



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla



Instituto de Ciencias

Posgrado en Ciencias Ambientales

"La tierra no es de nosotros, nosotros somos de la tierra"

**ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD Y LA PARTICIPACIÓN DE LA MUJER
EN AGROECOSISTEMAS DE MAÍZ EN PUEBLA**

TESIS

Para obtener el grado de

MAESTRA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta:

PAULINA MARIACA GARCÍA

Directora de tesis:

Dra. Rosalía del Carmen Castelán Vega



Noviembre 2025



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Instituto de Ciencias



Posgrado en Ciencias Ambientales

“La tierra no es de nosotros, nosotros somos de la tierra”

**ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD Y LA PARTICIPACIÓN DE LA MUJER
EN AGROECOSISTEMAS DE MAÍZ EN PUEBLA**

TESIS

Para obtener el grado de

MAESTRA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta:

PAULINA MARIACA GARCÍA

Comité tutorial:

Directora	Dra. Rosalía del Carmen Castelán Vega
Tutora	Dr. José Víctor Tamariz Flores
Integrante Comité Tutorial	Dra. Araceli Espinoza Márquez
Integrante Comité Tutorial	Dra. Edith Chávez Bravo
Integrante Comité Tutorial	Dra. Sonia E. Silva Gómez

Noviembre 2025

Agradecimientos

A la señora Enriqueta S. y las agricultoras y agricultores de Tecali de Herrera y Cuautinchán, que me permitieron tener cercanía y colaborar con ellos, por abrirme las puertas de sus hogares y de sus vidas. Su apoyo fue fundamental para la elaboración de este trabajo.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo económico otorgado durante dos años para la realización de la maestría.

Al Centro de Investigación en Ciencias Agrícolas (CICA) y su personal, por permitirme realizar este trabajo en sus instalaciones. Agradezco especialmente a la Química Eréndira Corona por su tiempo, su guía, su comprensión y paciencia en los análisis de laboratorios realizados.

A la Mtra. Araceli León García y al Mtro. Julio Rodríguez Cuellar, por el tiempo, la guía y el apoyo otorgado que fue fundamental en las prácticas de campo realizadas para este trabajo.

A los miembros del Comité Tutoral y el Jurado: Dr. José Víctor Tamariz Flores, la Dra. Edith Chávez Bravo, la Dra. Sonia E. Silva Gómez y a la Dra. Araceli Espinoza Márquez, gracias por sus valiosas aportaciones durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al Dr. Víctor Tamariz Flores, por compartir su conocimiento y su tiempo, por su paciencia y su guía, su apoyo fue fundamental durante el proceso de realización de este trabajo de investigación.

A la Dra. Rosalía Castelán Vega, por su acompañamiento y guía, por tanto apoyo y paciencia, por creer en mi y en este trabajo, me encuentro profundamente agradecida e inspirada por su dirección y su humanidad. Agradezco su tiempo y conocimiento compartido para la elaboración de este trabajo.

Dedicatorias

A Emiliano Roblero Mariaca por ser mi más grande inspiración y mi más grande amor.

A Lulú, Juanita Méndez y a Ramón, porque ustedes son mi guía, mi base y mi mundo entero. Por ustedes soy y por ustedes seré.

A Fernanda Mandujano, por tu amistad tan incondicional, tu compañía y apoyo fue fundamental durante este proceso.

A Carol Molina, tu guía y tu apoyo me inspiraron durante toda la maestría, siempre estaré profundamente agradecida.

A Luis Enrique, por brindarme tanto amor y tanto apoyo, agradezco tu compañía, tu calidez y tu cariño durante este proceso.

A mis hermanos, a toda mi familia y a todos mis amigos, su amor y su compañía fueron clave para este logro, gracias por ser y gracias por estar.

Contenido

CAPITULO I: INTRUDUCCIÓN GENERAL.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. ANTECEDENTES	12
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA	14
3. MARCO TEÓRICO	14
3.1 Sustentabilidad.....	14
3.2 Evaluación de la sustentabilidad	15
3.4 El maíz en México	21
3.5 Impacto del cambio climático en la producción de maíz en México	22
3.6 Métodos de cultivo:	23
3.7 Perspectiva de género en la participación de sistemas agrarios.	26
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	28
5. JUSTIFICACIÓN.....	30
6. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	31
7. HIPÓTESIS.....	32
8. OBJETIVO GENERAL	32
9. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
CAPITULO III: ZONA DE ESTUDIO	32
Tecali de Herrera.....	33
Cuautinchán.....	34
CAPITULO IV: DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	35

Paradigma de la investigación:	35
Principios metodológicos:	36
Enfoque de la investigación	36
Fase de Gabinete	36
Fase de Campo	37
Definir el sistema	37
CAPITULO V: RESULTADOS.	47
CAPITULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	85
CONCLUSIONES	121
BIBLIOGRAFÍA.	124
ANEXO	129

Índice de Tablas.

