de autoridades para la implementación de los sistemas de riego inteligente.
- Capacitación adecuada, monitoreo de la adopción y mantenimiento de los sistemas de riego inteligente.



Mapa de ruta





Referencias

- Banco Mundial [MB]. (s.f.). *Plan Estratégico Sectorial Agropecuario, Forestal y Pesquero*. https://www.finanzasoxaca.gob.mx/pdf/planes/est_sectoriales/OaxacaReportes-Agricola.pdf
- Benítez, I. y Camacho, R. (s.f.). Disponibilidad de agua para riego y sistema agrícola tradicional de tres comunidades del distrito de Zimatlán de Álvarez, Oaxaca.
- Castro, G., Martínez, A., Martínez, M. y García, J. (2011). *Aplicación de riego localizado para aumentar la retención de frutos de Vanilla planifolia en el Totonacapan, Veracruz, México*. *Agrociencia*, 45(3), 281-291.
- Domínguez, J. y Castillo, E. (2018). *Las organizaciones comunitarias del agua en el estado de Veracruz. Análisis a la luz de la experiencia latinoamericana*. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 33(2), 469-503. <https://doi.org/10.24201/edu.v33i2.1756>
- Muñoz, J., Calero, V. y Marín, I. (2013). Diseño e Implementación de un sistema de riego inteligente basado en sensores y módulos de radiofrecuencia para transmisión y sistema de control. https://www.researchgate.net/publication/258441493_Disenio_e_Implementacion_de_un_Sistema_de_Riego_Inteligente_basado_en_Sensores_y_Modulos_de_Radiofrecuencia_para_Transmision_y_Sistema_de_Control



7.12

Proyecto 12

Modelos de asociatividad para el mejoramiento de la competitividad de los frutales (mango, piña y limón)

Justificación del proyecto

La asociatividad para lograr la competitividad es una característica de la economía actual. La asociatividad es “un mecanismo de cooperación entre empresas pequeñas y medianas, en donde cada empresa participante, manteniendo su independencia jurídica y autonomía gerencial, decide voluntariamente participar en un esfuerzo conjunto con los otros participantes para la búsqueda de un objetivo común” (Arroya, 2006). La asociatividad es usual cuando se busca adoptar esquemas de compra consolidada de insumos, lograr economías de escala, optimizar la logística de comercialización, vender marcas colectivas, etc.

Por lo tanto, la asociatividad implica la cooperación entre las partes interesadas, cuyo fin es el fortalecimiento de factores internos y externos, para ser más competitivos. Esto porque, como menciona Alemán (2006), la colaboración puede utilizarse para abordar el desafío estratégico que permita adquirir habilidades más especializadas en un menor tiempo y, al mismo tiempo, conservar o mejorar la capacidad de adaptación de la organización frente a un mercado de constante cambio. También, la cooperación contribuye a mejorar la eficiencia económica y organizativa, permitiendo acceder en mayor medida a financiamientos a largo plazo.

En las mesas de diálogo en el marco de la elaboración de la agenda del ecosistema de innovación agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec, se identificó la necesidad de fomentar la asociatividad entre productores y empresas empacadoras de los frutales (mango, piña y limón) en la región, para generar una mejor organización de los productores, que les permita acceder a nuevos mercados y les facilite el acceso a insumos. Así también se mencionó lo siguiente:



- Deben generarse acuerdos entre los distintos actores de la cadena productiva para tener mecanismos de ganar-ganar, como compras consolidadas de insumos y venta consolidada de piña en mercados lucrativos.
- Se necesita trabajar en la generación de acuerdos que propicien la articulación de los diferentes eslabones para mejorar la competitividad.
- La relevancia de desarrollar y adoptar tecnologías más eficaces y sustentables, tanto para producción como para la logística en el manejo de productos frutales prioritarios para la región.

Es por ello que se busca implementar modelos asociativos para el mejoramiento de la competitividad de los frutales (mango, piña y limón) en la región del Istmo de Tehuantepec. Esto con el fin de que los productores junto con las empresas consolidadas sumen esfuerzos para generar sinergias, fortalecer los conocimientos técnicos y estimular la innovación colaborativa.

Objetivo general

Diseñar e implementar un modelo asociativo para el mejoramiento de la competitividad de los frutales (mango, piña y limón) en la región del Istmo de Tehuantepec.

Objetivos específicos

- Identificar modelos asociativos viables para los frutales (mango, piña y limón) que puedan implementarse en la región del Istmo de Tehuantepec.
- Diseñar un modelo efectivo de gobernanza para formalizar y aprovechar la asociatividad entre productores y empresas procesadoras.
- Adaptar el modelo asociativo a las necesidades de los tres cultivos frutales prioritarios de la región del Istmo de Tehuantepec.
- Identificar los impulsores para el desarrollo y éxito de la cooperación.
- Definir los elementos básicos del modelo asociativo y sus relaciones.
- Establecer un marco para la gestión apropiada para la agregación de intereses que permita lograr los objetivos propuestos.
- Identificar la plataforma de negociación que permita la estructuración del acuerdo de cooperación sobre la base de confianza y el ganar/ganar.

Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases:



Fase 1

(6 meses)

Identificación de la modalidad asociativa óptima

Esta primera fase consiste en un diagnóstico de productores y empresas consolidadas en los frutales (mango, piña y limón) en las regiones que comprende el programa Istmo.

Las actividades que componen esta primera fase son las siguientes:

- Diagnóstico de los productores y empresas consolidadas (empacadoras) para conocer las capacidades internas de cada una de las empresas participantes como: manejo de tecnologías, eficiencia productiva, logística, ventas, recursos humanos, etc.
- Detección de los impulsores de la cooperación para determinar los motivos que impulsan la cooperación entre las empresas.
- Estudio del estado del arte sobre los modelos asociativos existentes y con mayor aplicación práctica, para extraer lecciones aprendidas y buenas prácticas.
- Selección del modelo más apropiado y que mejor se adapta a las necesidades de la región.

Fase 2

(3 meses)

Selección y sensibilización de los productores y empresas de frutales (mango, piña y limón) que participarán en el modelo de asociatividad

Esta etapa se busca seleccionar a las empresas y productores que participarán en el modelo de asociatividad y sensibilizarlos sobre los beneficios de la asociatividad.

Las actividades que componen esta fase son las siguientes:

- Se establecen los criterios para seleccionar productores, empresas, comercializadores y otros actores que participarán en el modelo de asociatividad.
- Se identifican y seleccionan productores y empresas dispuestas a participar invirtiendo recursos propios para el logro del agrupamiento empresarial.
- Se establece contacto inicial a través de entrevistas y visitas a los productores y empresas seleccionados para explicar el modelo de asociatividad y evaluar su interés y disposición.
- Facilitación de talleres detallados sobre los beneficios de la asociatividad, destacando la mejora en la competitividad, el acceso a recursos compartidos y la sostenibilidad.
- Ejecución de reuniones para diseñar el modelo de trabajo, la base jurídica, la visión compartida de los beneficios de la asociatividad y los beneficios derivados.



- Elaboración acuerdos formales que establezcan los compromisos y responsabilidades de los participantes en el modelo de asociatividad.
- Negociación de los apoyos, compromisos y cronogramas de actividades a realizar.
- Discusión y establecimiento de acuerdos entre las empresas y productores sobre posibles proyectos a ejecutar identificando áreas específicas que requieran mejoras.

Fase 3

(3 meses)

Diseño del proyecto estratégico asociativo

Esta fase comprende el diseño de colaboración entre las empresas y productores que participan, en lo que respecta a la organización, objetivos y constitución jurídica.

Las actividades que componen esta fase son:

- Ejecución de reuniones para diseñar el modelo de trabajo, la base jurídica, la visión compartida de los beneficios de la asociatividad y los beneficios derivados.
- Elaboración acuerdos formales que establezcan los compromisos y responsabilidades de los participantes en el modelo de asociatividad.
- Discusión y establecimiento de acuerdos entre las empresas y productores sobre posibles proyectos a ejecutar, esto a través de la identificación áreas específicas que requieran mejoras (puntos críticos y oportunidades de mejora).
- Plan financiero que incluya determinación de montos requeridos para ejecutar los proyectos que se identificaron y la propia ejecución del modelo (gastos operativos).
- Búsqueda de fuentes de financiamiento para ejecutar los proyectos.
- Negociación de los apoyos, compromisos y cronogramas de actividades a realizar.

Fase 4

(12 meses)

Implementación y monitoreo

Esta fase consiste en llevar a cabo las acciones necesarias para la implementación del modelo de asociatividad.

Las actividades que componen esta fase son:

- Puesta en marcha del modelo asociativo.
- Monitorización y evaluación, para el seguimiento operativo de la red y mediante el uso de indicadores cualitativos y cuantitativos de gestión.



Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido para ejecutar este proyecto es de 24 meses.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Modelo de asociatividad operativo.
- Convenios formalizados.
- Transferencia de conocimientos que permitan a las empresas y productores ser más competitivos.
- Resolución de retos comunes entre los actores que les permita llegar a soluciones más efectivas.
- Mejora continua en las prácticas y el crecimiento de capacidades de los actores involucrados.

