



FORMATO INFORME TÉCNICO EN EXTENSO

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.

1.1. DATOS DEL RESPONSABLE TÉCNICO (Nombre, Cargo e Institución, CVU actualizado)

Nombre	Irasema del Carmen Vargas Arispuro
Cargo o puesto	Profesor-Investigador titular E
CVU actualizado	16470
Institución	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

1.2. TÍTULO DESCRIPTIVO DE LA PROPUESTA

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO	Transición agroecológica para una producción de maíz a escala comercial libre de agrotóxicos Etapa II
ÁREA DE DESARROLLO: (SELECCIONAR)	DESARROLLO TECNOLÓGICO (TRL 5 EN ADELANTE)
OBJETIVO GENERAL	Implementar un proceso de transición agroecológico multivariable en cultivos de maíz a escala comercial en 13 entidades de la República Mexicana para eliminar el uso de agrotóxicos (glifosato) e incrementar su producción con base en el fortalecimiento de las capacidades técnicas y organizativas de los productores locales involucrados.
TIEMPO DE EJECUCIÓN (meses)	7 meses
RELEVANCIA DEL PROYECTO (máximo 300 palabras)	Este proyecto de transición agroecológica en el cultivo de maíz se liga al Programa de producción para el bienestar (PpB), el cual es uno de los programas sectoriales considerados en el Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024), este programa se distingue porque atiende dos objetivos de Desarrollo



	<p>sostenible de la ONU, la Autosuficiencia alimentaria y el rescate del campo. El programa de Producción para el Bienestar (PpB) está a cargo de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), está dirigido a una población de productores de pequeña y mediana escala de producción (DOF: 28/12/2020) para ejecutarse con una clara orientación agroecológica, como estrategia para una producción sostenible de granos básicos en nuestro país. Adicionalmente, la agroecología responde a la demanda de reducción de agroquímicos en los cultivos de alimentos, como repuesta la Decreto para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de glifosato (DOF: 31/12/2020).</p> <p>Para avanzar en la autosuficiencia alimentaria en granos básicos, la SADER se vincula con otros programas federales e instituciones académicas para incorporar a productores de granos de gran escala de producción (\leq de 10 ha), a través proyectos estratégicos entre los cuales se inserta este proyecto de Transición agroecológica para una producción de maíz a escala comercial libre de agrotóxicos, coordinado desde el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Este proyecto propone ampliar la escala agroecológica en el cultivo de maíz, con los beneficios que esto conlleva, involucrando al mayor número de productores de gran escala localizados en 14 entidades de la República Mexicana.</p>
<p>RESULTADOS E IMPACTOS (máximo 300 palabras)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se conformaron 14 Faros Agroecológicos, que son espacios compuesto de regiones productoras de maíz en transición agroecológica. 2. Se implementaron 43 escuelas de campo en los 14 Faros, para impulsar y fortalecer el aprendizaje de productores, investigadores y técnicos en el proceso de transición agroecológica. 3. Se evaluó la estrategia de comunicación utilizada por los productores para la difusión de experiencias exitosas de transición agroecológica que integre esquema organizativo asociados, para coadyuvar en la apropiación social del conocimiento generado. 4. Se integraron a 422 productores y 52 técnicos, todos capacitados en el conocimiento y manejo de principios agroecológico que permita diseñar los planes de manejo de acuerdo con el agroecosistema de producción de maíz, que perdure más allá del tiempo que dure el proyecto. 5. Se instaló en terreno de productores, infraestructura básica agroecológica (unidades de producción de lixiviado, reproducción de microorganismos benéficos, área de preparación de bioinsumos) en los 14 Faros.





	<p>6. Se produjeron alrededor de 1,000,000 de litros de lixiviado, que se utilizó para mejoramiento de suelo en los 14 Faros.</p> <p>7. El uso de prácticas agroecológicas en el cultivo de maíz mejoro la fertilidad de los suelos reflejándose en mejora en la productividad.</p> <p>Entre los impactos de estos resultados encontramos las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">- Establecer un sistema agrícola tradicional que esté debidamente enfocado en el bien común y la justicia socio-ambiental con una participación activa entre los componentes de la sociedad.- Sensibilizar sobre los beneficios de la agroecología a los involucrados en los sistemas de producción de maíz (productores, técnicos y trabajadores).- Posicionar el tema de la agroecología para que cobre relevancia como prioritario y urgente para el cultivo de maíz en México.
--	--

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

3.1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El maíz (*Zea mays*) es uno de los cereales principales dentro de la alimentación mundial, junto con el arroz y el trigo, se considera a estos tres cereales la base de las grandes civilizaciones. El maíz (*zentli* como se le conoce en su lengua originaria), es la aportación de México para el mundo, siendo nuestro país el centro de origen de este cultivo, hoy en día se contabilizan 64 razas con sus diferentes variedades en nuestro país (CONABIO, 2012) localizadas principalmente en los estados de la antigua Mesoamérica.

En México, el maíz es el cereal que articula la mayoría de las formas de alimentación en las cuales se basa la gastronomía nacional, este grano constituye un eje fundamental de nuestra sociedad. Si bien el maíz se cultiva a lo largo y ancho del territorio, en el periodo 2012-2020 (SIAP, 2020) su producción ha sido insuficiente para satisfacer la demanda per cápita que, en promedio anual, fue de 336 kilos de maíz blanco (Satista Research Department, 2021), por tanto, para cubrirla fue necesario importar 15.75 millones de toneladas (SIAP, 2020). Tal situación exige instrumentar una estrategia que permita a nuestro país elevar la producción interna de maíz, pero también fortalecer la elaboración de bioinsumos y de semillas nativas necesarias para tal producción, mejorar los equilibrios ecosistémicos de los predios agrícolas y las condiciones de vida de los trabajadores agrícolas y población residente en localidades cercanas a tales predios. Iniciar un proceso de transición agroecológica en la siembra de maíz a gran escala responde a tal estrategia, se trata de impulsar la transformación de los sistemas de producción agrícola intensivo, basados en el uso de agroinsumos tóxicos, hacia un sistema de producción sustentable que combina el conocimiento campesino y la innovación científica para



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

aprovechar los recursos locales y la energía solar en la producción de alimentos. Sin embargo, para garantizar la continuidad de dicho proceso en el mediano y largo plazo, es fundamental fortalecer las capacidades técnicas y organizativas de los sujetos sociales que pueden ser protagónicos de tal cambio en la siembra de maíz a gran escala. En este proyecto la atención se centra en el productor agrícola de mediana y gran escala. Se asume que la transformación de los sistemas de producción agrícola intensivo (que consumen insumos tóxicos de manera excesiva), hacia un sistema de producción sustentable se nutre del conocimiento local, tradicional y campesino combinado con la innovación tecnológica para aprovechar los recursos naturales -energía solar, por ejemplo- en la producción de maíz.

La agroecología es una ciencia que se basa en un conjunto de conocimientos y prácticas de origen campesino y tradicional, fundamentada con los estudios realizados desde la ecología y la agronomía para fortalecer el desarrollo de agroecosistemas sustentables. La agroecología se nutre de ese diálogo estrecho entre los sujetos portadores de conocimiento tradicional, los técnicos agrícolas y los científicos, es un intercambio de saberes en torno a las prácticas de producción y manejo agrícola de cada proceso involucrado, con el propósito de mejorar la producción de alimentos sin perjuicio del medio ambiente ni de las condiciones de vida de la población local (Altieri, 2021). El proceso conlleva la diversificación agrícola intencionalmente dirigida a promover interacciones biológicas y sinergias benéficas entre los componentes del agroecosistema, hasta lograr la regeneración de la fertilidad del suelo, el mantenimiento de la productividad y la protección de los cultivos (Altieri, 2002). Los principios de la agroecología de acuerdo a la propuesta de la FAO incluyen: diversidad, creación conjunta e intercambio de conocimientos, sinergia, eficiencia, reciclaje, resiliencia, valores humanos y sociales, cultura y tradiciones alimentarias, gobernanza responsable, economía circular y solidaria (FAO, 2019). La integración de estos principios se ve reflejado en la parcela en el reciclaje de nutrientes y energía, la sustitución de insumos externos; el mejoramiento de la materia orgánica y la actividad biológica del suelo; la diversificación de las especies de plantas y los recursos genéticos de los agroecosistemas en tiempo y espacio; la integración de los cultivos con la ganadería, y la optimización de las interacciones y la productividad del sistema agrícola en su totalidad, en lugar de los rendimientos aislados de las distintas especies (Gliessman, 1998). La sustentabilidad y la resiliencia se logran por medio de la diversidad y la complejidad de los sistemas agrícolas a través de rotaciones de cultivo, uso de semillas nativas y de razas locales de ganado, control natural de plagas, uso de composta y abono verde y un aumento de la materia orgánica del suelo, lo que mejora la actividad biológica y la capacidad de retención de agua (Altieri, 2004). La generación y apropiación de tal conocimiento a través de diversas técnicas participativas durante todo el proceso es fundamental para lograr la transición agroecológica. Un principio base del paradigma agroecológico es el ambiental, se trata entonces de fortalecer las capacidades del sujeto social para que impulse agroecosistemas con una mínima dependencia de agroquímicos e insumos de energía y un manejo agrícola específico para la readecuación biológica del sistema agropecuario. El propósito será lograr resultados equilibrados en torno a la producción, la independencia de insumos externos, sobre todo de agroquímicos y la restauración de todos los