Tabla 1. Comparación de Métodos de evaluación o análisis de la sustentabilidad.....	16
Tabla 2. Encuestas aplicadas a los agricultores.....	53
Tabla 3. Encuestas a las agricultoras.....	58
Tabla 4. Caracterización y selección de muestras.....	69
Tabla 5. Estadística descriptiva para monocultivo.....	74
Tabla 6. Estadística descriptiva para Milpa.....	77
Tabla 7. Estadística descriptiva para MIAF.....	79
Tabla 8. Resultados de análisis de fertilidad.....	80
Tabla 9. Interpretación estadística.....	83
Tabla 10. Indicadores Ambientales Monocultivo.....	94
Tabla 11. Indicadores Ambientales Milpa.....	96
Tabla 12. Indicadores Ambientales MIAF.....	97
Tabla 13. Normalización de los datos.....	100
Tabla 14. Indicadores Sociales Monocultivo.....	100
Tabla 15. Indicadores Sociales Milpa.....	102
Tabla 16. Indicadores Sociales MIAF.....	104
Tabla 17. Normalización de los datos.....	106
Tabla 18. Indicadores Económicos Monocultivo.....	107
Tabla 19. Indicadores Económicos Milpa.....	109
Tabla 20. Indicadores Económicos MIAF.....	111
Tabla 21. Encuestas aplicadas.....	129
Tabla 22. Participación agrícola femenina.....	133

Índice de Figuras.

Figura 1. Ciclo de evaluación de la sustentabilidad (tomado de Masera et al, 1999).	18
Figura 2. Ubicación del municipio de Tecali de Herrera, Puebla. Fuente: INEGI,	34
Figura 3. Ubicación del municipio de Cuautinchán, Puebla. Fuente: INEGI, 2010.	35
Figura 4. Aplicación de encuestas 30/abril/2024.....	51
Figura 5. Aplicación de encuestas 30/abril/2024.....	51
Figura 6. Metodología 5 de oros.	67
Figura 7. Muestreo con agricultores 1. 30/abril/2024.....	67
Figura 8. Muestreo con agricultores 2. 30/abril/2024.....	68
Figura 9. Muestreo con agricultores 3. 30/abril/2024.....	68
Figura 10. Muestreo con agricultores. 30/abril/2024.....	68
Figura 11. Secado y tamizado de muestras. 03/mayo/2024	70
Figura 12. Análisis en laboratorio, determinación de Ca y Mg.....	71
Figura 13. Análisis en laboratorio, determinación de Nitrógeno Total.....	71
Figura 14. Análisis en laboratorio, determinación de P.	71
Figura 15. Análisis en laboratorio, determinación de M.O.	71
Figura 16. Análisis en laboratorio, equipo de destilación.....	71

Índice de Gráficas.

Gráfica 1. Climograma Tecali 2023.	48
Gráfica 2. Estadísticos pH	84

Gráfica 3. Estadísticos CE	84
Gráfica 4. Estadísticos M.O.	84
Gráfica 5 Estadísticos Nitrógeno Total.....	84
Gráfica 6. Estadísticos Fósforo disponible.....	84
Gráfica 7. Estadísticos Calcio	84
Gráfica 8. Estadísticos Magnesio	84
Gráfica 9. Estadísticos Potasio.....	84
Gráfica 10. Estadísticos Sodio	85
Gráfica 11. Medias pH	87
Gráfica 12. Medias CE	88
Gráfica 13. Medias M.O.	88
Gráfica 14. Medias NT	89
Gráfica 15. Medias P disponible	90
Gráfica 16. Medias K	91
Gráfica 17. Medias Ca.....	92
Gráfica 18. Medias Mg.....	93
Gráfica 19. Gráfica radial ambiental milpa.....	97
Gráfica 20. Gráfica radial ambiental monocultivo	95
Gráfica 21. Gráfica radial ambiental MIAF	99
Gráfica 22. Indicadores sociales milpa	103
Gráfica 23. Indicadores sociales monocultivo	101
Gráfica 24. Indicadores sociales MIAF	105
Gráfica 25. Indicadores Económicos Milpa.....	110
Gráfica 26. Indicadores Económicos Monocultivo	108
Gráfica 27. Indicadores Económicos MIAF	112
Gráfica 28. Dimensión Ambiental.....	113
Gráfica 29. Dimensión Social	115
Gráfica 30. Dimensión Económica.....	117

Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1. Proceso agrario. Elaboración propia.....	61
---	----

CAPITULO I: INTRUDUCCIÓN GENERAL.

1. INTRODUCCIÓN

En 1991 la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), proyectó el año 2050 como clave para la seguridad alimentaria, debido a que estima que la población mundial será de 9.1 mil millones de habitantes. Asegurar la alimentación para una población creciente en el contexto del cambio climático, cambio de uso de suelo y eventos extremos, entre otros, se vuelve un desafío que se debe afrontar (Piña, 2000).

El actual modelo de producción de alimentos, que tiene su lógica en una agricultura convencional que deforesta los bosques y las selvas del país, con carácter intensivo, uso excesivo de agroinsumos, mecanización y monocultivos, ha causado impactos negativos en los socioecosistemas. Por otro lado, la compleja situación socioeconómica de la agricultura campesina, acompañada del minifundio, se hace evidente con los altos niveles de pobreza, analfabetismo y migración.

El círculo vicioso de pobreza y degradación ambiental ha resultado muy complicado de erradicar, cuestionando los alcances de los objetivos del desarrollo sostenible y el modelo de desarrollo neoliberal y capitalista en que el que seguimos inmersos.

Ante la concientización del daño ambiental generado por este modelo, han surgido alternativas de producción alimentaria con menor impacto ambiental y que atienden la parte ecológica, pero también la social, la económica y la cultural. Es imperativo generar agroecosistemas alternativos que garanticen la seguridad alimentaria, pero que también sean acordes a las necesidades de la crisis actual, es decir, formas de producción que impacten menos al medio ambiente, y que sean social y económicamente aceptables.