Fuentes de financiamiento

- Aportaciones privadas.
- Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura (FIRA)

Instituciones participantes

- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)
- Productores de frutales del Istmo de Tehuantepec
- Empresas emparadoras y procesadoras de mango, piña y limón
- Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec

Indicadores de seguimiento y evaluación

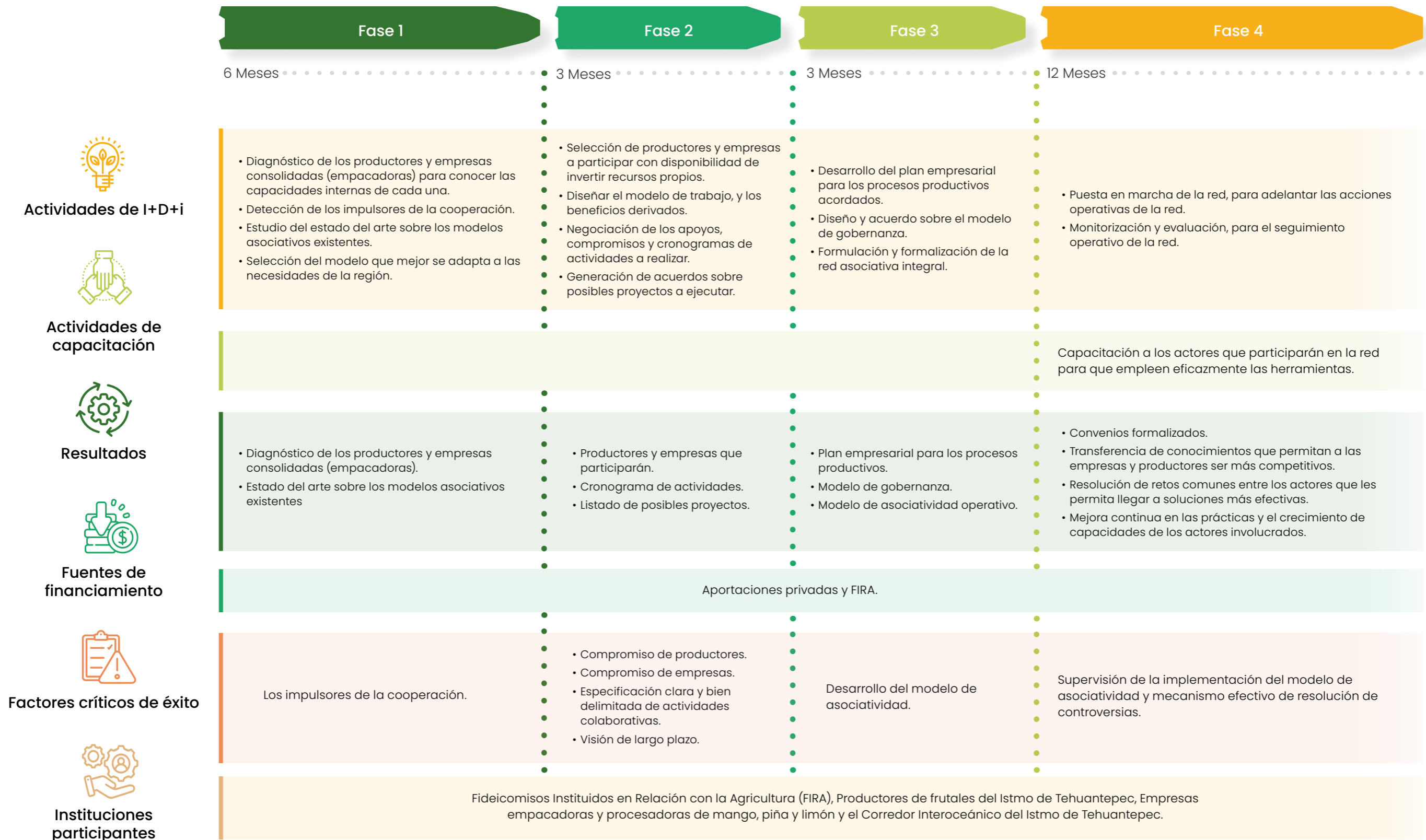
- Número de empresas y productores participantes en los modelos asociativos.
- Número de convenios debidamente formalizados.
- Documentación del esquema de gobernanza.
- El grado de satisfacción de los participantes.
- El número de proyectos cooperativos establecidos.
- La cantidad de actividades realizadas.



Factores críticos de éxito

- Compromiso de productores.
- Compromiso de empresas.
- Especificación clara y bien delimitada de actividades colaborativas.
- Visión de largo plazo.
- Desarrollo del modelo de asociatividad.
- Supervisión de la implementación del modelo de asociatividad y mecanismo efectivo de resolución de controversias.

Mapa de ruta





Referencias

- Alemán, F. (2006). Importancia de las MiPymes en las Aglomeraciones Empresariales. Una estrategia para el desarrollo regional en Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: : Investigación y Reflexión*, 14(1), 173-186. <https://www.redalyc.org/pdf/909/90900109.pdf>
- Arroya, A. (2006). Cooperación empresarial en Pymes. *Tec Empresarial*. 1(1), 44-48. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2881098.pdf>
- Barreto, T. y García, M. (2005). Modelo asociativo para el mejoramiento de la competitividad de la pequeña y mediana empresa del sector confección Cayapa. *Revista Venezolana de Economía Social*, 5(10), 99-113. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62201007>



7.13

Proyecto 13

Evaluación de tecnología y plan de inversión para la optimización productiva de la cooperativa “Procesadora de Productos Ecológicos S.C. de R.L.”

Justificación del proyecto

Con base en la información obtenida de las mesas de trabajo para la elaboración de esta agenda de innovación, se ha identificado como una necesidad puntual el promover la organización y la asociatividad entre productores, desde la cual se pueda incidir positivamente en: 1) Mejorar la capacidad productiva en el cultivo de ajonjolí, desde una extensión sustancial en la superficie cultivada para superar las actuales 4682 hectáreas de siembra de ajonjolí en la región del Istmo (SIAP, 2022), como en la implementación de tecnologías agronómicas (tractores, segadora – trilladoras), pasando por la extensión de la producción orgánica vía disminución relativa de costos de certificación; 2) El poder de negociación colectiva con actores de la industria y el gobierno para mejorar las relaciones comerciales y de transferencia tecnológica; y 3) El avance hacia el desarrollo de una agroindustria local de aceite de ajonjolí, el cual ha sido identificado como uno de los mejores productos cotizados en el mercado.

De acuerdo con Muñoz (2022), la acción colectiva de productores organizados supone un tipo de innovación social toda vez que se atienden las necesidades y problemas de carácter local ante la ineficiente respuesta del sector público y el mercado, como los altos niveles de pobreza en la región (Coneval, 2021) y los bajos niveles de rentabilidad identificados previamente. En consideración de Álvarez (2020), la promoción de formas cooperativas de organización entre los productores agrícolas fortalece los vínculos productivos, a la vez que coadyuva en la mejora del bienestar colectivo (reparto equitativo de ganancias y tareas, participación democrática en la toma de decisiones). Para ambos autores, la formación y representación de un interés colectivo, bajo la forma de producción cooperativa, puede tener impactos positivos sobre la asimilación de nuevas tecnologías y, en consecuencia, la detonación de innovaciones.

Ante esta situación, los participantes de las mesas de trabajo señalaron la importancia de fomentar la asociatividad entre productores mediante: a) la creación de una organización regional de productores; b) la implementación de una cribadora manejada por los propios productores, para incrementar el valor agregado del ajonjolí; y c) el desarrollo de una industria local de transformación para la producción de aceite de ajonjolí, como una vía de agregar valor a la producción primaria, en beneficio de los productores.

En este sentido, la cooperativa “Procesadora de Productos Ecológicos S.C. de R.L.” es un referente en la región del Istmo sobre el control comunitario de los procesos de transformación y comercialización de ajonjolí por medio de la marca “Ecotierra”. De acuerdo con Leónides (2015), la Procesadora fue formada en el 2000 por la Sociedad de Solidaridad Social (SSS) Comunidades Campesinas en Camino (CCC), la cual tiene presencia en tres distritos de Oaxaca (Juchitán, Tehuantepec y Yautepec)¹ y cuenta con al menos dos certificaciones en producción orgánica (Naturland en 1998 y Certimex en 2000). La Procesadora cuenta con una planta de 600m² de superficie (Ecotierra, s.f.), y una “capacidad instalada para procesar 1 500 litros diarios de ajonjolí y hacer limpieza a 600 toneladas de ajonjolí orgánico cada año” (Leónides, 2015: 189).

Sin embargo, la Procesadora se enfrenta a retos puntuales que limitan su expansión: 1) No se cuenta con una planeación estratégica; 2) No se dispone del financiamiento oportuno y suficiente para solventar los costos del cultivo y la venta de diferentes productos; 3) No se ha obtenido una diferenciación de precio a partir de sus certificaciones orgánicas actuales; 4) Se necesita asistencia técnica en términos de normas sanitarias y de inocuidad alimentarias específicas; 5) Falta de asesores técnicos para la supervisión y asesoría a la mayoría de predios de cultivo; 6) Falta de materiales y equipo

adecuados para la gestión logística del cultivo; 7) Deficiencias en los sistemas de control interno, administración y contabilidad; y 8) Deficiencias en la gestión documental con base en la cual estimar proyecciones de oferta (Leónides, 2015).

Con este antecedente, se propone el proyecto “Evaluación de tecnología y plan de inversión para la optimización productiva de la cooperativa “Procesadora de Productos Ecológicos, S.C. de R.L.”, compuesto en lo general de una serie de fases (selección de la tecnología para la producción de aceite de ajonjolí; identificación del material y equipamiento necesarios; estimación de la inversión y el capital de trabajo; identificación de nuevos mercados y capacitación en inteligencia de negocios) a partir de las cuales se espera mejorar el atractivo económico de la producción de ajonjolí e incidir positivamente en la reducción de los niveles de pobreza de los productores.



1 “Actualmente, en CCC contamos con ocho empresas sociales, 5 000 socios productores, 120 trabajadores permanentes y 60 temporales (socios o hijos de socios) de 50 comunidades, de 20 municipios de los distritos de Tehuantepec, Yautepec y Juchitán en Oaxaca” (Leónides, 2015: 184).



Objetivo general

Evaluar la factibilidad de la inversión para la optimización productiva de la cooperativa "Procesadora de Productos Ecológicos, S.C. de R.L."

Objetivos específicos

- Seleccionar la tecnología óptima y necesaria para la producción de aceite de ajonjolí a partir de la evaluación de los procesos y de la infraestructura actual de la Procesadora.
- Identificación de un paquete tecnológico para la optimización productiva de la Procesadora, e identificación de necesidades de materiales, equipamiento, y posibles instalaciones auxiliares.
- Estimación del mercado de aceite de ajonjolí, ubicando posibles puntos de distribución, precios y canales de comercialización.
- Estimación de la inversión fija y el capital de trabajo necesarios la optimización productiva de la Procesadora.
- Evaluar la factibilidad económica con base en el flujo de efectivo esperado.
- Identificar fuentes de financiamiento para la inversión, en caso de resultar factible.

Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases.

Fase 1

(4 meses)

Evaluación del estado actual de la Procesadora

La actividad que compone esta primera fase es:

- Evaluación de las siguientes condiciones actuales de la Procesadora mediante la elaboración de un diagnóstico: 1) Certificaciones orgánicas vigentes y condiciones actuales y necesarias para la obtención de certificaciones internacionales, a partir de las cuales expandir el mercado; 2) Procesos internos de trabajo; 3) Infraestructura y capacidad instalada; 4) Tecnologías implementadas en los departamentos de producción y administración; 5) Encadenamientos establecidos con diferentes actores de la agroindustria; 6) Nivel de producción; 7) Características de la demanda (tamaño de la demanda, mercado objetivo, tendencias de consumo); 8) Estrategia comercial adoptada y puntos de venta; y 9) Áreas de oportunidad para la apertura de nuevos mercados (nacionales e internacionales).