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

procesos ecológicos que permitan acercarse a la sustentabilidad, con respeto a la identidad socio-cultural de la población residente en tales territorios (Rosset y Altieri, 2018).

Basado en metodologías y técnicas agroecológicas, en México se ha desarrollado un modelo de agricultura sostenible de alta productividad, baja emisión de carbono y alta resiliencia climática, enfocado en el rescate de la producción sustentable, la recuperación de las propiedades del suelo y el cuidado de la diversidad biocultural de cada territorio/comunidad. Este modelo se conoce como ACCI-MICI (Agricultura Campesina de Conocimientos Integrados-Manejo Integrado de Cultivos Inducidos). Se trata de dos métodos de producción acoplados que han derivado en un modelo dinámico, flexible y cambiante de acuerdo con el contexto ambiental y socio-cultural de la población/localidad en la que se ubica el predio en intervención. Como todo modelo agroecológico, este retoma los conocimientos de la agricultura campesina y los fortalece con innovaciones tecnológicas de diferentes ramas de la agronomía para el manejo sustentable del campo (Turrent, 2019, ANEC, 2021).

Las experiencias en México del PpB en la transición agroecológica estableciendo unidades de producción pequeñas son alentadoras y se tienen resultados prometedores. Sin embargo, se ha llevado a cabo en su mayoría en pequeña escala, donde el tamaño de las parcelas posibilita que los elementos de cada proceso involucrado en la preparación de bioinsumos, siembra, manejo y cosecha se puedan controlar de manera relativamente fácil, la producción de insumos que puede realizarse incluso manual y con procedimientos generalmente sencillos. Para una agroecología a mayor escala, el modelo ACCI-MICI ofrece una ruta metodológica para la producción de maíz y elaboración/uso de bioinsumos que puede acelerar los procesos y prácticas de manejo agroecológico. Adicionalmente, en esta escala se hace uso de la innovación tecnológica al extrapolar los procesos identificados en parcelas pequeñas escalándolos a parcelas de mayor tamaño a través de dinámicas in situ en escuelas de campo, centradas en fortalecer las capacidades de los sujetos involucrados, promoviendo la creatividad colectiva y el ingenio social para convertir los principios agroecológicos en estrategias prácticas, que al aplicarlas al suelo sea más productivo en el mismo espacio, acrecentando el poder de la agroecología (Altieri, 2021). Actualmente la SADER ha creado un sitio web (<https://bioinsumos-agricultura.mx>) con un directorio de productores de bioinsumos a nivel nacional, en esta página están registrados 477 productores en 26 estados de la República, de los cuales el 64 % son artesanales, 26 % abastecen una escala intermedia y 10 % de gran escala. Los estados donde se ubica la mayor parte de esos productores de bioinsumos son Puebla, con 77; Chiapas, 64; Veracruz, 57; Zacatecas, 38; Jalisco, 33; Oaxaca, 29; Hidalgo, 27, San Luis Potosí, 26 y Sinaloa, 10. Esta producción nos permite iniciar la transición agroecológica propuesta.

En el actual contexto del sistema agroalimentario nacional, particularmente con relación al maíz, la masificación de un proceso de transición agroecológica puede desempeñar un rol trascendental al generar las condiciones necesarias para la producción de maíz libre de agrotóxicos (sin glifosato), conservar la integridad de los ecosistemas, mejorar las condiciones de vida y trabajo de los productores del campo y, con ello, avanzar en los objetivos nacionales de seguridad y soberanía alimentaria.

3.2. JUSTIFICACIÓN.



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Hoy día y luego de muchos años, el país está experimentando cambios significativos en el sector agrícola, por medio de la implementación de búsquedas de instrumentos que le permitan contar con una producción agrícola sostenible a través de la utilización de insumos que resulten seguros para la salud humana, animal y el medio ambiente. Los datos de SADER muestran que la producción nacional de maíz no cubre la demanda de este grano. Para que México produzca el maíz que los mexicanos consumimos, es necesario mejorar la capacidad productiva, y para alcanzarla SADER está promoviendo un cambio de paradigma en la producción agrícola nacional hacia un manejo sustentable de los agroecosistemas, implementando prácticas agrícolas que promueven interacciones biológicas y sinergias benéficas entre los componentes del agroecosistema, de tal manera que permitan la regeneración de la fertilidad del suelo y el mantenimiento de la productividad (Altieri, 2002).

Es bien conocido que el uso reiterado y en grandes volúmenes de agrotóxicos que se ha utilizado en la agricultura ha tenido un impacto negativo tanto en la salud humana como en el medio ambiente (PAN, 2016). Particularmente los herbicidas son utilizados en México en más de 150 cultivos y se estima que en el año 2020 se importaron 29,120 toneladas (SIAVI fracción arancelario 3808.93). Las evidencias científicas asocian la exposición crónica de herbicidas con daños en el hígado, alteraciones hormonales, al microbioma intestinal, neurológicos, malformaciones congénitas y disminución de la fertilidad en mujeres dedicadas a actividades laborales (Van Bruggen et al., 2018, Gouveia et al., 2018). En México se ha detectado glifosato en orina de infante, adolescentes y adultos (Sierra-Díaz et al., 2019), en cuerpos de agua (Toledo et al., 2014) y más alarmante es la detección en alimentos preparados a base de maíz, con concentraciones de 17,6 mg por kg de tortilla (Arellano-Aguilar y Montero-Montoya, 2017). Como medida para reducir estos impactos negativos, la FAO aprobó una iniciativa para apoyar a los países en vías de desarrollo a prohibir de manera progresiva el uso de plaguicidas altamente peligrosos (FAO y OMS. 2019). Atendiendo esta recomendación, el gobierno de México implementó un decreto (DOF, 31/12/2020), en el que se establecen las acciones para sustituir gradualmente el uso del glifosato mediante alternativas de producción agrícola sostenible y culturalmente adecuadas, congruentes con las tradiciones agrícolas de México, que usen prácticas e insumos agroecológicos seguros para la salud humana, con el objetivo de mejorar la seguridad y autosuficiencia alimentarias. En congruencia con lo anterior, este proyecto propone implementar una estrategia de transición agroecológica en el cultivo de maíz. Un modelo agrícola alternativo al convencional que puede favorecer la transición a sistemas de producción agrícolas sostenibles y culturalmente adecuadas. Las experiencias de transición agroecológica en parcelas de maíz micro y pequeña escala incorporados en el PpB, indican incrementos de la producción de maíz de 2.47 a 4.5 toneladas por hectáreas en sistema de temporal y de 8.8 a 11.8 toneladas por hectárea en sistema de riego (comunicación personal Dr. Valdespino; ANEC, 2021), mostrando su viabilidad para lograr una sostenida producción de alimentos sanos y libres de agroinsumos tóxicos. Por lo que en este proyecto proponemos masificar un proceso de transición agroecológica con la pretensión de ampliar la escala agroecológica nacional incorporando al mayor número de productores de maíz de gran escala, con sistema de hídrico tanto de riego como temporal en 13 entidades de la República Mexicana, asumiendo



el reto en extensión a través del fortalecimiento de las capacidades técnicas y organizativas de productores agrícolas distribuidos en dicho territorio. La implementación de modelos agroecológicos aplicados en diferentes partes del mundo, han alimentado a gran parte de la población y representan muchas de las posibles respuestas a los retos de la producción y la conservación de los recursos naturales (Koochafkan y Altieri, 2010). Lograr con un proceso de transición agroecológica en productores de maíz a gran escala los rendimientos de producción demostrados en parcelas de menor escala, los mayores rendimientos representan aumento de utilidades para los productores, motivándolos a reforzar esas prácticas, se incrementará la extensión de este tipo de cultivo al ser replicado en los siguientes ciclos agrícolas y por otros productores que valoren sus beneficios, por tanto, México estará mostrando su avance, en el corto y mediano plazo, en la transición agroecológica en congruencia con lograr los objetivos de seguridad y soberanía alimentaria.