En este sentido, la agricultura sustentable surge como una respuesta a esta crisis generada por la modernización de la agricultura, en procura de una producción de alimentos racional en el uso de los bienes naturales, conllevando a una justicia social viable tanto en el campo de la producción como en el mercado. Este tipo de agricultura se entiende con un enfoque que orienta la producción de alimentos

hacia modelos más sustentables, y que transforma los sistemas productivos actuales causantes de la degradación social y ambiental (Acevedo, A. y Angarita, A., 2022).

La transición de los modelos de agricultura convencional a una más sustentable constituye un reto complejo, que no solo debe incorporar prácticas culturales que no dañen el ambiente, sino también los saberes ancestrales de las comunidades campesinas, que busque el mejoramiento de la productividad en agroecosistemas ambientalmente estables, y dando sustento económico a la familia rural, con igualdad de acceso a recursos y oportunidades en el mercado, con el propósito de asegurar estilos de vida dignos para las comunidades rurales y para la sociedad en general (Acevedo, A. y Angarita, A., 2022).

La agricultura sustentable se fundamenta en un enfoque interdisciplinario, que reconoce el aporte social y cultural de los agricultores campesinos y pueblos originarios, y se sostiene en el aporte del conocimiento tradicional preindustrial para la construcción de una agricultura que asegure el cuidado ambiental como la justicia social (Acevedo, A. y Angarita, A., 2022).

A partir de esta narrativa es indispensable identificar formas de manejo agrícola en donde la producción no supere la capacidad de adaptabilidad de los agroecosistemas, que se basen en una racionalidad ambiental, donde la producción de alimentos sea compatible con la naturaleza.

En este sentido resulta imperante realizar la evaluación de la sustentabilidad de diferentes agroecosistemas, así como identificar el grado de daño ambiental que las formas de manejo generan, el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) es una herramienta que realiza esta medición con la valoración de siete criterios de desempeño estructurados a partir de 15 indicadores, se basa en un enfoque multidimensional de desarrollo sustentable que evalúa aspectos que tengan validez para un determinado lugar geográfico, en una escala espacial y un período determinado.

La presente investigación se plantea como objetivo evaluar los niveles de sustentabilidad de diversos agroecosistemas de maíz en Puebla, empleando como herramienta de análisis el “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad”

(MESMIS), a su vez se determinará el grado de participación de la mujer en las diversas actividades agrícolas que integran el cultivo de este grano.

Esto permitirá identificar las bases teórico-prácticas que den elementos para proponer un modelo de producción de maíz apoyado en herramientas y estrategias con perspectivas sustentables que den visibilidad al papel fundamental de la mujer en los agroecosistemas de siembra de maíz.

2. ANTECEDENTES

Dada la crisis ambiental que estamos viviendo como civilización y la necesidad de garantizar la alimentación a una población en constante crecimiento, la sustentabilidad se ha convertido en un paradigma importante ya no sólo de asumir, sino de cumplir.

Este paradigma es una prioridad que no sólo considera la conservación de los recursos naturales, sino que también busca beneficios socioeconómicos para la población. De ahí que se han propuesto diversos programas y planes de manejo que buscan el establecimiento de agroecosistemas más sustentables; sin embargo, una constante ha sido la falta de mecanismos de medición de la sustentabilidad.

Según Moreno y Fidélis (2015), las diversas metodologías que se ha planteado en los últimos años para medir la sustentabilidad desde la óptica de las Ciencias Ambientales se basan en el uso de indicadores de manejo en las dimensiones social, económica y ecológica.

En este sentido, Delgadillo y Delgado en el 2007 realizaron la medición de la sustentabilidad comparando dos sistemas de manejo en agroecosistemas de Bolivia, uno con prácticas de conservación de suelo como estrategia productiva y otro sin estas obras. Sus resultados mostraron que el sistema con obras de conservación incrementó la producción en un 25% y el suelo mantuvo su concentración de materia orgánica, concluyendo que la implementación de zanjas bordo, terrazas y siembra en contorno mantienen la fertilidad del suelo.

En México, Sánchez et al. (2014) basados en el marco de evaluación MESMIS, midieron la sustentabilidad del sistema metepantle comparado con un sistema industrial, basados en el análisis de 18 indicadores, llegando a la conclusión de que el metepantle es más sustentable que el monocultivo de maíz debido a que presentó mayor cantidad de biomasa cosechada respecto a la cantidad de energía fósil empleada.

Tlaxcala Sánchez y Romero (2017), compararon un sistema de milpa tradicional con un sistema de producción de maíz en monocultivo, a través del análisis de 5 indicadores económicos, sociales y ambientales. Obtuvieron diferencias significativas a favor del sistema milpa en la mayoría de los indicadores propuestos, entre los que destacan la relación beneficio/costo, la eficiencia en el uso de energía fósil y la agrobiodiversidad.

CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Sustentabilidad

Sustentabilidad es un adjetivo que actualmente acompaña el concepto de Desarrollo, se utiliza desde 1984 con la presentación del informe Brundtland por el Club de Roma. Se entiende por sustentabilidad el estado de condición (vinculado al liso y estilo) del sistema ambiental en el momento de producción, renovación y movilización de sustancias o elementos de la naturaleza, minimizando la generación de procesos de degradación (presentes o futuros) del sistema. Incluye tres dimensiones fundamentales (Achkar, M., & del Territorio, G. A., 2005):

1. **La dimensión ecológica:** considera aquellos aspectos que tienen que ver con preservar y potenciar la diversidad y complejidad de los ecosistemas, su productividad, los ciclos naturales y la biodiversidad.
2. **La dimensión social:** considera el acceso equitativo a los bienes de la naturaleza, tanto en términos intergeneracionales como intrageneracionales, entre géneros y culturas, entre grupos y clases sociales y también a escala del individuo.
3. **La dimensión económica:** exige redefinir los conceptos de la economía tradicional, en especial los conceptos de necesidades y satisfactores, las necesidades materiales e inmateriales del ser.