Fase 2

(12 meses)

Estudio de factibilidad para la optimización productiva de la Procesadora

Las actividades que componen esta fase son:

- Resultado del diagnóstico realizado en la fase 1 se seleccionará la tecnología óptima (actualizada) y necesaria para la producción de aceite de ajonjolí, de acuerdo con el tamaño de la producción regional.
- Identificación de equipo y posibles instalaciones auxiliares necesarias para el incremento de la producción, envasado, almacenamiento y distribución de aceite de ajonjolí.
- Estimación de la inversión fija (maquinaria, instalaciones, terreno y construcción) y el capital de trabajo (técnicos especialistas en el manejo de maquinaria y equipo, ingenieros y especialistas en informática, gestión y análisis de datos).
- Estimación de la inversión en materiales y equipo para la optimización de la gestión logística del cultivo (acopio de materia prima, así como transporte de la misma y de productos procesados).
- Estudio de mercado del aceite de ajonjolí, incluyendo demanda, competidores, precios y canales de comercialización.
- Evaluación económica con base en el flujo de efectivo esperado, calculando Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el tiempo de recuperación de la inversión.
- Diseño de la estrategia de financiamiento de la inversión.

Fase 3

(4 meses)

Capacitación y asistencia técnica empresarial

Las actividades que componen esta primera fase son:

- Diseño e implementación de cursos de capacitación en planeación estratégica.
- Vinculación y acompañamiento con empresas certificadoras internacionales, como la empresa alemana KIWA BCS y la estadounidense OCIA Internacional.
- Asistencia técnica en la implementación de normas sanitarias y de inocuidad alimentaria relativas al procesamiento de ajonjolí.
- Diseño e implementación de una plataforma informática de gestión empresarial que permita la gestión contable, administrativa y documental de la cooperativa.
- Aprovechar la asociatividad resultante de las jornadas para generar un grupo promotor del proyecto.



Fase 4

Capacitación en inteligencia de negocios

(4 meses)

Las actividades que componen esta fase son:

- Difusión de los beneficios de la inteligencia de negocios para la optimización en la toma de decisiones de la Procesadora.
- Capacitación (orientada a jóvenes) en el manejo de sistemas de gestión empresarial (ERP) y sistemas de gestión de relaciones con clientes (CRM), con el fin de: a) identificar áreas de mejora en procesos; b) implementar buenas prácticas de gestión de la información; y c) automatizar actividades relacionadas con la atención al cliente.
- Capacitación en el diseño web y de aplicación, mediante el uso de plataformas *Low-Code*², para la creación y mantenimiento de una tienda virtual.
- Mediante la implementación de becas a cargo del programa “Jóvenes construyendo el futuro” a cargo de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STyPS), extender a jóvenes estudiantes y recién egresados de las carreras de informática y afines de algunas instituciones de educación superior puestos de trabajo en la Procesadora para la gestión y análisis de datos, con el fin de identificar: a) tendencias de consumo; b) problemas de experiencia del cliente, vía captura de quejas y sugerencias en la tienda virtual, para mejorar los procesos de producción de aceite; c) identificar nuevas oportunidades de negocio; y d) optimizar los costos de producción.

Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo estimado para ejecutar este proyecto es de 24 meses.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Derivado de la elaboración del diagnóstico se espera identificar: 1) Áreas de mejora en los procesos internos de trabajo, infraestructura y capacidad instalada; 2) Áreas de oportunidad para el diseño de una estrategia comercial y de marketing orientada a la satisfacción de los mercados actuales y la apertura de nuevos mercados; y 3) Nuevos actores de la agroindustria con quienes establecer los encadenamientos pertinentes.
- Optimización productiva de la Procesadora.
- Estudio de factibilidad debidamente documentado.
- Reporte de selección de tecnología y equipo para la Procesadora.
- Documento sobre la estrategia de financiamiento.
- Certificación orgánica con empresas internacionales.
- Implementación de prácticas de inteligencia de negocios.

2 Las plataformas de Low-Code sirven para diseñar aplicaciones teniendo conocimientos de código de programación muy básicos o, incluso, nulos (Mancholas, 2023).



Fuentes de financiamiento

- Gobierno del Estado de Oaxaca
- Secretaría de Fomento Agroalimentario y Desarrollo Rural (SEFADER)
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)

Instituciones participantes

- Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec
- Gobierno del Estado de Oaxaca
- Productores de ajonjolí organizados para establecer una sociedad cooperativa

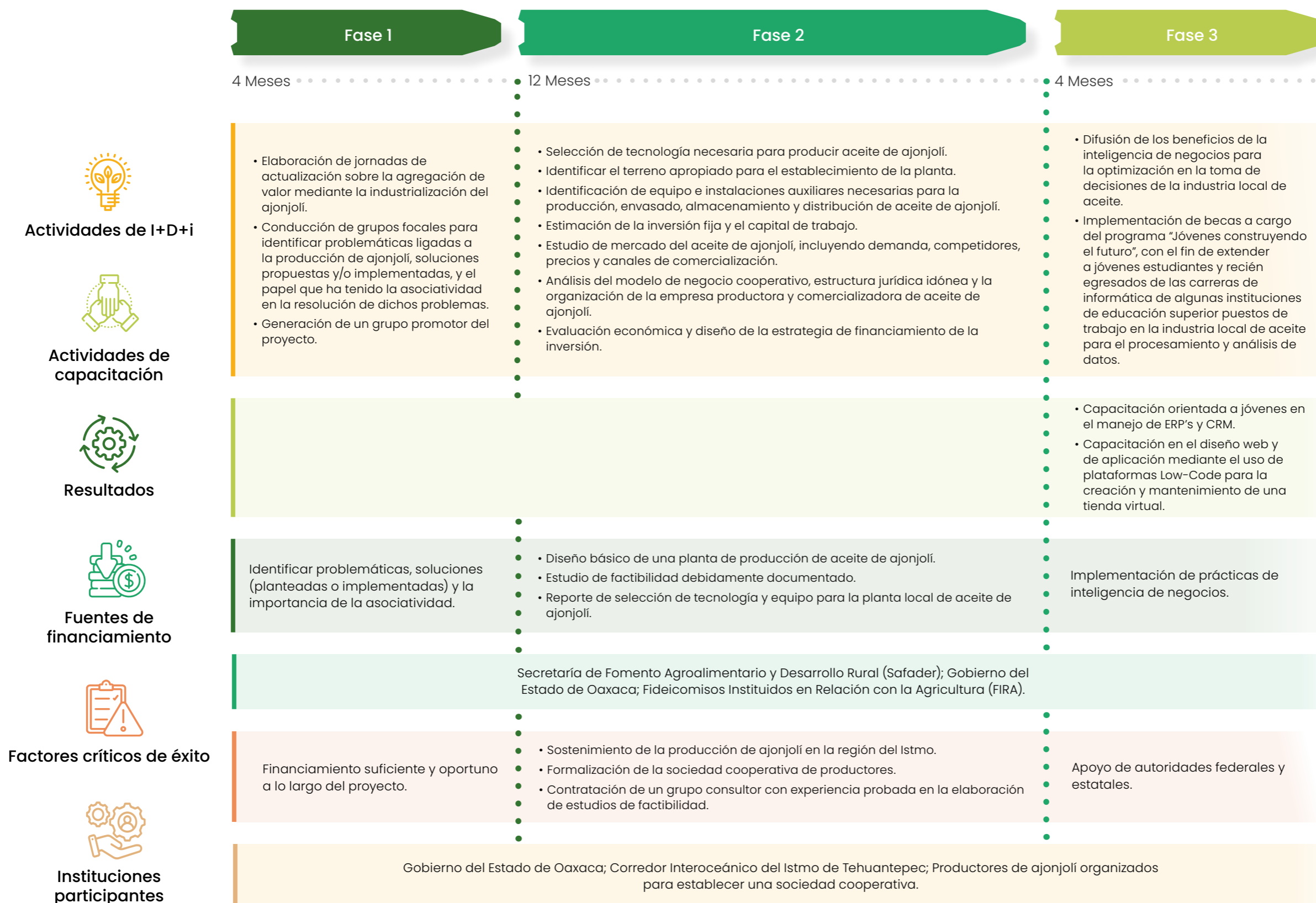
Indicadores de seguimiento y evaluación

- Elaboración del diagnóstico de acuerdo al tiempo estimado en la fase 1.
- Porcentaje de avance en la elaboración del estudio de factibilidad de acuerdo con el tiempo estimado en la fase 2.
- Porcentaje de avance en la elaboración del reporte sobre la estrategia de financiamiento de acuerdo con el tiempo estimado en la fase 2.
- Elaboración del proyecto formulado para presentarse ante instituciones financieras.
- Capacitación en el manejo de ERP's y CRM's a al menos 20 socios de acuerdo al tiempo estimado en la fase 4.
- Capacitación en diseño web y de aplicaciones a al menos 20 socios de acuerdo al tiempo estimado en la fase 4.

Factores críticos de éxito

- Optimización productiva de la Procesadora.
- Financiamiento suficiente y oportuno a lo largo del proyecto.
- Contratación de un grupo consultor con experiencia probada en la elaboración de diagnósticos y estudios de factibilidad.
- Apoyo de las autoridades federales y estatales.

Mapa de ruta





7.14

Proyecto 14

Desarrollo de una planta piloto para el mejoramiento de la infraestructura utilizada para la producción de totopos

Justificación del proyecto

El producto más destacado y elaborado con la variedad de maíz zapalote chico es el totopo istmeño. Se trata de una tortilla deshidratada y crujiente que se hornea en el comixcal, un horno tradicional de la región. La singularidad de este totopo radica en su textura suave, la cual es conferida por el endospermo semiharinoso del maíz zapalote chico. Esta suavidad es altamente reconocible y apreciada por los consumidores locales, quienes muestran una preferencia marcada por estos totopos en lugar de aquellos elaborados con maíz de otras regiones, que son ofrecidos por algunos comercios locales (Cabrera, 2019).

La elaboración y comercialización de totopos es una fuente de generación de ingresos monetarios para la manutención de las familias en Istmo de Tehuantepec. De hecho, una de las razones por las cuales se sigue sembrando el maíz zapalote chico se debe a que este recurso fitogenético es la base para elaborar totopos y memelas (Vázquez, *et al.*, 2020).