3.3. OBJETIVO GENERAL

Implementar un modelo de transición agroecológico multivariable en predios de cultivos de maíz a escala comercial en 13 entidades de la República Mexicana para eliminar el uso de agrotóxicos (glifosato) e incrementar su producción con base en el fortalecimiento de las capacidades técnicas y organizativas de los productores de mediana escala participantes.

3.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- 1).- Diseñar e implementar un proceso de transición agroecológica con base en un plan de manejo dinámico para el cultivo del maíz a escala comercial que considere las condiciones ambientales y socioculturales de las regiones agrícolas de trece entidades de la República Mexicana (Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Campeche, Jalisco-Nayarit, Hidalgo, Michoacán, Guanajuato, México, Veracruz, Oaxaca, Tamaulipas y Chiapas).
- 2).- Identificar y describir las ventajas intrínsecas de las regiones agrícolas de cada entidad participante en proyecto como punto de partida para la transición agroecológica a través del fortalecimiento de las capacidades técnicas y organizativas de productores agrícolas interesados en la producción del maíz a escala comercial.
- 3).- Construir indicadores que permitan dimensionar el impacto del proyecto en torno a los aspectos siguientes: producción y oferta de alimentos libres de agrotóxicos; fortalecimiento de las capacidades técnicas y organizativas de grupos agrícolas participantes; capacitación para establecimiento de redes agroalimentarias centradas en dinamizar el mercado nacional y las economías locales; formación de escuelas de campo y comunidades de aprendizaje en torno a prácticas agroecológicas.
- 4).- Analizar los resultados por etapas fenológicas del proceso de producción de maíz, con base en procesos sistemáticos de monitoreo, seguimiento y valoración de impacto del proceso de transición agroecológica.



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

5).- Evaluar el impacto de estrategia de comunicación centrada en la promoción del proyecto con énfasis en la transición agroecológica y la revalorización de valores e identidad del colectivo que se entretelen en torno a las prácticas alimentarias locales y el sistema maíz.

6). Consolidar equipos multidisciplinarios (productores, técnicos e investigadores) en el manejo agroecológico del cultivo de maíz, con énfasis en la eliminación de agrotóxicos, a través del intercambio de saberes en las distintas etapas del proyecto durante las asambleas (generales, regionales y locales) y el trabajo colaborativo en escuelas de campo, privilegiando el enfoque de comunidades de aprendizaje.

ACERCAMIENTO TEÓRICO Y CONCEPTUAL. Incorporación de productores al proceso de transición agroecológica.

Con el objetivo de incorporar a productores de maíz (blanco y amarillo) de gran escala, se realizarán reuniones en las regiones propuestas por SADER de las 13 entidades federativas, para difundir los objetivos, propósitos y alcances de la transición agroecológica que sustenta el proyecto a la vez de identificar los productores con predios preferentemente ≥ 10 ha, interesados en sumarse al proceso de transición. Adicionalmente a esta actividad y en trabajo de gabinete se realizará una exploración de los territorios con base en fuentes de datos e información oficiales disponibles en el portal de SADER (<https://datos.gob.mx/>) y otras bases oficiales, con el objetivo de conocer las características de los productores de maíz de cada una de las regiones definidas en el proyecto. El eje de esta exploración de datos es en función de parámetros como superficie de maíz sembrada, volumen de producción, régimen hídrico, precios y valor de la producción, entre otro, este análisis se realizará con datos al cierre del ciclo agrícola 2021.

Planeación y ubicación de los faros agroecológicos en 13 entidades federativas.

El Faro Agroecológico son espacios compuesto de regiones específicas, contiguas de agricultores de distintas escalas de producción, con escuelas de campo donde participan productores, investigadores y técnicos en transición agroecológica. En este espacio se comparten conocimientos técnicos, innovaciones y procesos agroecológicos, con capacitación continua resultando en modelos bien adaptados a las circunstancias locales, desde donde se irradian a comunidades rurales locales los principios y prácticas agroecológicas, fortaleciendo la estrategia agroecológica. (Definición de EAT-SADER).

La planificación del faro agroecológico es un proceso interactivo de intercambio de información entre los productores, el grupo técnico y de promotores (SADER), cuyo objetivo es identificar el potencial y las limitaciones de las diferentes regiones propuestas y de los recursos que ésta dispone; así como las condiciones sociales, económicas y ambientales del entorno, a partir del análisis de la información se deben definir metas alcanzables, mediante un plan de trabajo que debe ser puesto en marcha y monitoreado para evaluar el grado de cumplimiento o los ajustes que deben realizarse.



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Dirigiendo los objetivos a incrementar la productividad de la parcela, conservar los recursos naturales y mejorar el bienestar de la comunidad involucrada.

Es importante definir el porqué, para qué, dónde, cómo y quienes llevan a cabo tal proceso, con qué apoyos, qué limitaciones y obstáculos se pueden enfrentar y cuáles pueden ser los beneficios. Hacer una revisión para identificar prácticas agroecológicas predominantes en cada región, que pueden considerarse como experiencias exitosas para destacar sus interacciones ecológicas, sin obviar las económicas y sociales. Aquí importa precisar que los diseños agroecológicos son específicos del sitio en el cual se llevan a cabo y que lo que se puede replicar en otro sistema no son las técnicas, sino las interacciones ecológicas y sinergias que gobiernan la sostenibilidad. No tiene sentido transferir tecnologías o prácticas de un sistema a otro, si tales tecnologías no son capaces de replicar las interacciones ecológicas asociadas con esas prácticas. Ese es el punto de interés de este acercamiento a las experiencias alternativas exitosas de cada región: identificar, con fines de réplica, las interacciones ecológicas de tales prácticas y procesos, por lo cual es fundamental el monitoreo y seguimiento puntual de estas últimas, su ajuste a las condiciones ecosistémicas de cada contexto, hasta lograr el objetivo deseado, el mejoramiento de interacciones ecológicas del predio que redunden en beneficios económicos y sociales.

Para definir el sitio en el que se ubicarán los faros agroecológicos se realizará mediante la creación de un modelo dimensional que permita combinar y ponderar diferentes criterios. El eje central del modelo será en Proceso Analítico Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés), el cual permite el análisis multicriterio, así como, la asignación de pasos preferenciales en acuerdo al objetivo general del proyecto. Los criterios generales para utilizar en el modelo son; la diversidad de cultivos, número de personas que habitan en la región, número de personas que están por debajo de la línea de pobreza, marginación alimentaria y educativa, tenencia de la tierra, condiciones sísmicas de la región, tipo de vegetación, estrés del suelo de cultivo, entre otras, se obtendrán datos indirectos de sitios oficiales de la secretarías como son **SADER** (cierre agrícola 2020, cierre pecuario 2020), **CONAPO** (índices de pobreza), **RAN** (tenencia y uso de tierra), INEGI 2020 (socio demografía), **CONEVAL** (marginación), **IMT** (Comunicaciones), **CNA** (cuencas e Indicadores atmosféricos), entre otros. Para definición de los criterios se realizará un análisis exploratorio de datos, a la base conformada de las fuentes antes descritas siguiendo la estrategia mostrada en el diagrama.