La principal premisa de la sustentabilidad es el uso de los bienes comunes naturales para satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. Esta concepción se contrapone a la visión del modelo de desarrollo globalizador y neoliberal que impera en la actualidad.

La definición de la sustentabilidad se encuentra en un debate continuo, ya que integra conceptos creados desde las teorías ecológica, económica y social. Etimológicamente la palabra sustentabilidad tiene su origen en el latín “*sustiniere*” que significa sostener o sujetar en el tiempo.

3.2 Evaluación de la sustentabilidad

Las metodologías de evaluación emergieron como una de las herramientas más útiles para hacer operativo el concepto de sustentabilidad, pues han permitido clarificar y reforzar los aspectos teóricos de la discusión sobre el tema, así como formular recomendaciones técnicas y de política para el diseño de sistemas más sustentables en el manejo de recursos naturales (Astier *et al.*, 2008).

La diversidad de métodos, índices y listados de indicadores para evaluar la sustentabilidad refleja la diversidad de su conceptualización (Müller 1996, Masera et al. 1999, Pintér y Hansen 2008), debido a problemas inherentes a la propia multidimensionalidad del concepto. Por lo tanto, requiere un abordaje holístico y sistémico (Andreoli y Tellarini 2000). Desde este punto de vista multidisciplinario, queda claro que hablar de sustentabilidad y su medición es un proceso sumamente complejo (Casas *et al.* 2001), que requiere evolucionar del marco discursivo hacia el cuantitativo y operativo, para conducir el desarrollo sustentable de manera precisa con base al conocimiento de las variables que inducen las transformaciones socioeconómicas y ambientales requeridas (Spencer y Swift, 1992, Casas *et al.* 2008, Van Hauwermeiren, 1998).

A continuación, Autier (2008) presenta un comparativo de distintas metodologías de evaluación de la sustentabilidad en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Comparación de Métodos de evaluación o análisis de la sustentabilidad

Marco	Enfoque	Énfasis en áreas	Tipo evaluación	Tipo escala	Derivación indicadores	Integración	¿Quién evalúa?	Experiencia estudios caso
FESLM	Orientado a objetivos	Ambiental Económico	ex-post	Espacial (Parcela-región)	Bottom-up	Implícita (fácil implementación)	Consultor externo + Actores locales	Alta
Presión-Estado-Respuesta	Sistémico	Ambiental	ex-post	Institucional (Comunidades-nación)	Bottom-up	Índice agregado	Consultor externo	Alta (poca sistematización)
IICA	Sistémico	Ambiental Económico	ex-post	Institucional	Top-down	No integra	Consultor externo	Baja
Stockley y col.	Orientado a objetivos	Ambiental	ex-post	Espacial (Parcela agrícola)	Bottom-up	Índice agregado	Consultor externo	Baja
PICABUE	Orientado a objetivos	Social	ex-post	Institucional (Comunidades-nación)	Top-down	No integra	Consultor externo + Actores sociales	Baja
MARPS	Orientado a objetivos	Ambiental	ex-post	Institucional (Comunidades-nación)	Top-down	Índice agregado	Consultor externo + Actores locales	Media (poca sistematización)
Lewandowski y col.	Orientado a objetivos	Ambiental	ex-post	Espacial (Parcela agrícola)	Top-down	Índice agregado	Consultor externo	Baja
CIFOR	Orientado a objetivos	Ambiental Económico	ex-post	Espacial (Cientos-miles ha)	Top-down/Bottom-up	No integra	Consultor externo + Actores locales	Alta (con sistematización)
MESMIS	Sistémico	Ambiental Económico Social	ex-post	Institucional	Bottom-up	Gráfica + Modelos	Consultor externo + Diversos sectores	Muy alta (con sistematización)
Evaluación de	Sistémico	Ambiental Económico Social	ex-post	Institucional	Bottom-up	Gráfica	Consultor externo +	Media (con sistematización)

satisfactorios							Diversos sectores	
Manejo de resiliencia	Sistémico	Ambiental Económico Social	ex-ante	Institucional	Bottom-up	Modelos	Consultor externo + Diversos sectores	Baja
SEAN	Sistémico	Ambiental Económico	ex-ante	Espacial	Top-down	No integra	Consultor externo	Baja
AMESH	Sistémico	Ambiental Económico Social	ex-ante	Institucional	Bottom-up	Modelos	Consultor externo + Diversos sectores	Baja

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) propuesto por Masera *et al.* (1999), permite operacionalizar el concepto de sustentabilidad de una manera multidimensional (Valdez-Velázquez, 2017). Debido a que no existe un conjunto de indicadores universales que puedan ser utilizados para diagnosticar el estado de un agroecosistema, es necesario construir indicadores acordes a la situación en estudio y los objetivos de este, que permitan conocer de manera particular sus cualidades (Altieri 1999; Sarandón *et al.*, 2008).

Los indicadores son variables que describen el estado de los agroecosistemas, generalmente a través de datos observados o estimados y advierten sobre la posición del agroecosistema en cuestión, en relación con los límites u objetivos de la sustentabilidad propuestos (Astier y González, 2008). Estos indicadores deben mostrar valores claros, objetivos y generales, de carácter cualitativo y cuantitativo para favorecer un abordaje sistémico del tema y comprender perfectamente, sin ambigüedades, el estado de la sustentabilidad del agroecosistema; y como consecuencia, tomar decisiones para su mejora (Sarandón, 2002; Flores y Sarandón, 2015).