La transformación de maíz zapalote en totopo recae, de modo primordial, en las mujeres, quienes desempeñan un papel importante en la actividad comercial y que contribuye significativamente en el ingreso de la familia (Regalado, *et al.*, 2005). A diferencia de las tortillas convencionales, que se cuecen en un comal colocado sobre un fogón, la elaboración de totopos implica su cocción y dorado en una olla comixcal. Esta olla aprovecha el calor generado por las brasas dispuestas en el fondo del recipiente (Vázquez, *et al.*, 2020). Es importante destacar que para el funcionamiento de estos comixcales, las mujeres suelen utilizar el árbol del mezquite como fuente de combustible. Lamentablemente, la sobreexplotación de este



recurso ha llevado a que el mezquite sea cada vez más escaso en la región (The Hunger Project México, s.f.), por lo que se requieren técnicas más eficientes que permitan mantener la producción, sin comprometer este recurso.

Para la elaboración de totopos, las mujeres deben meter las manos al interior de la olla para colocar la tortilla de masa en las paredes. Su jornada laboral es muy extensa, entre 10 y 12 horas, dependiendo del tiempo de comercialización. De este modo, las condiciones en las que se producen los totopos hacen que las mujeres estén expuestas de forma prolongada al calor y al humo y, por tanto, hay una predisposición a presentar diversas enfermedades, principalmente de tipo respiratorio (Vázquez, *et al.*, 2020).

Los malestares asociados con el oficio de totopera son una preocupación importante debido a las condiciones laborales, a menudo difíciles y poco saludables, que enfrentan los trabajadores en este campo. Estos malestares están asociados con el uso de leña y la consecuente generación de humo, las altas temperaturas del horno y la inadecuada posición del cuerpo para trabajar, factores que se manifiestan en irritaciones oculares, problemas respiratorios, dolores de cabeza y espalda, y enfermedades reumáticas. Adicionalmente, su contacto con el calor las expone continuamente a que, involuntariamente, se ocasionen quemaduras en las manos.

Otra de las situaciones que se observa comúnmente en las unidades de producción de totopos es la falta de orden y limpieza. Además, es importante destacar que muchas de las mujeres que se dedican a esta actividad enfrentan condiciones de pobreza. Entre ellas, algunas son madres solteras y sostén de sus familias, mientras que otras complementan sus ingresos familiares a través de la elaboración de bordados para trajes regionales (The Hunger Project México, s.f.).

En general, el trabajo de las totoperas es poco valorado como una fuente de autoempleo y como estrategia de resistencia y sobrevivencia; no se reconoce su contribución a la economía familiar ni a la economía local, dejándolo

como un sector abandonado y muy vulnerable, sostenido únicamente por los recursos y medios puestos por las propias mujeres (The Hunger Project México, s.f.).

Dentro de este contexto, resulta esencial abordar las cuestiones de salud ocupacional y emprender acciones concretas para mejorar las condiciones laborales de las mujeres dedicadas a la elaboración de totopos. Estas acciones incluyen la promoción de la adecuada ventilación en los hornos, la capacitación de las mujeres en prácticas laborales seguras y ergonómicas, y la mejora de la infraestructura de producción, todo ello sin menoscabar el proceso artesanal, ni las cualidades distintivas de los totopos. Por tanto, es necesario impulsar estrategias integrales que combinen el impulso de ecotecnologías con capacitaciones en materia de salud y desarrollo económico, que ayuden a disminuir la exposición al humo de leña y promuevan mejores condiciones de salud y comercialización de los totopos. El impulso de ecotecnologías incluye mejorar la infraestructura utilizada para la producción de totopos sin que se pierda el toque artesanal.

En este contexto, en el marco de las mesas de consulta para la elaboración de esta agenda de innovación, se recomendó que se desarrollara prioritariamente una innovación que mejore las condiciones de trabajo, la eficiencia y la rentabilidad de la producción de totopos en la región.



Objetivo general

Diseñar y construir una instalación piloto para la producción de totopos que contribuya a mejorar la seguridad y condiciones de trabajo de las mujeres que operan hornos de comixcal para elaborarlos, reduciendo la exposición al calor y al humo de manera continua, a través de la implementación de tecnologías y prácticas más seguras y eficientes.

Objetivos específicos

- Diseñar una instalación prototipo para la producción de totopos que ofrezca condiciones ergonómicas para las microempresarias dedicadas a esa actividad, así como alta eficiencia que contribuya a su rentabilidad.
- Realizar pruebas de eficiencia energética, de seguridad y operabilidad al prototipo para asegurar su funcionalidad y cumplimiento de especificaciones.
- Proporcionar capacitación en prácticas seguras y ergonómicas para la elaboración de totopos a un grupo piloto de microempresarias de la región del Istmo.
- Identificar el uso de ecotecnologías adecuadas que puedan implementarse para la producción de totopos. Esto puede incluir la implementación de tecnologías más eficientes en términos de energía, captura de humo, hornos con aislamiento mejorado y la introducción de alternativas al uso de leña de mezquite.
- Desarrollar y promover mejoras en la infraestructura de las microempresas existentes, incluyendo la adopción de la instalación prototipo, que permitan una producción más segura y eficiente sin comprometer el proceso artesanal de elaboración de totopos.
- Establecer alianzas con organizaciones locales, instituciones gubernamentales y otros actores relevantes para obtener apoyo técnico y financiero, así como para fortalecer la implementación de las medidas propuestas.

Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases:

Fase 1

(3 meses)

Diagnóstico de la situación actual, capacitación y concientización

Esta primera fase se centrará en comprender la situación actual y preparar a las mujeres para el cambio.

Las actividades que componen esta primera fase son:



- Evaluación detallada de las condiciones actuales de trabajo de las mujeres que operan los hornos de comixcal para hacer totopos para identificar área de mejora en la infraestructura.
- Impartir capacitación a las mujeres dedicadas a la producción de totopos acerca de los riesgos vinculados a la exposición al calor y al humo generado por los hornos de comixcal.
- Fomentar la concienciación sobre la importancia de la seguridad en el lugar de trabajo y la protección de la salud.

Fase 2

(6 meses)

Desarrollo de tecnologías seguras y diseño de la instalación prototipo

Esta fase incluye la investigación y desarrollo de tecnologías más seguras para la producción de hornos de comixcal. Las actividades que se incluyen en esta fase son:

- Investigar tecnologías más seguras y eficientes que se puedan integrar para mejorar los hornos de comixcal de manera que se reduzca la exposición al calor y al humo.
- Desarrollo de prototipo de horno de comixcal mejorado, basado en las tecnologías identificadas.
- Pruebas del prototipo para evaluar su rendimiento y su capacidad para reducir la exposición al calor y al humo.

Fase 3

(12 meses)

Construcción y pruebas a la instalación prototipo

Una vez diseñada la instalación prototipo, se procederá a su implementación y monitoreo. Las actividades que componen esta fase son:

- Construir una instalación piloto y ponerla en operación en una microempresa seleccionada.
- Realizar pruebas de eficiencia, seguridad y operación ergonómica de la instalación piloto.
- Elaborar un reporte de las pruebas.
- Documentar el paquete tecnológico asociado a la instalación prototipo como elemento para su transferencia a alguna empresa fabricante de equipo que pueda comercializar estas plantas innovadoras a precios accesibles para las empresarias.
- Capacitar a las mujeres en el uso adecuado del prototipo de horno comixcal.
- Establecer un sistema de monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las mejoras implementadas.
- Realizar ajustes y mejoras adicionales, según sea necesario, para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable.



Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido para ejecutar este proyecto es de 21 meses.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Reducción de riesgos laborales.
- Mejora de las condiciones de trabajo con una reducción en la exposición al calor y al humo.
- Implementación de tecnologías seguras en los hornos de comixcal utilizados para la producción de totopos.
- Capacitación y concienciación sobre el uso del horno comixcal.

Fuentes de financiamiento

- Gobierno local
- Banco Mundial (BM)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
- Inversionistas privados

Posibles instituciones participantes

- Universidad Autónoma Chapingo
- Instituto Tecnológico de Comitancillo
- Colegio de Postgraduados
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap)
- Tecnológico Nacional de México
- Empresas con capacidad de diseño y fabricación de equipo agroindustrial

Indicadores de seguimiento y evaluación

- Especificaciones de la instalación prototipo.
- Planos de diseño e ingeniería de detalle.
- Fecha de finalización del prototipo.



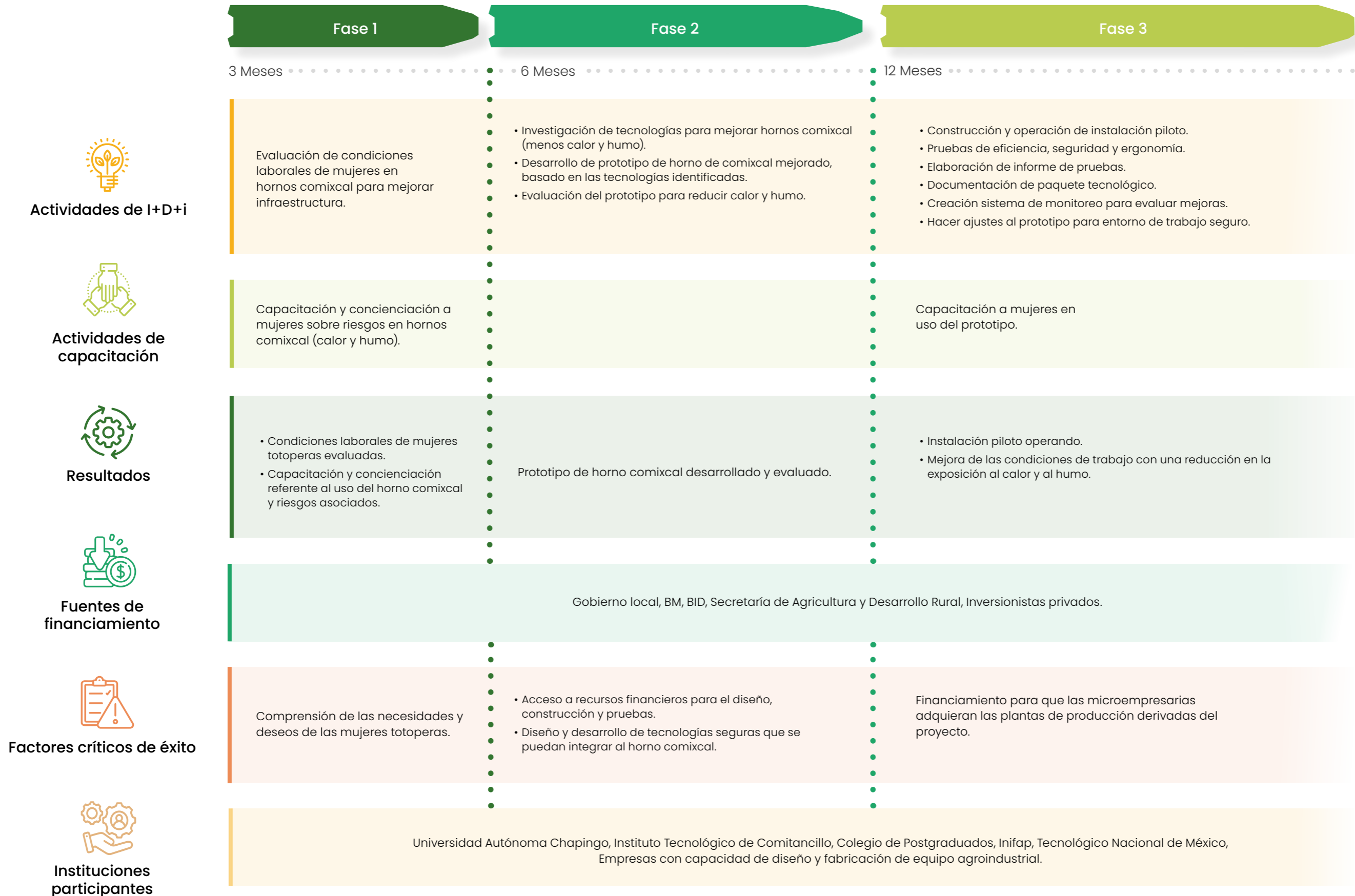
- Resultados de las pruebas del prototipo, incluyendo datos sobre la reducción de la exposición al calor y al humo, y calidad de los totopos.