Con base a estos resultados se analizarán varios escenarios, jerarquizando los municipios contiguos de productores de maíz de cada región, y que tengan acceso a infraestructura de movilidad, principalmente carreteras. Para esto se explorará el portal del Instituto Mexicano del Transporte. El acceso a transporte es para optimizar los tiempos de traslado y los recursos humanos, trataremos de reducir la dispersión de predios, buscando municipios contiguos en los cuales reunamos un mayor número de productores y que cuenten con carreteras para mejor acceso a los predios. Es importante mencionar que cada faro al finalizar el proyecto representará entre 8 y 10 mil ha, por lo que el número de productores en cada faro puede variar en función de la cantidad de hectáreas que cada productor destine al proceso de transición agroecológica. Los faros se establecerán al menos uno por entidad



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

federativa (Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, Jalisco, Nayarit, Michoacán, Guanajuato, México, Veracruz, Oaxaca, Campeche y Chiapas). Los municipios resultantes de esta exploración serán consensuados entre los integrantes del equipo de investigación, y personal del equipo de la EAT de SADER de manera que se garantice los lugares más idóneos.

Diagnóstico de suelos y establecimiento de infraestructura agroecológica en regiones en las que se implementará la transición agroecológica.

El suelo de cultivo es un elemento central del desarrollo de los países de acuerdo con la Asamblea General de la ONU (ONU,2014). Se ha determinado que el 34 % de los suelos de cultivo en el mundo presentan degradación y agotamiento de nutrientes, reduciendo su productividad. En este proyecto se inicia un diagnóstico base de suelos realizando una colecta de muestras de los predios de productores que se incorporen al proceso de transición agroecológica. Antes de la toma de muestra se informará a los productores del diagnóstico de suelo que se debe realizar para conocer el estado de los suelos antes del proceso de transición agroecológica y las prácticas que se deben utilizar para equilibrarlo y ponerlo en las condiciones de recibir la siembra de maíz. Después de esta información y mantener el interés, se realizará el muestreo. Las muestras de suelo serán colectadas por los técnicos agroecológicos siguiendo el protocolo de muestreo cinco de oros descrita por INIFAP. Este método consiste en obtener cinco muestras de suelo por ha. Para las tomas de muestra se realizarán excavaciones de 20 por 20 cm de ancho y 30 cm de profundo, colectando alrededor de 1 kg por muestra. Todas las muestras colectadas serán enviadas al laboratorio, para ser analizadas mediante la tecnología de resonancia magnética (equipo MARS II). Analizando condiciones físicos-químicos (Compactación, materia orgánica, humedad, pH, minerales, ácidos húmicos y fúlvicos, ác. orgánicos y aminoácidos, biorremediadores y metales pesados) y microbiológicas (microorganismos benéficos y microorganismos patógenos). Con base en los resultados de cada predio al análisis de los resultados de cada predio, se está preparando la propuesta de recuperación de parámetros de suelo para cada productor servirá de punto de partida y como base para generar el plan de manejo de arranque del cultivo.

En cada faro agroecológico se deberá establecer la infraestructura agroecológica, previo al establecimiento de la siembra, por lo que paralelamente al diagnóstico de suelo se realizará una exploración de la región para establecer las áreas de producción de bio-insumos, módulos de lombricomposta, preparación de lixiviados, bioles, unidades de multiplicación artesanal de microorganismos benéficos que se incorporan a los suelos para incrementar poblaciones microbianas (biofábricas). Estas biofábricas consisten en tanques (tinacos), cisternas, bombas tubería de pvc para



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

mover agua, el número de tanques depende de la calidad de suelo de cada región, teniendo como máximo 10. Es importante tener identificados y localizados productores de bioinsumos comerciales como fórmulas de enraizamiento, promotores de crecimiento, desarrollo, floración, amarre y llenado de granos y formulaciones de elementos químicos. Es recomendable colocar estaciones meteorológicas o tener ubicada alguna ya establecida muy cerca del faro, la información climatológica a nivel local/nacional es de gran relevancia para preparar el cultivo ante pronóstico de condiciones climáticas adversas y prevención de plagas y enfermedades, la valoración de históricos climatológicos nos permite hacer proyecciones y diseñar planes de prevención y contención de eventos dañinos al cultivo preparando a la planta dependiendo de la etapa fenológica. Al finalizar el proyecto se tendrán documentadas por entidad y faro (en caso de haber más de un por entidad) las prácticas que se utilizarán en cada etapa fenológica del cultivo de maíz. La infraestructura agroecológica la construye el productor cooperante con sus recursos, en este proyecto se apoya con materiales, equipos básicos conocimientos para la instalación y funcionamiento de la infraestructura. Toda la infraestructura agroecológica será de doble propósito, la reproducción de microorganismos benéficos y bioinsumos y para capacitación de técnicos y productores participantes en la transición agroecológica del cultivo de maíz.

Diseño del Plan de Transición Agroecológica (PTA) en los predios incorporados al proyecto.

El plan de transición agroecológica en cada región depende de las características específicas de cada una de ellas. Un elemento común que tendrán los PTA en cada es que el manejo técnico estará basado en el sistema Suelo-Planta-Medio ambiente, teniendo el mejoramiento del suelo como un pilar importante de la transición agroecológica, respecto al medio ambiente, se tendrá control de las condiciones climáticas que afecten el cultivo por provocar daños bióticos y abióticos, y en la planta, es importantísimo la intervención en función de la fisiología del cultivo de maíz, la nutrición y estar induciendo la resistencia de la planta. Todo este manejo del cultivo es dependiente de la producción y uso de bioinsumos, los cuales serán diferentes en las distintas regiones, ya que la elaboración de muchos bioinsumos depende de la disponibilidad de materiales locales y prácticas agroecológicas.

De manera general el PTA se iniciará con el re-establecimiento del equilibrio físico-químico-biológico, equilibrando pH, CE, ORP, descompactación, elementos químicos, orgánicos, oxigenación de suelos, enriquecimiento de materia orgánica (MO), Manejo microbiológico de suelo para regulación de poblaciones de patógenas de plagas y enfermedades (inoculación de consorcios de MOO/dosis invasivas/dosis selectivas). Cada acción correctiva, se evalúa hasta considerar en equilibrio el sistema suelo. Se continúa con arreglos topológicos y prácticas culturales, que incluyen preparación del suelo para la siembra, se evalúa y adecúa la nutrición vegetal pre-siembra a través de lombricomposta, microorganismos eficientes, fertilización macro/microelementos químicos, fertilización foliar (lixiviados). Durante el desarrollo de las plantas se realiza la inducción de desarrollo productivo y vegetativo a través de fórmulas hormonales de orgánicas de acuerdo con cada etapa fenológica de la planta. Inductores para aumentar producción vía aceleración/retraso/aumento de división celular, de maduración



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

mediante fijación de nutrientes (N, S,K, zinc etc.), descomposición y mineralización de la materia orgánica; solubilización de nutrientes del suelo (sin remineralizar), quelación, movilización y promotoras de hormonas del crecimiento. Se incorporan prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades, y estreses abióticos mediante el uso de trampas vivas, atrayentes sexuales, alimenticios y aplicación de insectos benéficos. Durante todo el ciclo del cultivo es indispensable monitorear frecuentemente el estado del cultivo y su ecosistema, desde nivel atmosférico hasta molecular por lo que se requiere equipos y herramientas que permitan establecer un diagnóstico (4 durante el ciclo de cultivo) permanente de las parcelas de los productores para generar recomendaciones de acción en cada etapa fenológica y en tiempo real. Se busca incrementar el número de prácticas incorporadas al cultivo para reducir, hasta eliminar, el uso de insumos de síntesis química, mejorando las condiciones de fertilidad de los suelos, reducir su compactación, acondicionar su pH, elevar su conductividad eléctrica (CE), e incrementar su potencial redox. Se induce la resistencia de los cultivos para soportar heladas, compensar la falta de frío, recuperar afectaciones por granizo, resistir a inundaciones o sequías; mejorar tamaño de frutos y momentos de madurez, entre otros. Con estos criterios el PTA atiende desde acondicionar suelo hasta la cosecha. El establecimiento y revisión de bitácoras de trabajo son importantes para que el productor sea cada vez más independiente del técnico agroecológico. Paralelo a este proceso se trabajará en la búsqueda de nuevas fuentes de nitrógeno orgánico. Prácticas generales por etapa utilizadas en un cultivo de maíz agroecológico:

(Etapa) Permanentes:

- Monitoreo de variables meteorológicas
- Registro de Información
- Elaboración de bioinsumos

(Etapa) Acondicionamiento del suelo:

- Análisis de suelo físico, químico y microbiológico
- Trazo de curvas de nivel, siembra de especies vegetales en bordes
- Subsoleo
- Aplicación de ácidos orgánicos, lixiviados
- Incorporación de residuos de cosecha y de arvenses y/o abonos verdes antes de la siembra.
- Aplicación de compostas, lombricompostas, lixiviados
- Aplicación de microorganismos benéficos (para descomponer materia orgánica, fijar nutrientes, regulación de patógenos)
- Aplicación de harinas de roca, ácidos húmicos, fúlvicos, carboxílicos

(Etapa) Siembra:

- Uso de semillas adaptadas a la región
- Trazo de siembra y densidad apropiada
- Inoculación con harinas de roca y Microorganismos

(Etapa) Nutrición:

- Aplicación de bioinsumos (lixiviados, bioles)
- Aplicación de microorganismos fijadores y solubilizadores
- Aplicación de inductores de resistencia vegetal
- Aplicación de fitohormonas



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

(Etapa) Manejo de Plantas no deseadas:

- Mecanizado: trituración e incorporación
- Manual: chapeo o chaponeo
- Mecanizado: cultivadora
- Manual: deshierbe
- Aplicación de ácidos orgánicos
- Aplicación de nutrientes diluïdos que actúan como quemantes
- Aplicación de sustancias alelopáticas
- Aplicación de fitohormonas de crecimiento al cultivo para detonar crecimiento y hacer sombra en el surco.

(Etapa) Manejo Fitosanitario

- Establecimiento de trampas
- Monitoreo
- Aplicación de Inductores de resistencia
- Aplicación de microorganismos entomófagos, entomopatogenos
- Liberación de insectos benéficos
- Aplicación de extractos vegetales

(Etapa) Cosecha

- Mejoramiento participativo, selección de plantas y mazorcas a destinar como semilla en el siguiente ciclo

(Etapa) Manejo Postcosecha:

- Bancos comunitarios
- Almacenamiento de grano • Uso de bolsas herméticas • Uso de silos metálicos
- Uso de plantas repelentes a insectos

Instalación de escuelas de campo dirigidas al manejo agroecológico

Las escuelas de campo son inherentes a cada faro agroecológico, por lo que, en cada faro se establecerán la correspondiente escuela de campo, que son los espacios para la formación y el aprendizaje de la comunidad (productores, técnicos, investigadores y promotores), donde se comparten conocimientos técnicos y procesos agroecológicos para guiar a los productores locales hacia el diseño de sistemas agrarios más sostenibles mediante el intercambio de tecnologías tradicionales (saberes) de alta eficiencia con aprendizaje práctico de preparación de bioinsumos, incluyendo los adelantos científicos de utilización práctica y discusión de resultado de procesos agroecológicos y tecnologías de fácil apropiación, focalizando esfuerzos en validación de las prácticas para ser aplicadas por los productores a mayor escala. El fortalecimiento de las capacidades en las escuelas de campo a través de talleres cortos que promuevan acciones colectivas para convertir los principios agroecológicos en estrategias prácticas que incremente el poder de la agroecología, mediante la movilización de la creatividad colectiva y el ingenio social, acelerando el desarrollo de procesos productivos todas estas acciones con un seguimiento técnico-científico. Todo el conocimiento generado en las escuelas de campo se pone a disposición de las unidades productivas para garantizar eficiencia productiva, elevando el actual coeficiente de producción por superficie por unidad en el tiempo y lograr sistemas de protección de los suelos, de los cuerpos de agua, de sus valores culturales y de los agroecosistemas.



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Por logística del proyecto, en principio tenemos propuesta dos escuelas de campo por mes por faro, de las siguientes temáticas: Escuela de campo para la producción de bioles nutritivos; Escuela de campo para prácticas agroecológico para conservación del agua; Escuela de campo para manejo de arvenses; Escuela de campo para manejo fitosanitario de cultivos agroecológicos; Escuela de campo para selección de semillas y manejo pos cosecha; Escuela de campo para el análisis de oportunidad de mercado. Escuela de campo para acondicionamiento de suelo; Escuela de campo para uso de herramientas de medición de condiciones del suelo. Adicionalmente se promoverá el intercambio de conocimiento práctico entre productores y técnicos en el dominio y adopción de tecnologías mediante el proceso “aprender haciendo”, bajo un sistema de acompañamiento técnico a los productores para retroalimentar su conocimiento.

Estas escuelas de campo serán una vía para la ampliación de la agroecología donde los casos de éxito (nuevas formas de cultivar bien adaptadas a las circunstancias locales para que estas sirvan como módulos demostrativos) en la transición se irradian a las comunidades contiguas, a través de la comunicación productor a productor. Estas acciones son valiosas para que las iniciativas agroecológicas concretas se difundan y amplíen, tanto en número de agricultores como a mayor escala geográfica. Por supuesto, todas estas estrategias deben complementarse con acuerdos de mercado solidarios entre agricultores y consumidores a fin de proporcionar viabilidad económica para la ampliación de la agroecología.

En las escuelas de campo se propone capacitar el mayor número de jóvenes en tecnologías y conocimientos en manejo agroecológico del cultivo de maíz durante el tiempo que dure el proyecto. La integración de jóvenes se realizará a través del programa de jóvenes construyendo el futuro del Gobierno Federal. El tener conocimientos agroecológicos a estos jóvenes les brinda la oportunidad de empleo e ingreso dignos para las nuevas generaciones del campo, reduciendo la migración a las zonas urbanas y generando prosperidad en las comunidades rurales.

Cuantificación de glifosato y su metabolito principal ácido aminometilfosfónico (AMPA) en muestras de suelo y mazorcas de maíz.

Un objetivo relevante de este proyecto es la eliminación del uso de glifosato en cultivos de maíz en transición agroecológica. Por lo que se realizarán evaluaciones de este herbicida en suelos de predios antes y después de la aplicación de prácticas agroecológicas. Igualmente se analizará al final de cada ciclo de cultivo en el grano de maíz cultivado agroecológicamente. El análisis se realizará siguiendo la metodología de Rojas-Rodríguez (2015). Esta metodología consiste en utilizar una matriz de fase sólida para la extracción del analito seguido por su cuantificación en cromatografía líquida de alta resolución utilizando un detector de fluorescencia. El acondicionamiento de la matriz se realiza haciendo uso de solventes de distintas polaridades para prepararla para su interacción con el analito a fin de promover la retención. Después de este acondicionamiento La muestra puede ser aplicada al adsorbente a un flujo constante entre 1-10 mL/min, a fin de optimizar los rendimientos. Se eliminan selectivamente las impurezas ligadas al adsorbente mediante el lavado con un solvente cuya polaridad sea diferente a la del compuesto de interés. Posteriormente, se realizar una etapa de secado del



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

cartucho con nitrógeno para eliminar agua. Esta etapa permite mejorar la elución de los analitos en el sistema cromatográfico. Los analitos extraídos en el material adsorbente, son eluidos con un disolvente adecuado a fin de disminuir las interacciones entre analito-adsorbente. Posteriormente se realiza una derivatización con OPA (*o-ftalaldehído*). Para el caso de las muestras de material vegetal, estas son previamente liofilizadas alrededor de 48 horas, luego son molidas hasta obtener un polvo fino que se almacena a -20°C hasta su análisis. También, se adiciona ácido clorhídrico 1,0 M para aumentar el área de pico en detecciones de AMPA y controlar el pH durante la extracción. A continuación, la muestra es llevada a sonicación, agitación de 40 rpm por 30 min y centrifugación, y el sobrenadante es recogido sobre un cartucho de SPE de poliestirendivinilbenceno o trimetilaminopropilo que previamente será acondicionado con metanol y ácido fórmico al 0,1%. Para la cuantificación de glifosato y AMPA por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), se utilizará una columna de fase reversa (C18 ODS) acoplada a un detector de fluorescencia.