Operativamente, la evaluación se realiza en ciclos sucesivos que configuran un proceso dinámico en espiral o en helicoide (figura 1). Esto contrasta a los métodos convencionales, en los que generalmente se examinan los sistemas de forma estática, condensándose en un tiempo dado. Cada ciclo de evaluación consta de seis pasos y cubre la caracterización del sistema de manejo (incluido sus componentes subsistemas e interacciones entre subsistemas), el estudio de las

fortalezas y debilidades en términos de atributos de sustentabilidad, la derivación y el monitoreo de indicadores, un proceso de integración de indicadores y una fase de conclusiones y recomendaciones (Masera, 2008).

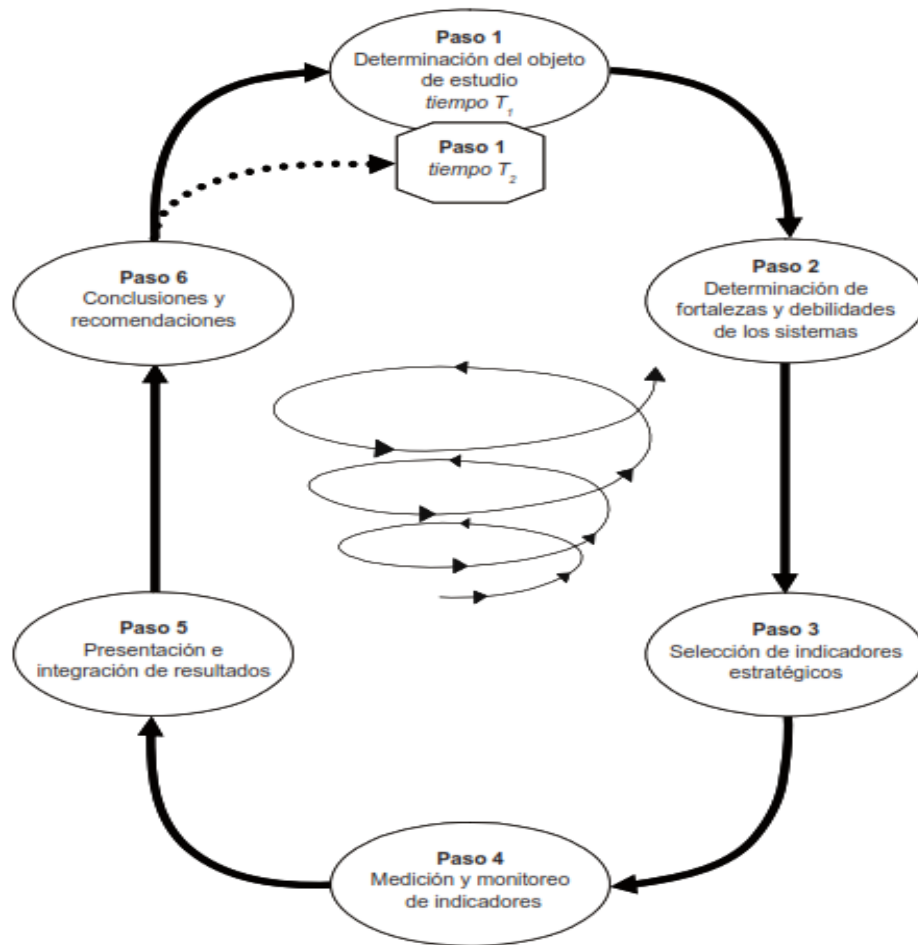


Figura 1. Ciclo de evaluación de la sustentabilidad (tomado de Masera et al, 1999).

Durante el primer paso del ciclo de evaluación se deben efectuar tres tareas concretas:

1. Identificar el o los sistemas de manejo que se van a analizar.
2. Identificar su contexto socioambiental y las escalas espacial y temporal de la evaluación.
3. Caracterizar el sistema de manejo de referencia tradicional o convencional que predomina en la región.

1. Caracterizar el sistema alternativo para los estudios longitudinales.

Es decir, comparaciones multitemporales. Se debe caracterizar el sistema antes y después de las modificaciones realizadas.

2. Determinación de las fortalezas y las debilidades de los sistemas de manejo.

Después de caracterizar los sistemas de manejo, es importante analizar los aspectos o procesos que limitan o fortalecen la capacidad de los sistemas para sostener en el tiempo, esta tarea es indispensable para asentar y dar dimensiones manejables al problema bajo análisis.

3. Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores estratégicos.

Una vez determinado el problema bajo estudio, es decir, los sistemas de manejo de referencia y alternativo, con sus objetivos y características, así como fortalezas y debilidades, se procede a identificar los diferentes indicadores que permitirán evaluar el grado de sustentabilidad de los sistemas de manejo propuestos.

Los criterios de diagnóstico describen los atributos generales de sustentabilidad, representando un nivel intermedio entre estos y los indicadores, así, vinculan los atributos, puntos críticos e indicadores para evaluar coherentemente el sistema.

4. Medición y monitoreo de los indicadores.

Una vez obtenido el cuadro resumen con la lista final de indicadores ambientales, económicos y sociales, es necesario discutir con detalle el procedimiento que se utilizará para su medición y monitoreo, existe toda una gama de posibilidades para la medición de indicadores puesto que la sustentabilidad se refiere al comportamiento del sistema de manejo en el tiempo, conviene hacer énfasis en métodos de toma de información que incluyan el monitoreo de procesos durante cierto lapso, el análisis de series históricas o modelaje de ciertas variables.