Factores críticos de éxito

- Comprensión de las necesidades y deseos de las mujeres totoperas.
- Involucramiento de las microempresarias totoperas.
- Acceso a recursos financieros para el diseño, construcción y pruebas.
- Diseño y desarrollo de tecnologías seguras que se puedan integrar al horno comixcal.
- Financiamiento para que las microempresarias adquieran las plantas de producción derivadas del proyecto.



Mapa de ruta





Referencias

Cabrera, M. (2019). *Fertilización para el maíz de la raza zapalote chico* [Posgrado]. Colegio de Posgraduados.

Regalado, J., Niño V., E. y Sánchez, M. (2005). *La participación de la población indígena zapoteca del Istmo de Tehuantepec en el proceso de producción y transformación del maíz zapalote chico en totopo*. https://www.aepro.com/files/congresos/2005malaga/ciip05_0675_0688.142.pdf

The Hunger Project México. (s.f.). *Las mujeres totoperas del Istmo de Tehuantepec*. <https://thp.org.mx/las-mujeres-totoperas-del-istmo-de-tehuantepec/>

Vázquez, V., Martínez, S. N., Pérez, M. A., Ruedad, J. C. y López, J. C. (2020). De zapalote chico, chahuiteros y totoperas. Género, etnia y maíz en el istmo de Tehuantepec, México. *LEISA Revista de Agroecología*, 36(1), 10–20.



7.15

Proyecto 15

Generación de redes de colaboración para el manejo integral sustentable del cultivo en los frutales (mango, piña y limón)

Justificación del proyecto

Uno de los grandes retos que enfrenta la agricultura es el manejo de plagas y enfermedades que afectan de manera considerable los cultivos, llegando a ocasionar pérdidas totales. Los productos químicos se han convertido en una alternativa inmediata para combatir las enfermedades o eliminar las plagas. Pero el uso de estos agroquímicos no es siempre la opción más viable, ya que presenta riesgos de toxicidad, que no sólo afecta a la salud de los productores que realizan la fumigación, sino también a los consumidores (Morishima y Kita, 2010). Además, como menciona González (2008), el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes dificulta la aceptación en el mercado internacional de los productos, debido a las normas de comercio, que incluyen la prohibición, por ejemplo, del uso de bromuro de metilo (fumigante que fue el más utilizado para el control de plagas de la piña). También, el uso constante de fertilizantes y agroquímicos, ha generado aumentos en los costos de producción.

Otro aspecto preocupante es que la etapa de fertilización tiene el mayor impacto ambiental porque estos productos químicos agrícolas, no sólo eliminan las plagas y enfermedades para los cuales se aplican, sino que también afectan a todas las especies que habitan en el suelo y pueden provocar erosiones significativas en los suelos (Crivelli, 2017). Por ello, se requiere optar por alternativas más sustentables, económicas y amigables con el medio ambiente.

En las mesas de diálogo en el marco de la elaboración de la agenda del ecosistema de innovación agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec, se identificó a la mosca de la fruta como la plaga que ocasiona pérdidas directas en la producción del cultivo de mango. El dragón amarillo o Huanglongbing (HLB) es la



principal enfermedad que afecta a los cultivos de limón persa, y los nematodos los que dañan el cultivo de piña.

En las mesas también se discutió sobre la necesidad de presentar a los productores prácticas que promuevan el uso de fertilizantes orgánicos, biofertilizantes y biopolímeros naturales que faciliten el crecimiento de microorganismos beneficiosos para combatir las plagas de una forma más efectiva y sostenible en los sistemas agrícolas. Esto porque, como menciona Zepeda (2018), la falta de información y desconfianza han impedido la adopción de otras alternativas más amigables con el medio ambiente.

Es importante reconocer que existen capacidades y experiencia en diversas instituciones para ofrecer soluciones efectivas en materia de manejo integrado de cultivos. Esto debe ser aprovechado para impulsar la adopción de innovaciones.

En estas circunstancias, surge la necesidad de generar redes de colaboración para el manejo integral de plagas y enfermedades en los frutales de la región. Entendiéndose al manejo integral de plagas como “un proceso dinámico que emplea un enfoque basado en sistemas ecológicos y alienta a los usuarios o productores a tomar en cuenta y utilizar toda la gama de las mejores opciones disponibles en materia de control de plagas, incluyendo consideraciones económicas, ambientales y sociales” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2023). Esta combinación de estrategias y prácticas promoverá el desarrollo sostenible de los frutales en la región.

Objetivo general

Integrar una red de los principales actores que promueven el desarrollo y uso de sistemas de manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos frutales, así como de fertilizantes orgánicos, biofertilizantes, biopolímeros naturales y agrobiológicos útiles para sistemas agrícolas más sostenibles y rentables.

Objetivos específicos

- Diseñar paquetes tecnológicos para el manejo integrado de plagas y enfermedades en los frutales más relevantes de la región del Istmo de Tehuantepec.
- Identificar alternativas sustentables y los actores principales para el desarrollo y difusión de tecnologías para el manejo integrado de plagas y enfermedades en la región.
- Diseñar y formalizar una red de colaboración tecnológica donde se identifique a los actores principales que promueven el desarrollo y uso de fertilizantes orgánicos, biofertilizantes y agrobiológicos.
- Disminuir la cantidad de productos químicos que se emplean para combatir las plagas y enfermedades y sustituirlos, al menos parcialmente, por bioinsumos eficaces y económicos.



- Establecer un programa de capacitación para los productores en el manejo integral de plagas y enfermedades de los frutales (mango, piña y limón).
- Definir los mecanismos de acercamiento de la red colaborativa con los productores de la región.
- Realizar la transferencia de tecnología y extensión a los productores.

Descripción y actividades por cada fase

El proyecto deberá realizarse de acuerdo con las siguientes fases:

Fase 1

(3 meses)

Diagnóstico de las necesidades de manejo integrado de plagas y enfermedades en la región

Esta primera fase consiste en identificar las plagas y enfermedades que atacan los frutales (mango, piña y limón) en las regiones que comprende el programa Istmo.

Las actividades que componen esta primera fase son las siguientes:

- Realización de visitas a campo y entrevistas para realizar una inspección de las plantas y el entorno, en busca de plagas o enfermedades.
- Registro detallado de la información recopilada en las visitas a campo.
- Identificación de las alternativas sostenibles que permitan resolver las necesidades descritas.
- Identificación de instituciones académicas, centros de investigación y empresas con capacidades y experiencia para ofrecer tecnologías y soluciones en la materia.

Fase 2

(3 meses)

Diseño de un esquema y la gobernanza de una red de colaboración tecnológica que promueva la integración de los principales actores

En esta fase se busca desarrollar un esquema de red que permita la integración de los principales actores que promueven el uso de fertilizantes orgánicos, biofertilizantes y biopolímeros naturales en los frutales (mango, piña y limón) para la transmisión de esta tecnología a los productores.

Las actividades que componen esta fase son las siguientes:

- Identificación de los principales actores que promueven el manejo integrado de plagas y enfermedades, así como los agrobiológicos en los frutales (mango, piña y limón).
- Clasificación de los actores de acuerdo con su experiencia, oferta de conocimientos y rol en la red.



- Identificación de las limitaciones y restricciones que pueden afectar la integración de la red.
- Diseño de la estructura organizativa de la red, asignando responsabilidades y relaciones entre los actores.
- Establecimiento de normas y procedimientos que regirán la colaboración y comunicación entre los actores, así como la toma de decisiones y resolución de conflictos.
- Identificación de herramientas tecnológicas que facilitarán la comunicación entre los actores.
- Definición de modelo de trabajo cooperativo, esquemas de difusión tecnológica y presupuestos de operación de la red.

Fase 3

(12 meses)

Puesta en marcha del plan y capacitación a los actores

Esta fase consiste en llevar a cabo las acciones necesarias para la implementación de la red colaborativa y la capacitación a los actores involucrados.

Las actividades que componen esta fase son:

- Capacitación a los actores que participarán en la red para que empleen eficazmente las herramientas y normas establecidas.
- Lanzamiento de la red involucrando a los actores.
- Establecimiento de sistemas de seguimiento y evaluación para medir el progreso de la red.
- Realización de revisiones periódicas para identificar áreas de mejora.

Tiempo estimado para ejecutar el proyecto

El tiempo requerido para ejecutar este proyecto es de 18 meses.

Resultados esperados al concluir el proyecto

- Una red temática en materia de manejo integral de cultivos frutales.
- Transferencia de conocimientos que permitan a los productores desarrollar alternativas sostenibles para el manejo de plagas y enfermedades de los frutales.
- Oferta de soluciones más efectivas a los problemas de plagas, enfermedades y fertilización.
- Mejora continua en las prácticas agrícolas de los productores.
- Consolidación de las capacidades de los actores involucrados.



- Esquemas de transferencia y difusión de tecnologías de manejo integral de cultivos.

Fuentes de financiamiento

- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt)
- Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura (FIRA)
- Aportaciones privadas
- Pagos por servicios tecnológicos ofrecidos por las instituciones integrantes de la red

Instituciones participantes

- Universidad Autónoma Chapingo
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap)
- Colegio de Postgraduados
- Tecnológico Nacional de México
- Biotic Products Development Centre (CEPROBI)
- Instituto Politécnico Nacional
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Indicadores de seguimiento y evaluación

- Red de colaboración tecnológica formalizada.
- Documentación de modelo de gobernanza y operación de la red.
- El grado de participación de las empresas y productores.
- Número de servicios de asistencia técnica y capacitación.
- Número de productores atendidos.
- El grado de satisfacción de los participantes con la implementación de la red.