Evaluación de proceso de transición agroecológica.

Para evaluar el proceso de transición agroecológica se considere las características del faro agroecológico (inicial, en transición, establecido), se seleccionarán indicadores que permitieran visualizar los cambios producidos durante el mismo, intentando visibilizar los procesos claves en la transformación del sistema. El criterio de selección de indicadores debe ser cuantitativos para facilitar el análisis. Para este análisis utilizaremos los indicadores que muestren sensibilidad a los cambios durante la transición. Se seleccionaron indicadores en tres categorías: sustentabilidad (productividad, número de prácticas aplicadas), ambiental (riqueza de especies en el suelo, tasa de descompactación, reducción de glifosato en suelo y alimento) y eficiencia económica (comparan los planes de manejo convencionales versus agroecológico, margen de ganancia, costos por bioinsumos). En caso de que estos indicadores no muestren sensibilidad a los cambios, se utilizarán otros indicadores. La cuantificación de parámetros se realizará por ciclo de cultivo y la evaluación se realizará anual y a al finalizar el proyecto. Puntualmente, el análisis se centrará en los estudios comparativos de los resultados obtenidos en cada faro agroecológicos tanto en costos como en rendimientos, también se realizarán comparativos entre los planes de manejo agroecológicos versus el plan de manejo convencional. Este análisis nos permitirá determinar la productividad de cada unidad agroecológica tanto por año como por los tres años de implementación. La mejora en la productividad del cultivo estará relacionada con el mejoramiento del suelo que se presenta año con año. El análisis integral de los procesos agroecológicos implementados nos ayudará a ir traduciendo los principios agroecológicos en estrategias prácticas para la gestión del suelo, el agua y la biodiversidad para mejorar la producción, lo que permite la trascendencia de este esquema de producir alimentos. Al finalizar cada ciclo productivo del cultivo de maíz, en cada faro agroecológico se realizarán evaluaciones indicativas de cómo vamos alcanzando las características deseables de un faro agroecológico, como son: la diversidad, las sinergias, la eficiencia, la resiliencia, el reciclaje y la creación conjunta y el intercambio de conocimientos, los valores humanos y sociales, la cultura y tradiciones alimentarias y la economía



circular y solidaria. La diversidad y las sinergias biológicas se promoverán mediante las rotaciones anuales con cultivos de leguminosas que potencian las funciones ecológicas del suelo, lo que da lugar a un aumento de la eficiencia en el uso de los recursos y de la resiliencia. La eficiencia de los sistemas agroecológicos se medirá a través de la relación equivalente de tierra (LER). Para determinar LER se compara los rendimientos de los cultivos manejados agroecológicamente con los que se obtienen de monocultivos tradicionales. Los sistemas agroecológicos integrados a menudo demuestran LER más altas. El tratamiento estadístico de los datos se trabajará en una matriz de correlación de Pearson entre los indicadores mencionados y se realizará utilizando el Software R studio. Donde se representan la fuerza y dirección de la relación entre las variables, pudiendo determinar cuáles variables de cada indicador son determinantes para el proceso de transición. De este análisis surgirán los cambios y decisiones para iniciar el siguiente ciclo del cultivo.

Se evaluará el avance en la caracterización de las ventajas intrínsecas y puntos críticos ambientales y socio-culturales por zona agrícola de cada entidad, información posible de georreferenciar por lo que se plantea realizar tal proceso. Se identificarán además las formas de propiedad territorial y organizaciones sociales en torno al maíz, así como los estilos de vida de la población residente en localidades cercanas a los predios beneficiados (sus tradiciones, hábitos, conductas y comportamientos socio-culturales asociados con prácticas de alimentación en torno al maíz) a través de encuestas directas a los participantes. Al concluir el diagnóstico socio-cultural, se inicia la estrategia de comunicación social, para fortalecer la transición agroecológica, con énfasis en el cultivo del maíz y prácticas alimentarias tradicionales asociadas. Para el Seguimiento de prácticas agroecológicas

Cada faro agroecológico contará con:

Manual de procedimientos y registros.

- Información general del predio (inicial, transición y establecido)
- Procedimiento y bitácora de condiciones del suelo
- Procedimiento y bitácora de producción de insumos
- Procedimiento y bitácoras de aplicación de insumos
- Procedimiento y bitácora de prácticas agroecológicas en el cultivo
- Procedimiento y bitácora de cosecha y rendimientos
- Procedimiento y registro de costos de insumos.

Identificación de bases ambientales culturales de los sistemas tradicionales, punto de partida del diseño del proceso de transición agroecológica.

La descripción territorial y sociocultural de las regiones participante, constituye la información base que sustenta el proceso de investigación-acción de alcance ambiental y sociocultural que se propone. Primero se realiza una exhaustiva revisión bibliográfica para diseñar los instrumentos de investigación (cuestionarios y entrevistas) para obtener información de informantes claves. Esta información se analizará tanto por técnicas cualitativas y cuantitativas y se conformará una base de datos concreta a partir de la cual se pudiera analizar más críticamente los cambios ocurridos en el área



de influencia, determinando el impacto del proyecto en la perspectiva de la sustentabilidad de la comunidad.

Es importante valorar si los productores/as agrícolas participantes en proyecto e interesados en la transición agroecológica del cultivo del maíz, cuentan con el conocimiento adecuado de la propuesta que se desea implementar y se responsabilizan del desarrollo y ejecución de las actividades por realizar. En ese sentido, se aplicarán una entrevista semiestructurada para valorar:

- Que el personal técnico y los promotores dispongan de un conocimiento suficiente de los diferentes sistemas productivos que se encuentran en el predio, así como de lo que se puede sugerir en el manejo de este, buscando la sostenibilidad y rentabilidad de la producción.
- Que los promotores tengan la sensibilidad suficiente para poder captar las tecnologías y sistemas de producción validos que los agricultores de la región o en condiciones ecosistémicas similares vienen utilizando ancestralmente.
- Precisar un periodo adecuado de transición, para evitar riesgos a la producción del cultivo.
- Quienes participan en proceso de planificación del predio (Productores, técnicos, asesores, etc)
- Diseño de un plan que permite visibilizar los beneficios tangibles a corto, mediano y largo plazo, de manera que justifique el esfuerzo que demanda un manejo agroecológico del predio.

Identificación de prácticas de riesgo por uso de agroquímicos particularmente glifosato.

Se diseñará un instrumento que retomando la estructura propuesta por Escalona Aguilar et al., 2021 (por una agricultura sin glifosato). El propósito es vislumbrar alternativas agroecológicas para la sustitución del glifosato. Desde tal perspectiva técnica y con relación a las alternativas agroecológicas para la sustitución del glifosato, interesa explorar el conocimiento que tienen los productores/as agrícolas sobre el manejo integrado de arvenses (MIA). El MIA engloba diferentes prácticas que pueden funcionar en diferentes escalas, dependiendo del agroecosistema, que no intentan erradicar las arvenses y ocasionar un desequilibrio ambiental, sino minimizar su impacto a través de entender las condiciones que las hacen prosperar y combinar practicas físicas, mecánicas, químicas, biológicas y culturales para mantenerlas en niveles aceptables.

Estrategia de comunicación que favorecen la transición agroecológica.

Una de las estrategias de la socialización del conocimiento agroecológico es la comunicación social, esta ultima consiste en contar con información clara que permita sensibilizar a un número importante de productores que puedan incorporar prácticas agroecológicas, por lo que los instrumentos principales serán eventos, tales como talleres de información y sensibilización. Además de información técnica impresa presentada de manera muy didáctica y lenguaje accesible, considerando el perfil de los productores que se desea incorporar al proyecto, es decir, un diseño gráfico con contenido visual informativo y formativo.