5. Presentación e integración de resultados

En esta etapa del ciclo de evaluación, se deben resumir e integrar los resultados obtenidos mediante el monitoreo de indicadores, por lo tanto, se trata de un momento clave en el ciclo de la evaluación, pues se pasa de una fase de diferenciación centrada en la recopilación de datos para cada indicador a la síntesis de la información, que allanará el camino para posteriormente

poder emitir un juicio de valor sobre los sistemas de manejo analizados que refleje cómo se comparan entre sí en cuanto a sustentabilidad (Masera, 2008).

3.3 Agroecosistemas

Los agroecosistemas son sistemas agrícolas en pequeñas unidades geográficas, incluyendo la interacción con las personas que lo manejan, estos son sistemas abiertos que reciben insumos del exterior. El estudio de los agroecosistemas es complejo pero necesario para el manejo sustentable, este debe hacerse desde el punto de vista sistémico, es decir, debe ser integral y holístico, tomando en cuenta que está conformado por componentes de tipo ecológico y socioeconómico, más a la suma de las interacciones entre sí (Altieri, 1999; Sarandón y Flores, 2014).

Partiendo de la Teoría General de Sistemas, el agroecosistema tiene diversos componentes (materia o energía) que interactúan y forman una unidad, que tiene entradas, salidas y límites. Los componentes biológicos del agroecosistema pueden ser: productores (plantas principalmente), consumidores (animales domésticos o silvestres), y descomponedores (microorganismo y artrópodos) (Sarandón y Flores, 2014). En cuanto a los límites, eso depende del sistema de interés y los objetivos que se tengan, estos límites deben ser tridimensionales, incluyendo el suelo y la atmósfera. Una vez fijados los límites, se pueden identificar entradas y salidas del sistema.

El agroecosistema debe producir un flujo constante de bienes y servicios y reducir las salidas no deseadas, estos sistemas pueden ser parte de otros mayores y a su vez albergar subsistemas, para estudiar agroecosistemas debe hacerse en varios niveles (componentes, parcela, región), la estructura del sistema depende del número y tipo de componentes, no será igual un agroecosistema tropical diversificado que un monocultivo (Sarandón y Flores, 2014).

Comprender el funcionamiento del agroecosistema es el primer paso para acercarse a la sustentabilidad, si bien es solo un modelo aproximado del mismo, resulta muy útil y práctico.

Al desconocer un sistema, se puede aproximarse a conocerlo partir de las entradas y salidas (deseadas o no deseadas) del mismo y de ahí empezar a inferir el resto (Sarandón y Flores, 2014).

Existen algunos procesos básicos que comparten los ecosistemas naturales y los agroecosistemas (Sarandón y Flores, 2014):

1) Fotosíntesis: conversión de energía luminosa en química mediante la clorofila (Producción Primaria Bruta).

2) Respiración: se usa la energía fotosintética para procesos vitales (Producción Primaria Neta y Productividad Neta de la comunidad cuando se cuentan los heterótrofos), esta última determina si el sistema acumula o no energía.

3) Ciclos biogeoquímicos: el flujo de nutrientes a través de los componentes del sistema (agua, aire, suelo y organismos).

4) Sucesión: el desarrollo del agroecosistema y su tendencia hacia el cambio, tanto estructurales como en sus funciones, el agroecosistema se mantiene artificialmente en etapas juveniles muy productivas y subsidiadas.

5) Procesos internos de regulación: ciclos reproductivos, fases fenológicas, asignación de recursos.

3.4 El maíz en México

Históricamente el cultivo del maíz representa los cimientos en la identidad y la cultura mexicana. Su importancia trasciende desde el inicio del desarrollo de las civilizaciones antiguas mesoamericanas, la presencia de este cultivo ha tenido múltiples manifestaciones: en las deidades de la cosmovisión nativa, base de la alimentación mexicana, formas de organización social y económica, fungiendo como un vínculo entre el pasado y el presente.

A nivel nacional el maíz es el tercer producto agrícola de importancia en superficie cultivada en el mundo, después del arroz y el trigo. Se cosechan casi 150 millones de hectáreas, con una producción mundial que supera los 600 millones de toneladas (FAO, 2020). Sin embargo, en el 2023 la producción disminuyó en un 40% y las importaciones del grano alcanzaron hasta los casi 40,000 millones de dólares (SIAP, 2023).

Las importaciones de maíz se concentran principalmente en maíz amarillo, debido a que el ganado bovino, porcino y avícola se alimenta de este grano, su consumo humano directo es bajo. La producción del maíz blanco en el país no ha incrementado desde la década pasada (SIAP, 2023).

3.5 Impacto del cambio climático en la producción de maíz en México

En México, el maíz está muy ligado a la cultura y a los hábitos alimenticios, además, es el cereal más utilizado para la alimentación en el planeta (Kato, Mapes y Mera, 2009; Arlsan, 2011), y es un recurso genético de suma importancia para la seguridad alimentaria (Ureta, Martínez, Perales y Álvarez, 2012). En total, 64 razas y miles de variedades han sido reconocidas en México, estas razas se han adaptado a las diferentes condiciones climáticas y con diversos usos (Ureta *et al.*, 2012). Sin embargo, las proyecciones del clima futuro obligan a estudiar el posible comportamiento de este cultivo bajo las nuevas condiciones (Cervantes, 2014).