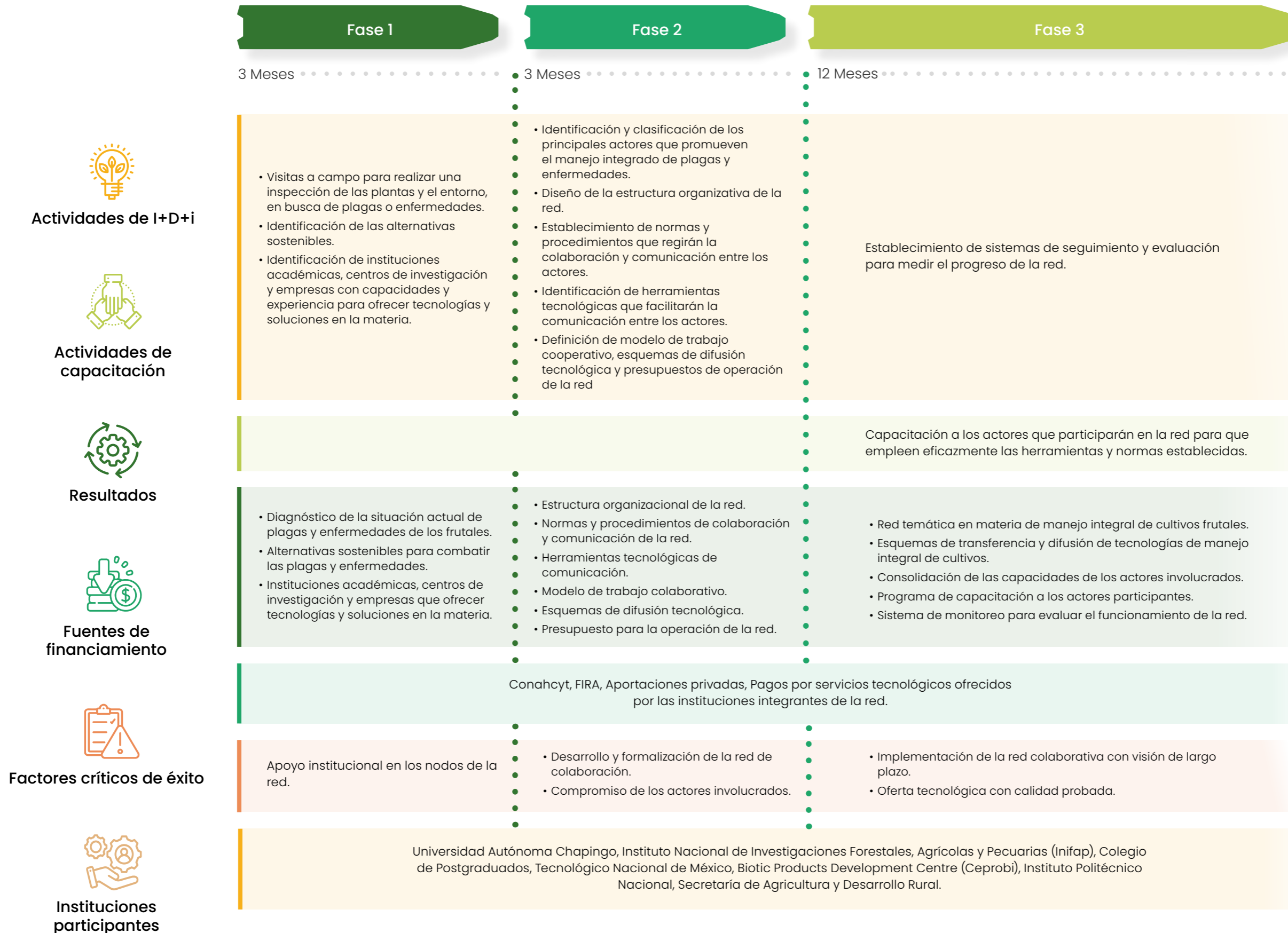


Factores críticos de éxito

- Desarrollo y formalización de la red de colaboración.
- Oferta tecnológica con calidad probada.
- Apoyo institucional en los nodos de la red.
- Implementación de la red colaborativa con visión de largo plazo.
- Compromiso de los actores involucrados.



Mapa de ruta





Referencias

- Crivelli, C. (2017). *Análisis del Ciclo de Vida de dos sistemas de manejo para la producción de piña en México*. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/112143>
- González, V. (2008). *La problemática de la producción y la comercialización de piña, en la Cuenca del Papaloapan Veracruz. Un análisis del papel de la organización de los productores en la crisis estructural del sector (1998-2005)* [Tesis licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional. <http://132.248.9.195/ptd2008/noviembre/0636722/Index.html>
- Morishima, K., y Kita, H. (2010). *Proyecto para el mejoramiento del consumo y la disponibilidad de alimentos en comunidades de la provincia de Veraguas*. https://www.jica.go.jp/Resource/project/spanish/panama/2515031E0/data/pdf/1-57_01.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2023). *Manejo integrado de plagas y plaguicidas*. <https://www.fao.org/pest-andpesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/>
- Zepeda, I. (2018). *Manejo sustentable de plagas agrícolas en México*. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 15(1), 99-108. <https://doi.org/10.22231/asyd.v15i1.752>

Condiciones marco para el funcionamiento de la política de innovación

Capítulo 8





Diversos participantes en las consultas realizadas se refirieron a elementos del contexto del sector agroalimentario en la región del Istmo de Tehuantepec como indispensables para que los esfuerzos innovadores fructifiquen. Esos elementos se conocen como condiciones marco, las cuales se refieren a los elementos estructurales que generan el ambiente en el que operan empresas, organizaciones e industrias. Estas condiciones suelen ser generadas por gobiernos, organismos reguladores y agrupaciones del sector privado para generar un entorno propicio para que la producción, las relaciones comerciales y la distribución de beneficios de las actividades económicas ocurran de manera competitiva y segura.

A continuación, se mencionan las principales condiciones marco para crear ese entorno propicio para la innovación agroalimentaria en la región del Istmo de Tehuantepec.

- **Coordinación institucional.** La primera condición importante para una adecuada política de innovación es la coordinación institucional entre todas las entidades y dependencias, tanto públicas como privadas, para unificar criterios, generar consensos y sumar esfuerzos en torno de una estrategia que defina prioridades, objetivos y metas para la innovación en el sector.
- **Marco normativo.** Se requieren regulaciones y normas claras en materia de inocuidad, calidad y rastreabilidad de materias primas, procesos y productos. Es importante señalar que no basta contar con instrumentos jurídicos, pues debe haber la organización y procedimientos necesarios para su aplicación efectiva, como lo han indicado diversos actores del ecosistema consultados en el marco de este estudio.
- **Acceso a financiamiento.** Contar con fuentes asequibles y confiables de financiamiento es una condición indispensable para viabilizar las inversiones de productores, empresas agroindustriales y distribuidoras.
- **Infraestructura.** Una infraestructura adecuada es esencial para poder transportar, almacenar los productos y mantener sus características de calidad, así como para mantener la comunicación a lo largo de la cadena de valor. Para ello, se requieren caminos en condiciones óptimas, plantas de transformación o agregación de valor, cadena de frío, terminales logísticas multimodales, almacenes y conectividad de alta velocidad. Todo es indispensable para el movimiento de materiales y mercancías, la reducción de pérdidas poscosecha y el aseguramiento de la disponibilidad de los productos en sus mercados destino. Sin duda, este es uno de los aspectos críticos en

los que se debe trabajar en la región para que su producción agroalimentaria sea competitiva.

- **Seguridad pública.** Ante la creciente preocupación por situaciones que surgen debido a la inseguridad y la irrupción de grupos delictivos, diversas personas consultadas manifiestan la urgente necesidad de que se refuercen acciones para mejorar este rubro. Las acciones de política y legislación son importantes (Magis, s.f.), pero también poner en marcha prácticas innovadoras apoyadas en una mejor planeación de las estrategias la disposición de tecnología, que incorpore el uso de equipos avanzados, sistemas de prevención y de vigilancia eficaz en los caminos, ciencia de datos, inteligencia artificial y ciberseguridad.
- **Acceso a mercados.** Crear las condiciones para facilitar el acceso a mercados nacionales y extranjeros es crucial para el desarrollo del sector agroalimentario. El Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT) es un instrumento de política pública justamente para facilitar el comercio, pero es muy importante recordar que no basta la infraestructura, pues deben desarrollarse procedimientos expeditos y confiables para asistir a productores y empresas en la comercialización.
- **Personal calificado.** El dominio de las nuevas tecnologías para el sector agroalimentario requiere competencias en temas emergentes. Por ello, la formación de recursos humanos, así como los programas de educación continua y capacitación son esenciales. La inversión en esta área es la base para detonar un sector agroalimentario innovador en la región.
- **Servicios de extensión.** Actualmente, se reconoce que los servicios de extensión agrícola deben hacer más que sólo proveer asistencia técnica para la producción agrícola (Solleiro y Castañón, 2017). Por ello, la extensión agrícola, debe enfocarse a proveer un vínculo multidimensional para facilitar la comunicación y colaboración

entre los productores agrícolas y otros actores, como las instituciones de investigación. Hellin (2012) lo resume elocuentemente, indicando que los agentes de extensión necesitan actuar tanto como asesores técnicos, como facilitadores o intermediarios de redes.

- **Aseguramiento de calidad y procesos de certificación.** El acceso a mercados especializados requiere mecanismos confiables que garanticen la calidad de los productos, por lo que se debe realizar un esfuerzo mayúsculo para que los productores y empresas agroalimentarias cuenten con un entorno que apoye los procesos de certificación y que, paralelamente, garantice el cumplimiento de las regulaciones asociadas a la calidad.
- **Políticas para la cobertura de riesgos.** Los programas para ofrecer seguros ante condiciones climáticas extremas y catástrofes son fundamentales para mitigar los riesgos para la actividad agrícola, los cuales se han acentuado con el cambio climático.