En una primera fase se realizarán talleres para capacitar a los técnicos agroecológicos que estarán acompañando a los productores agrícolas que se incorporen en el proceso de transición agroecológica, de manera que sean capaces de establecer las condiciones incluyentes, necesario para la construcción de conocimiento en torno a las prácticas de producción y manejo del cultivo de maíz,



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

ad hoc a cada contexto. Estos talleres se presentarán en ciudades donde sea más accesible acudir para el mayor número de personas ya que es logísticamente complicado realizarlos en cada faro agroecológico. Los ejes del taller serán los principios agroecológicos y la ruta metodológica del proceso de transición, así como las técnicas que favorecen el aprendizaje significativo priorizando el fortalecimiento de las capacidades técnicas y organizativas de los productores agrícolas, siendo los sujetos protagónicos en la posible articulación comunitaria del proyecto, pueden potenciar y garantizar la transición agroecológica. Habrá que identificar también los indicadores que den cuenta del proceso de apropiación cultural del modelo de transición: conocimientos locales en torno al cultivo del maíz, conocimientos ancestrales, identificar otros aspectos que se pueden generar durante el proceso de transición y que van más allá de la parcela.

Acciones importantes del plan de general de comunicación y difusión:

- Programa de talleres de capacitación para socializar los conocimientos relacionados con el desarrollo de prácticas agroecológicas en los productores de maíz.
- Conformación de grupos vinculados al proyecto, -para que sean promotores de la transición agroecológica entre los productores involucrados en el FA
- Reuniones de intercambio de experiencias entre los productores con experiencias en algunas prácticas (o la totalidad) agroecológicas con los que se vayan incorporando al proyecto
- Talleres cortos para fomentar el desarrollo de prácticas agroecológicas
- Talleres de capacitación sobre programas agroecológicos en parcelas, con una visión emprendedora, en donde se analicen los diferentes aspectos que implica la transición agroecológica (comercialización, creación o construcción de infraestructura, etc.) por especialistas
- Difusión las acciones de la transición agroecológica en medios de comunicación local y regional o estatal.
- Realizar eventos como ferias a nivel municipal para dar a conocer las diversas experiencias en materia de transición agroecológica

Estrategia metodológica para el estudio de la organización de los productores, circuitos de mercado cortos y largos y análisis económico de la transición agroecológica del cultivo de maíz

Este procedimiento se fundamenta en el principio de que una organización eficiente, es la que está alineada a los consumidores. Para el análisis de la organización de productores y circuitos de mercado se realizará desde dos perspectivas, complementarias entre sí: a) el análisis de información generada por fuentes indirectas (revisión bibliográfica rigurosa y sistemática de fuentes académicas y bases de datos oficiales SADER, RAN, SNIM, INEGI, FIRA y FND). b) observación participativa, que busca un análisis percibido y vivido por el productor/a agrícola. Esta observación es guiada por parámetros socioculturales y económicos que buscan verificar lo afirmado en instrumentos más rigurosos; mismos que se proporcionarían a través de una entrevista semiestructurada integrada por dimensiones. Se consideran ambas perspectivas analíticas y se asume que habrá que confrontarlas a fin de obtener un diagnóstico más preciso. De las bases de datos se evaluará el tamaño del territorio donde se ubicarán los faros y posible rango de influencia de éste, tipo de productores en cuanto a la tenencia de la tierra, tamaño de las parcelas, formas organizativas existentes, estructura general de



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

costos y sistema de precios. Esta información se complementará con la entrevista semiestructurada y la observación participativa anteriormente citada. Estos dos instrumentos permitirán precisar y verificar la información indirecta obtenida de las bases de datos. Este proceso se complementará con información colectada con un segundo instrumento que se aplicará a comercializadores de corta distancia y larga distancia. Esto permitirá determinar la eficiencia de las organizaciones agrícolas en dichos espacios de consumidores (larga y corta distancia) pues tanto las bases de datos indirectos y la aplicación de entrevistas semiestructuradas coadyuvaran a configurar el análisis costo beneficio y determinar la rentabilidad de este esquema de comercialización en cada región/entidad participante en el proyecto. Estos procedimientos metodológicos, citados con anterioridad, generan información relevante para establecer una taxonomía de productores, misma que podrá integrarse según sea la etapa evolutiva del proyecto. Taxonomía actual mediante los criterios de: forma organizativa, número de integrantes, extensión territorial, ubicación, rendimientos, costos y rentabilidad, circuitos de consumidores, entre otros. Etapa Taxonomía final: incluyendo la mayoría de los criterios anteriores, pero adicionándole el nivel de sustentabilidad dada por las practicas agroecológicas La estrategia contempla fortalecer las capacidades organizativas de los productores en torno a la formación/participación en redes de comercio del maíz, y el conocimiento de la oferta de política pública de los diversos niveles de gobierno en torno a producción agroecológica, con un análisis de cómo se puede articular en beneficio de los productores. La valoración de impacto de tal estrategia será mediante los siguientes parámetros:

1. Rendimientos por hectárea antes y después de la aplicación de prácticas agroecológicas.
2. Costos de producción antes y después de la aplicación de prácticas agroecológicas.
3. Demanda de maíz por circuito corto y largo de consumidores, así como su estructura de precios.
4. Nivel de rentabilidad.

Estos cuatro indicadores se aplicarán para cada uno de los segmentos de productores resultantes de clasificación taxonómica.

Dimensionar el impacto del modelo agroecológico en la productividad y en la seguridad alimentaria.

para dimensionar el impacto del modelo agroecológico, se generará una matriz con indicadores del comportamiento del sistema productivo a través del desarrollo de los ciclos de cultivo cada región/entidad participante en el proyecto. Se calculará la dinámica del sistema, a través de indicadores de productividad sistémicos que expresen un mejor entendimiento de la dinámica del sistema, más allá de los indicadores convencionales de la agricultura como lo es el rendimiento del cultivo por hectárea. Se determinará la viabilidad económica del cultivo en transición, lo cual se estimará mediante la evaluación de estructuras de costos de producción de maíz que permitirá evaluar la viabilidad económica del cultivo en transición. Esta viabilidad económica es un tema de relevancia en la transición agroecológica, y aunque el mayor impacto, se espera sea más visible hasta el final del proyecto, se



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

evaluará desde los primeros ciclos de cultivo agroecológico, para generar la información que conformará estas bases de datos.

Análisis e interpretación de datos cualitativos y cuantitativos obtenidos en el estudio.

Para el análisis e interpretación de resultados, se plantean hipótesis las cuales se probarán de acuerdo con el cumplimiento de los supuestos de los métodos de contraste. A continuación, se describe los métodos que se utilizarán según la fuente de las variables.

- 1) Cuando se involucren solo variables métricas y cumplan con los criterios de paramétricos, se utilizan índices de correlación de Pearson. Así mismo, se podrán comprobar las hipótesis a través del análisis de varianza y pruebas t-pareadas, utilizando variables de clasificación categóricas.
- 2) Cuando se involucren solo variables métricas y no cumplan con los criterios de paramétricos, se utilizan índices de correlación de Spearman y Kendall. Así mismo, se comprobarán las hipótesis con Mann-Whitney-Wilcoxon, utilizando variables de clasificación categóricas.
- 3) En el caso de combinación de variables categóricas y/o cuantitativas, se utilizarán pruebas de Chi-cuadrada para probar hipótesis de asociación e independencia.

Se aplicarán métodos no supervisados y supervisados de aprendizaje automático para buscar explicar el grado de avance en la transición agroecológica. Se utilizarán softwares estadísticos como R studio, para correlaciones de Pearson, SPSS para la estadística descriptiva, análisis de factores o análisis de conglomerados y SAS para el análisis multivariante, el análisis predictivo y la gestión de datos.

GRUPO DE TRABAJO.

Dra. Irasema Vargas Arispuro. Responsable técnico del proyecto. Química Agrícola. CIAD, Hermosillo
Dr. Héctor Manuel Robles Berlanga. SADER
Dr. Miguel Ángel Martínez Téllez. Fisiología Vegetal, inocuidad y extensionismo. CIAD, Hermosillo
Dr. Antonios de Jesús Meraz Jiménez. Geografía social y humana. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
Dr. Jesús Martín Robles Parra. Organización, mercado y cadenas productivas. CIAD, Hermosillo
Dr. Pablo Wong González. Desarrollo regional y territorial. CIAD, Hermosillo
Ing. José Atahualpa Estrada Aguilar. SADER
Dr. Tomas Osuna Enciso. Nutrición Hortícola. CIAD, Culiacán
Dra. Adriana Sañudo Barajas. Fisiología Vegetal extensionismo. CIAD, Culiacán
Dr. Miguel Ángel Angulo Escalante. Nuevas fuentes de bioinsecticidas. CIAD, Culiacán
Dr. Gerardo Torres García. Tecnología de Alimentos. CIAD, Nayarit
Leticia López. ANEC Especialista práctico en ACCI-MICI. Capacitación agroecológica
Luis Chaparro. ANEC Especialista práctico en agroecología. Capacitación agroecológica
Dr. José Juan Valdespino Andrade. Especialista práctico en ACCI-MICI. Capacitación ACCI-MICI
M.C. José Grageda Grageda. Meteorólogo. INIFAP Sonora
M.C. Agustín Fu Castillo. Entomólogo INIFAP, Sonora.
M.C. Adriana Contreras Valenzuela. Organismos benéficos. Junta Local de SV Caborca, Sonora
Dr. Alejandro Mohar. Sistemas Socio-ecológicos Centro GEO.