La disponibilidad y captación de la radiación solar, el agua y los nutrientes son factores básicos para el crecimiento de la planta de maíz y su supervivencia. El incremento de temperatura provoca problemas en la polinización (Kumar *et al.*, 2011), incremento de la respiración, disminución de la fotosíntesis (Ramos, Castro, López, Briones y Huerta, 2009; Ojeda *et al.*, 2011), reducción de las etapas de desarrollo y en consecuencia la disminución del ciclo fenológico del maíz (Ramos *et al.*, 2009; Yuan, Enli, Xiaoguang y Jing, 2010; Kumar *et al.*, 2011; Ojeda *et al.*, 2011; Zarazúa, 2011); mientras que temperaturas bajas detienen o reducen su crecimiento y desarrollo (Stöckle *et al.*, 2010). El estrés hídrico afecta negativamente procesos

fisiológicos como el crecimiento celular, la síntesis de proteínas, el cierre estomático, la asimilación de dióxido de carbono (CO₂), la respiración, entre otros (Cervantes, 2014).

México tiene un territorio nacional de 198 millones de hectáreas, de las cuales cerca de 30 millones son tierras de cultivo (FAO, 2009). En la actualidad 77% de la superficie territorial del país es apto para el cultivo de por lo menos una raza de maíz. Sin embargo, las proyecciones para 2030 indican que 43 de 47 razas presentes en México mostrarán una disminución en sus áreas de distribución potencial y cuatro presentarán un incremento; mientras que para 2050, 44 reducirán sus áreas y sólo 3 las aumentarán (Cervantes, 2014).

3.6 Métodos de cultivo:

1) Monocultivo.

El monocultivo es una práctica agrícola con carácter exclusivo y continuo de maíz durante múltiples ciclos de producción, sin rotación de otras especies en una misma área. Este modelo busca maximizar a corto plazo la producción, mediante el uso intensivo de insumos externos y la simplificación de procesos. Esta práctica se asocia con la degradación de suelos, pérdida de biodiversidad, aumento de plagas resistentes y dependencia económica de mercados volátiles (FAO, 2017).

2) Milpa.

La milpa es un policultivo tradicional mesoamericano que por lo menos incluye maíz, frijol y calabaza. La sinergia entre estos tres cultivos favorece su rendimiento en conjunto y favorece la adaptabilidad ante perturbaciones externas. Actualmente existen retos socioeconómicos y ambientales actuales para los productores que como consecuencia, disminuyen el atractivo en la producción de milpa, por ello la necesidad de búsqueda de alternativas que no pierdan su principal fortaleza, la agrodiversidad (Ebel, R., Méndez, V., & Van der Wal, H. (2017).

3) MIAF

La milpa intercalada con árboles frutales (MIAF) es un sistema agrario tradicional adaptado en México, que combina el cultivo de maíz, hortalizas y leguminosas con especies frutales.

Promoviendo mecanismos de conservación del suelo con producción agrícola, la seguridad alimentaria y la biodiversidad, evitando los impactos negativos del monocultivo. El sistema MIAF, aprovecha la interacción ecológica entre especies para mejorar la fertilidad del suelo, reduciendo la dependencia de insumos externos y diversificar la producción (Barrera-Bassols et al., 2006).

3.7 Maíz en Puebla

Puebla es una de las entidades que aporta significativamente a la producción nacional de maíz. Cifras del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) indican que en el 2023 se alcanzaron 1.13 millones de toneladas (con una producción de 724, 891.92 ha). Gran parte de esta producción proviene de dos Distritos de Desarrollo Rural (DDR): el de Libres (con 163,784.33 ha) y el de Cholula (con 126,896.22 ha) (SIAP 2023).

Cabe mencionar que una gran proporción del DDR Cholula corresponde al llamado Valle de Puebla, el cual comprende 27 municipios (79% de los que integran el DDR Cholula). Este Valle es un área geográfica importante debido a que fue el espacio físico donde durante el periodo de 1967-1973 se implementó el proyecto denominado Plan Puebla (CYMMYT 1974, VIII), el cual tuvo como objetivo central generar una estrategia para incrementar los rendimientos de maíz bajo condiciones de temporal y con agricultores minifundistas. El último reporte sobre los resultados alcanzados fue publicado en 1990, en el que se señala que los agricultores se dedican primordialmente a la producción de maíz, con incremento notable del rendimiento (Osorio, 2015).

Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo constituye el fundamento de la sustentabilidad agrícola y la seguridad alimentaria, definiéndose como la capacidad edáfica de suministrar nutrientes esenciales en formas biodisponibles, agua y soporte físico a las plantas. Esta propiedad emerge de la

interacción dinámica entre parámetros químicos y físicos, cuyo diagnóstico permite monitorear la fertilidad del suelo (Doran & Zeiss, 2000),

Parámetros físicos:

- **Densidad aparente**

Es la relación que existe en el peso del suelo secada al horno y su volumen aparente. Depende de la densidad de partículas (Arena, limo y arcilla), materia orgánica y su disposición (Arias et al., 2005).

- **Textura**

Proporción de partículas minerales (Arena, limo y arcilla) (SEMARNAT, 2002)

Parámetros químicos:

- **pH**

Es la medida de acidez/ alcalinidad en solución de suelo. Afecta la solubilidad de minerales y la actividad microbiana (Arias et al., 2005).

- **Materia orgánica (MO)**

Es el total de las sustancias orgánicas, incluyendo restos de vegetales, biomasa microbiana y humus (Juárez-Sanz *et al.*, 2006). Niveles $\geq 2\%$ de materia orgánica mejoran la estructura, retención hídrica y fertilidad. Valores $< 1\%$ indican degradación (SEMARNAT, 2002).