Referencias

Hellin, J. (2012). Agricultural extension, collective action and innovation systems: Lessons on network brokering from Peru and Mexico. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(2), 141–159. <http://doi.org/10.1080/1389224X.2012.655967>

Magis. (s.f.). #Propuestamx: diez ideas para mejorar la seguridad pública en el país. Consultada el 30 de octubre de 2023, de https://magis.iteso.mx/blog_redaccion/propuestamx-diez-ideas-para-mejorar-la-seguridad-publica-en-el-pais/

Solleiro, J. L. y Castañón, R. (Coords.) (2017). *Extensionismo territorial en un entorno de innovación y buenas prácticas*. IICA.



Conclusiones

El maíz desempeña un papel fundamental en el Istmo de Tehuantepec, donde se pueden distinguir dos macroambientes de producción claramente definidos: el Istmo seco, que se caracteriza por el cultivo de maíz zapalote chico, principalmente destinado a la producción de totopos; y el Istmo húmedo, que presenta un claro potencial para la producción de maíz híbrido a gran escala.

En ambos casos, aunque a diferentes niveles, existe potencial para aumentar la productividad y cubrir una demanda insatisfecha. Sin embargo, hay varios desafíos a enfrentar: bajos rendimientos, problemas de acceso al agua, eventos climáticos adversos y la falta de capacitación, así como otras problemáticas específicas de cada macroambiente.

En este contexto, la innovación y la colaboración juegan un papel fundamental para enfrentar tales desafíos y aprovechar las oportunidades de mercado. Existen varias áreas estratégicas que pueden ser abordadas, que van desde el uso de materiales mejorados hasta un manejo integral y sostenible del cultivo, el agua y el suelo, así como el acompañamiento técnico pertinente. Esto requiere de una combinación de políticas públicas efectivas, inversión en infraestructura, tecnología y capacitación, de la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la participación de los agricultores y demás actores de la cadena de valor.

Particularmente, en el caso de maíz zapalote chico, se sugieren acciones específicas para mejorar la producción y comercialización, incluyendo mejoras en la infraestructura y el apoyo a las mujeres totoperas, mediante la ejecución para la producción de totopos de tres proyectos de innovación:

1. Desarrollo de una planta piloto para el mejoramiento de la infraestructura utilizada para la producción de totopos.
2. Creación de un Centro de Validación y Transferencia de Tecnología Rural.
3. Incubación de empresas regionales y locales de producción de semilla de maíz.

En cuanto a los cultivos frutales, la región del Istmo de Tehuantepec destaca en la producción de mango, piña y limón; de hecho, esta región lidera el cultivo de piña. Sin embargo, los productores viven diferentes adversidades, como el cambio climático y la suscitación de plagas (mosca de la fruta en mango y *huanglongbing* en limón), que pueden frenar su producción.

Además, tales dificultades de los productores agrícolas se ven acentuadas por la falta de tecnologías aplicadas al campo, la ausencia de programas de financiamiento, la escasa asociación y organización entre productores, el uso excesivo e irracional de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes sintéticos, la carencia de un sistema de riego que permita eficientizar y aprovechar de la mejor manera el recurso hídrico y la falta de políticas en materia agrícola acentúan las adversidades de los productores agrícolas.

En esta situación, se identificaron las siguientes áreas estratégicas para el cultivo de frutales (mango, piña y limón): riego, manejo de plagas y enfermedades, transformación, valor agregado, empaque, la asociatividad y comercialización. También se determinó que la adopción de innovaciones tecnológicas es una alternativa que puede traer beneficios a los productores.

Entre las oportunidades de innovaciones tecnológicas identificadas figuran la tecnificación de los sistemas de riego mediante una red de irrigación por goteo, la cual deberá ser regulada por sensores inteligentes que determinen el tiempo y frecuencia de riego en cada frutal acorde con su estado fenológico; el empleo de drones para fumigación; el uso de fertilizantes orgánicos, biofertilizantes, biopolímeros naturales y agro biológicos; la mecanización agrícola y los modelos asociativos para el mejoramiento de la competitividad. Para ello se sugiere aprovechar las capacidades y experiencias que diversas instituciones tienen para ofrecer soluciones efectivas en materia de manejo integrado de cultivos.

Tres proyectos que se distinguen como prioritarios para la cadena de valor frutales son:

1. Generación de redes de colaboración para el manejo integral sustentable del cultivo en los frutales.
2. Desarrollo de innovaciones y buenas prácticas para la optimización de sistemas de riego inteligente en la cadena productiva de frutales (mango, piña y limón).
3. Modelos de asociatividad para el mejoramiento de la competitividad de los frutales (mango, piña y limón).

Respecto al ajonjolí, los municipios productores del estado de Oaxaca tienen algunas ventajas en la producción de este cultivo, entre las que destacan las buenas características del suelo y las bajas precipitaciones. Con base en el análisis de las ponencias presentadas en el seminario, las mesas de consulta y las entrevistas a especialistas realizadas en el marco de esta agenda de innovación, se identificaron cuatro áreas estratégicas del sector agroindustrial

de ajonjolí: siembra y cosecha; biotecnología; producción orgánica; y asociatividad.

Sin embargo, se experimentan (respectivamente) problemáticas puntuales en cada una de estas áreas, como elevados costos de producción derivados de una práctica de producción manual, donde se estima que las actividades de laboreo agrícola, deshierbe, corte y cosecha pueden representar poco más del 80% del total de los costos. Además, la falta de información agroclimática precisa *in situ* expone el cultivo a elevados riesgos catastróficos, como el exceso de precipitación pluvial.

Por otro lado, la edad promedio de los productores oscila entre los 55 y 65 años, lo cual revela un débil relevo generacional; asimismo, se reconoce que hay un avance lento en la investigación de mejoramiento genético de ajonjolí en México.

Otro punto relevante es que las prácticas de producción orgánica no están muy extendidas entre los agricultores de ajonjolí debido a los costos asociados a la certificación que, considerando los elevados niveles de pobreza, no pueden ser costeados por la mayoría de los productores.

A fin de enfrentar estos retos, se contemplan tres proyectos de innovación:

1. Desarrollo y establecimiento de un Sistema de Cultivo Inteligente.
2. Evaluación de tecnología y plan de inversión para el establecimiento de una planta local de aceite de ajonjolí.
3. Centro de Biotecnología Agrícola y Mejoramiento Genético de Ajonjolí; a través de los cuales, se buscan mejorar los niveles de productividad, de rentabilidad, de relevo generacional y de asociatividad.

Por otra parte, el impulso de la cafecultura en el Istmo de Tehuantepec requiere una estrategia holística y coordinada que aborde los desafíos específicos de la región y aproveche sus fortalezas. Implica un esfuerzo integral y la participación activa de los actores involucrados, que abarca desde el fomento de prácticas sostenibles a lo largo de la cadena productiva hasta la mejora de la infraestructura para darle valor agregado y la promoción efectiva en los mercados.

El Istmo de Tehuantepec cuenta con un clima favorable para la producción de café, característica que convierte a la región en un área propicia para la expansión y fortalecimiento de la cafecultura. La introducción de soluciones innovadoras y tecnologías agrícolas avanzadas, como sistemas de monitoreo, automatización, y la adopción de prácticas sostenibles será crucial para aumentar la productividad, la calidad y la sostenibilidad de los cultivos de café, generando beneficios tanto para los productores como para la industria en su conjunto.

Los países productores más competitivos en café han apostado por la producción con altos volúmenes, puesto que tienen las condiciones agroclimáticas para la producción de la variedad robusta. En el caso del Istmo de Tehuantepec, es importante promover y destacar la calidad y singularidad del café producido en la región para aumentar su demanda y su valor en el mercado. Ante esto, la educación y sensibilización sobre la importancia de la cafecultura sostenible en la región deben ser prioridad, involucrando a todos los actores, desde los productores hasta los consumidores finales.

Debido a estas circunstancias, se proponen tres proyectos de innovación para atender la cadena productiva de café, desde el punto de vista del manejo del cultivo, actividades poscosecha y comercialización:

1. Creación y posicionamiento de una marca colectiva para el desarrollo agroecológico del café de especialidad del Istmo de Tehuantepec.
2. Red de apoyo a la agroindustria del café del Istmo en materia de inocuidad y calidad.
3. Campo experimental para la generación de alternativas tecnológicas en el cultivo de café en la región del Istmo.

La importancia de la ganadería de bovinos, en general, y la de doble propósito, en particular, en las actividades agropecuarias de México es innegable, por ello es relevante la generación de políticas públicas que la impulsen, no solo en cuanto a las actividades primarias sino también respecto a las de transformación, articulando a los diferentes actores de la cadena de valor y procurando el máximo beneficio para cada uno de ellos.

El mayor consenso entre los actores del sector es que es necesaria la reconversión de la ganadería hacia sistemas más sustentables y amigables con el medio ambiente. En diversas partes del mundo existen evidencias concretas de que esto es totalmente posible e incluso resulta más rentable que los sistemas de ganadería extensiva o los de ganadería confinada.

También en otras partes de México hay ejemplos de la incorporación de tecnologías y procedimientos de ganadería regenerativa que han sido sumamente exitosos y cuyos resultados han convencido completamente a los productores de tomar esta opción.

Las políticas públicas de innovación deben tejerse alrededor de los sistemas silvopastoriles con todo lo que ello implica (manejo holístico de los recursos, nutrición, sanidad, genética, higiene, etc.); sin embargo, para que este esquema de producción funcione adecuadamente es necesario el acompañamiento cercano de los productores a través de la asesoría técnica y capacitación en diferentes temas, incluyendo los organizacionales, administrativos y de producción.

En el sector ganadero existen antecedentes exitosos de prácticas de acompañamiento, capacitación y asesoría a los productores que pueden ser retomadas completándolas con elementos de integración al mercado y

procedimientos para aseguramiento de calidad e higiene que permitan una mejor relación con los compradores.

Para realmente incidir en cambios positivos en el sector, la participación decisiva del estado debe concretarse con recursos, la adecuada canalización de ellos y el seguimiento a su buen uso; esto, aunado a una visión integral y sistemática del sector, permitirá subsanar sus debilidades y aprovechar las oportunidades que el mercado ofrece.

A partir de estos elementos, se consideran los siguientes tres proyectos de innovación para la ganadería de doble propósito:

1. Programa regional de capacitación y acompañamiento en sistemas silvopastoriles para ganado de doble propósito
2. Centro de reproducción y mejora genética de especies vegetales aptas para sistemas silvopastoriles del trópico mexicano.
3. Centro de mejoramiento genético de ganado bovino de doble propósito, con los cuales se pretende fortalecer la cadena productiva con un enfoque más sustentable.