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

PRODUCTOS OBTENIDOS. .

2.1) Documento descriptivo de criterios conceptuales considerados para establecimiento de Faros Agroecológicos y descripción de los planes de manejo de cada faro establecido por región/entidad participante en el proyecto.

2.2) Informe del proceso de instalación, seguimiento y talleres de escuelas de campo por región/entidad participante en proyecto

2.3) Documento que contenga las prácticas agroecológicas utilizadas en cada región/entidad, estatus de producción y adopción por productores

2.4) Directorio georreferenciado de productores/productoras de maíz, participantes en proyecto, incorporados al padrón de transición agroecológica nacional.

2.5) Generar una taxonomía de sistemas de producción en base a datos de espacio geográfico y el volumen de producción a partir de la incorporación de las prácticas implementadas del modelo agroecológico.

2.6) Generar matriz de indicadores que permitan dimensionar el impacto del modelo agroecológico en la productividad y en la seguridad alimentaria.

Dr. Marco Antonio Carreón, director regional del Noroeste del INIFAP.

M.C. Emmanuel Aispuro Hernández. CIAD

M.C. Consuelo Corrales Maldonado CIAD

2.7) Documento descriptivo de resultados de estrategia de comunicación y organización diseñada para fortalecer las capacidades

4. BENEFICIOS, RESULTADOS Y USUARIOS FINALES.

Los beneficiarios de los resultados de este proyecto serán los Productores de maíz de 14 entidades federativas en México y municipios donde se establezcan los Faros agroecológicos, así como la población de los 35 municipios en los que funcionan los Faros agroecológicos. .

5. PROBLEMÁTICAS Y DIFICULTADES ENCONTRADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO. Describa brevemente los principales retos y dificultades científicas, tecnológicas, de infraestructura, sociales, culturales, etc. a las cuales se enfrentó durante el desarrollo del proyecto y que pudieron afectar su logro.

6. VINCULACIÓN Y ARTICULACIÓN AL IMPLEMENTAR EL MODELO PENTAHÉLICE Este proyecto se ha vinculado con actores de gobierno como secretarios de estado, gobernadores, presidentes municipales, articulando acciones que benefician a los productores de maíz de las 14 regiones en la que incide el proyecto. También se ha vinculado con la académica involucrando Investigadores de Centros públicos y Universidades, que participan directamente en la generación de conocimiento agroecológico en el cultivo de maíz.

7. FINANCIAMIENTO SOLICITADO Y EJERCIDO.



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

El presupuesto total solicitado para esta segunda etapa fue de 33,492,845 pesos y se ejercieron 20,492,845.00 pesos, para el desarrollo de esta segunda etapa, así como posibles fondos complementarios. La justificación de este recurso no-ejercido fue debido a dos factores. El primer factor fue administrativo, ya que el recurso el presupuesto autorizado para esta etapa ingresó al CIAD el 13 de abril del 2022. El trámite ante la Tesorería de la Federación (TESOFE) con una duración de tres semanas para la autorización de la cuenta específica para el manejo de este recurso. Con estos trámites tuvimos acceso a los recursos hasta el mes de mayo del 2022. Este proceso nos llevó a retrasar el inicio del proceso de contratación del equipo técnico en las 14 regiones de intervención, el cual se concretó hasta el mes de junio, y en consecuencia retrasar las actividades técnicas programadas en el proyecto. Esta situación es la justificación de cambiar el número de meses de la etapa de 12 que están programados en la propuesta a 7 meses efectivos de trabajo.

Un segundo factor relacionado con reducción del espacio temporal en el período de ejecución del proyecto, aunado con la fecha de cierre de año fiscal, que es el 30 de noviembre, incrementando la complejidad, la deficiencia en la cadena de suministros, que, en ese tiempo no se recuperaba, quedando sin poder adquirir equipos, materiales y otros insumos incluidos en el presupuesto. Caso concreto fue la adquisición de equipos para análisis de suelo, los cuales se planteó en la propuesta adquirir 14, uno para cada Faro agroecológico, presupuestando 6,300,000.00 pesos para esta compra. Los equipos no fue posible adquirirlos, debido a que se fabrican en Alemania y no era posible que llegaran a México hasta abril del 2023, viéndonos en la necesidad de cancelar esas compras. Este recurso fue necesario reintegrarlo a CONACYT. Otro monto que se reintegró fue el del pago de personal, ya que a una parte del equipo técnico se le pagó a partir del 15 de mayo y a la otra a partir del primero de junio, el recurso no utilizado, se reintegró a CONACYT. En total se reintegraron 11,000,000.00 (once millones de pesos) en el mes de octubre.

8. REFERENCIAS. Máximo 25 referencias.

1. ANEC, 2021. Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Productores del Campo. <https://briogropecuario.com/2018/08/20/que-es-anec/>
2. Arellano-Aguilar, O., y Montero-Montoya, R. (2015). Glifosato y los cultivos transgénicos en México. Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México, 153.
3. Altieri, M. y Toledo, V. 2011. La revolución agroecológica en Latinoamérica. SOCLA. [...](#)
4. Duke, S. O. 2012. Why have no new herbicide modes of action appeared in recent years?. Pest management science. 68(4), 505-512.
5. Duke, S. O. y Dayan, F. E. (2013). Clues to new herbicide mechanisms of action from natural sources. In Pest management with natural products (pp. 203-215). American Chemical Society.
6. FAO, 2018. Iniciativa para ampliar la escala de la agroecología.



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

<http://www.fao.org/3/I9049ES/i9049es.pdf>

7.-FAO y OMS. 2019. Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas - Directrices sobre los Plaguicidas Altamente Peligrosos. Roma. 46 pp. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

8.-Flores, Claudio; Ponce, Pedro y Ramírez, Pedro (2007). "Situación del maíz y la tortilla". Serie Reportes de Investigación. N° 80. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp. 70.

9.-Koochafkan, P., Altieri, M.A., Holt-Gimenez, E. 2012. Green Agriculture: Foundations for Biodiverse, Resilient and Productive Agricultural Systems. International Journal of Agricultural Sustainability 10(1): 61-75.

10.-OMS. 2019. Residuos de plaguicidas en los alimentos. 2018c. <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food> 01/12/2018

11.-PpB, 2020. Programa Producción para el Bienestar, Estrategia de Acompañamiento Técnico. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/componente-acompanamiento-tecnico-233999>.

12.-Rosset, P.M. y M.A. Altieri. 2018. Agroecología: Ciencia y política. Icaria Ed, Barcelona.

13.-SENASICA (2015). Resultados del Programa Nacional de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas en Productos Agrícolas 2005, 2006 y 2007. en <http://senasica.gob.mx/?doc=771> (Fecha de consulta 8 de abril de 2021).

14.-Turrent, F. A., Wise, T. y Garvey, E. (2012). Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. Recuperado de <http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/wp/12-3TurrentMexMaizeSpain.pdf>.

Thomas Jr, V. M., Buckley, L. J., Sullivan Jr, J. D., y Ikawa, M. 1973. Effect of herbicides on the growth of Chlorella and Bacillus using the paper disc method. Weed Science, 449-451.

15.-Van Bruggen, A. H. C., He, M. M., Shin, K., Mai, V., Jeong, K. C., Finckh, M. R., y Morris Jr, J. G. 2018. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. Science of the Total Environment, 616, 255-268.