Anexo

Cuadro A1. Participantes en las mesas colaborativas para la elaboración de la Agenda del ecosistema de innovación agroalimentaria en el Istmo de Tehuantepec

Participantes	Organización
Adalberto García	Sefader
Adolfo Amador Mendoza	Universidad Del Papaloapan
Adriana Guadalupe Sánchez Castro	Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural
Ageo Aaron Pérez Monjaraz	Ruta Loxicha Sembrando Vida
Alberto Polito Tenorio	Instituto Tecnológico Superior De Juan Rodríguez Clara
Alejandra Fuentes	Mangos grupo Pazo
Alejandro Zamora	Grupo Vichee
Alejandro Matus Jiménez	Grupo Comunitarios Sta Cruz Spr De RI
Alejo Cabrera	Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural
Ana Lilia Cruz Salinas	CIIT
Ana Rebeca	Cooperación Técnica Alemana GIZ
Ana Rosa Ramírez Seañez	Universidad del Papaloapan
Angélica Torres Ávila	Ciestam
Antonio Carrillo Bolea	Estampa Verde
Arlett Rojo	Normex, S.C.
Arturo Hernández	Sedarpa
Arturo Bello Rivera	Senasica
Barros Mejía	Sembrando Vida
Beatriz Belmont	Sembrando Vida
Berenice Arboleya	IICA
Bulmaro Luis Martínez	Sembrando Vida
Cafecol Ac	Cafecol
Carla Amongero	GIZ
Carlos Vargas Rutee	Campo Mayto
Carolina García Ortiz	ITSJRC
Carolina Ojeda Martínez	Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural
Catalina Rodríguez	Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural
Celso Eleuterio Cabadilla	Uciri
César Augusto Casarín Alemán	Sedarpa
Corazón Celeste Enríquez Martínez	Cambiotec
Cuahtémoc Baruch Custodio	H. Ayuntamiento De Soconusco, Veracruz
Daniel Franco	Sembrado Vida
Daniel Uriza Ávila	Inifap SE-Papaloapan
Dante Sumano López	Inifap
David Reyes	EMEX
Diego Montenegro	IICA

Continúa

Participantes	Organización
Dolores Larios Saldivar	FIRA
Edgar Guzmán	Alianza Ganadera del Sur-Sureste
Edgar Couttolenc	Inifap
Eduardo Martínez	Sedarpa
Eduardo Galicia	Cambiotec
Eduardo Graillet	Universidad Veracruzana
Efraín Rivas	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Efrén Gómez Luis	CIIT
Elena García	SEP Oaxaca
Elia Rojo	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Emilio Zilli Debernardi	Del Volcán Al Mar / Asociación Mexicana De Cebú / Universidad Veracruzana
Emilio Méndez Guangzhou	Lace China
Enrique Villalobos Amador	Universidad del Papaloapan
Erandi Gómez	Secretaría Del Bienestar
Ernesto Mariano Nava	IICA
Esteban Jaramillo	Cámara Nacional Del Maíz Industrializado
Esteban Escamilla Prado	Universidad Autónoma Chapingo
Esteban Cacho	Mas K Paso
Fabiola Antonio	ITSJC
Fátima Abril Antonio	PSV
Félix Martínez Salazar	Senasica
Félix Martínez Y Cabrera	Asociación Nacional De La Industria Del Café, Anicafé
Francisco Calderón	Colegio de Postgraduados
Francisco Hernández Rosas	Colegio de Postgraduados
Gabriel Díaz Padilla	Inifap
Gabriela Melina Arias Romero	Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas
Gerardo Sánchez García	Secretaría de Fomento Agroalimentario y Desarrollo Rural
Gladys Karina Sánchez Juárez	Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca
Gloria Arceo Castro	Sistema Producto Piña
Graciano Blas	Dirección General de Ganadería
Guadalupe Alarcón	AMSA
Guie Shuba Nieves García	Coordinación Estatal del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec
Guilbert González Galván	Sembrando Vida
Gumaro González	Dirección General de Ganadería
Gustavo Almaguer Vargas	Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo
Gustavo López Romero	Colegio de Posgraduados
Hernán López Ríos	Sembrando Vida
Hipólito Hernández Hernández	Universidad del Papaloapan
Hiram Rodríguez Salas	ITSJC
Ingrid Escobar	Itesco
Iríneo Morales	Sembrando Vida
Isaura Corro	Instituto Tecnológico Superior De Juan Rodríguez Clara

Continúa

Participantes	Organización
Ismael Hernández	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Iván Toshiro Shiguematsu	Sesajal
Jacqueline Capataz Tafur	Universidad Del Papaloapan
Jaime Iturbide	-
Javier Tipa	Bienestar
Jesús Caña Morales	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Jesús Sánchez Gómez	FIRA
Jesús Rodríguez Miranda	TECNM/ Instituto Tecnológico de Tuxtepec
Jonatan Villa María Lombardo	Cimmyt
Jonathan Cortes	Consultor
Jorge Martínez Herrera	Sedarpa
Jorge Aguilar Ávila	Ciestam
Jorge Guiot	Papalotla
José Cacho	Minsa
José Regalado López	Colegio de Postgraduados
José Guadalupe Flores Garza	Cimmyt
José Luis Del Castillo	FIRA
José Luis Valencia Montano	COMCE Veracruz
José Luis Solleiro	Cambiotec
José Manuel Cabrera Toledo	Instituto Tecnológico de Comitancillo
José Orlando Ramírez Valencia	Universidad Veracruzana
José Regalado López	Colegio de Postgraduados
Juan Zárate	Inifap
Juan A Villanueva-Jiménez	Colegio de Postgraduados
Juan Carlos Delgado Matus	Sembrando Vida
Juan Carlos Escobedo	GIZ México
Juan Carlos Avendaño Montero	-
Juan Eduardo Betanzos Castillo	Sembrando Vida
Juan Gabriel Torruco Uco	TecNM-Campus Tuxtepec
Juan Manuel Villa Hernández	Universidad Del Mar
Juan Manuel Aguirre	Agridrones México
Juan Zárate	Inifap
Julia Ortega	Finca Los Pinos
Julio Ramírez	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Karen Cruz Trejo	IICA
Laura Gabriela Cruz	Red Innovagro
Lenin Montesano	Federación Mexicana De Apicultores Ac
Leticia Deschamps	IICA México
Leticia Tavitás	Inifap
Lilián Hernández Nolasco	Universidad del Istmo
Liliana Ramos Rivera	COMCE
Lorenzo Lara Romero	Alianza Ganadera del Sur Sureste de la República Mexicana Ac.
Lourdes De Cosío	Normex
Luis Ángel Rodríguez Del Bosque	Inifap

Continúa

Participantes	Organización
Luis Eduardo García Mayoral	• Inifap
Luis Eladio Toledo Aquino	• FIRA
Magdalis Padilla Padilla	• El Tabernal Spr De Ri
Mahilu Gómez	• Coordinación estatal del corredor interoceánico del Istmo de Tehuantepec
Manrubio Muñoz	• Universidad Autónoma Chapingo
Manuel Iturbe Álvarez	• Rancho El Redentor 19
Manuel Escobar	• INPI
Marbella Camarillo	• Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural
Marcos Ventura Vázquez Hernández	• Inifap
María de Jesús García Gómez UNPA Tuxtepec	• Universidad del Papaloapan
María de La Luz Sánchez Mundo	• Tecnológico Nacional de México Campus Las Choapas
María del Carmen Pablo Mendoza	• Inifap
María Esther Hernández Cuevas	• PSV
María Guadalupe De Los Santos Zavala	• Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza
María Hilda Pérez Barraza	• Inifap
María José Elizarrarás	• Red INNVAGRO - IICA
María Victoria Juárez Reyes	• ITS de Jesús Carranza
Miguel Martínez López	• Sembrando Vida
Miguel Ángel Vargas Del Ángel	• CIIT
Mildred Yamilet Quiñones Bielma	• Universidad Tecnológica del sureste de Veracruz
Misael Chazari Hernández	• INPI
Myrna Castro Amaya	• EMEX A C
Myrsia Sánchez	• Cambiotec
Nain Peralta Antonio	• Inifap
Natividad Clara	• Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural
Naum Venegas Márquez	• CAC Santa Cruz
Nayib Becara Acar	• Universidad Veracruzana
Neftalí Pérez	• Agroindustrias Unidas de México
Nehemías Castellanos	• FIRA
Nelson Hernández	• INPI
Norma González	• EMEX
Norma Solís	• Cambiotec
Oscar Javier Fernández Morales	• Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural Veracruz
Pablo Ulises Hernández	• Inifap
Paola Ochoa	• AGTOOLS
Paulo Villa	• Sembrando Vida
Penélope Castañón	• Cambiotec
Rafael Rafa	• Ayuntamiento Soconusco
Rafael Ariza Flores	• Inifap
Ramón Villar	• Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural
Ramsés Alejandro Galindo Cota	• Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza
Rebeca Gloria Tejeda	• I.T. Tuxtepec
Roberto Guadarrama	• Instituto para la Planeación del Desarrollo A.C.

Continúa

Participantes	Organización
Roberto Colín	• Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec
Roberto José Gómez	• Senasica
Rolando Herrera y Saldaña	• Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Romualdo Vásquez Ortiz	• Inifap
Ronnie De Jesús Arieta Román	• Universidad Veracruzana
Rosalio López Morgado	• Inifap
Rosario Castañón	• Cambiotec
Rosendo Martínez Jiménez	• FCA-UABJO
Rubén Quero	• PSV
Rubén Santos Echeverría	• Inifap
Samuel Estrada	• Sembrando Vida
Sandra Edit Jiménez Alejandro	• Sembrando Vida
Sandra Hernández	• Cambiotec
Sildía Mecott	• CECIIT
Sofía Flores	• Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Teodoro Guzmán	• Alianza Ganadera Sur-Sureste
Teresa De Jesús Orozco González	• Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Tomás Chiñas Santiago	• Unión de Artesanos y Campesinos Tona Taati'.
Valentín González	• -
Vanessa Zeferino Teófilo	• Dirección General de Ganadería -SEDARPA
Venancio Cuevas	• Inifap
Verónica Lango	• Colegio de Postgraduados
Vicente Santacruz García	• Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec
Víctor Del Ángel	• Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Víctor Manuel Meza Villalvazo	• Universidad del Papaloapan
Vieira Da Silva Patricia	• Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Vilma García Ramos	• Sembrando Vida
Vinicio Horacio Santoyo Cortés	• Universidad Autónoma Chapingo
Wenceslao González	• Sedarpa
William Alexander Escalante	• FIRA
Yamil Gómez Cid	• EMEX



Agenda del **ecosistema** de
innovación agroalimentaria
en el **Istmo de Tehuantepec**



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



MARINA
SECRETARÍA DE MARINA



CORREDOR INTEROCEÁNICO
ISTMO DE TEHUANTEPEC