Macronutrientes:

- **Nitrógeno total (N)**

Componente clave de proteínas y materia orgánica (Juárez-Sanz *et al.*, 2006).

- **Fósforo disponible (P)**

Derivado de materia orgánica y actividad microbiana (Juárez-Sanz *et al.*, 2006).

- **Potasio (K)**

Niveles entre 100 y 200 mg/Kg mejora resistencias a estrés abiótico (SEMARNAT, 2002).

- **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)**

Capacidad del suelo para retener cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}), ligada a coloides, arcilla y MO (Arias *et al.*, 2005).

- **Conductividad Eléctrica (CE)**

Indicador de sales disueltas en solución (Arias *et al.*, 2005).

3.7 Perspectiva de género en la participación de sistemas agrarios.

El marco analítico de la sustentabilidad resalta que las tendencias de desarrollo actual profundizan los mismos problemas que pretenden solucionar. Desde esta perspectiva, se ha encontrado que la resolución a la crisis ambiental y las posibilidades de construcción de procesos sustentables no se agotan con la búsqueda de alternativas técnicas para contrarrestar problemas ecológicos concretos, sino en tratar de comprender y explicar cómo las relaciones sociales llevan a esos problemas técnicos. Es decir, detrás de ellos están las contradicciones sociales que provocan diferencias de acceso, uso y control de la naturaleza por los distintos actores sociales, y que pueden conllevar a la agudización de la problemática ambiental. Así, las soluciones a la crisis son, en primera instancia, sociales (Foladori, 1999).

Un componente clave de la teoría feminista es el concepto de género, entendido como el marco teórico que examina las distinciones sociales atribuidas a las diferencias sexuales (Lamas, 1986; De Barbieri, 1993 y Lagarde, 1996). Permite “comprender los procesos de desigualdad entre hombres y mujeres desde una perspectiva crítica, que cuestiona los paradigmas androcéntricos y la forma universalista de interpretar la realidad social” (Calvillo, 2011).

En México, donde las disparidades socioeconómicas se originan modelos agroexportadores capitalistas, la distribución de la tierra ha sido determinante en las políticas de equidad (Alegrett, 2003; Blanco 2003). La participación de la mujer en las prácticas agroecológicas en Puebla juega un papel muy importante en la producción agrícola de la comunidad, pues las responsabiliza de la conservación ecológica y la perpetuación de saberes ancestrales, resultando la defensa de la soberanía alimentaria, la protección del patrimonio biocultural y la venta de cultivo en su comunidad.

La teoría feminista crítica (Federici, 2014) ilustra cómo la división sexual del trabajo asigna simultáneamente funciones reproductivas (tareas domésticas, preparación de alimentos) y productivas (siembra, cosecha) a las mujeres rurales sin su conocimiento. Según datos del INEGI (2020), limitaron su participación económica y política al comprometerlas a trabajos no remunerados hasta por 60 horas semanales.

En el desarrollo sustentable y, frente al deterioro ecológico y, el papel que juegan en el ordenamiento de los ecosistemas, se reconoce la particular vulnerabilidad de las mujeres campesinas, debido al vínculo con el medio ambiente que sus papeles tradicionales propician, por lo que es necesario que se involucren directamente en la planeación, decisión y ejecución de sus lineamientos (FAO, 1991).

Crenshaw (1989) añade que las inequidades de género se interceptan con factores como clase, etnia y territorio: En México, Sólo el 15% de las mujeres indígenas poseen tierras ejidales y el 78% carece de créditos agrícolas (CEDRSSA, 2019), perpetuando su marginación.

El análisis de género examina cómo la dinámica de poder, los roles sociales y las injusticias históricas determinan el acceso, el control y los beneficios de los recursos rurales. Que la agricultura, está estructurada por dinámicas patriarcales que oscurecen o limitan las contribuciones de las mujeres a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental (Deere y León, 2003; FAO, 2011). Según Zen (1999), la autonomía económica se basa en su capacidad de convertir los recursos en oportunidades. En la agricultura, implica acceso a tecnología de la tierra, educación y participación política. Sin embargo, en México sólo el 25% de los programas agrícolas incluyen componentes relacionados con el género (SAGARPA, 2018).

Aunque México cuenta con legislación progresista (Ley de Desarrollo Rural Sustentable, 2001; Ley de Igualdad, 2006), persisten brechas significativas:

1. Tenencia de tierras: Debido a las prácticas patriarcales, sólo el 22% de las mujeres ejidatarias tienen derechos universales, a pesar de representar el 51% de este sector (RAN, 2021).
2. Acceso a recursos: El 85% de los productores depende de la agricultura para su subsistencia y el 63% no recibe asistencia técnica (SIA, 2022).
3. Representación: Las mujeres apenas constituyen el 8% de la carga en las comisarías ejidales (Procuraduría Agraria, 2020).

Estudios etnográficos destacan su papel como las responsables de saberes agroecológicos: manejan policultivos, seleccionan semillas nativas y aplican técnicas de conservación de suelos (Toledo & Barrera-Bassols, 2015). En estados como Oaxaca y Chiapas, las redes de mujeres lideran iniciativas como mercados locales y bancos de semillas, fortaleciendo la soberanía

alimentaria en el proceso, pero sin obtener un reconocimiento político y económico comparable (Pérez et al., 2020).

1. Principales desafíos y alternativas:

- Barreras culturales: En Puebla el 40% de las agricultoras reporta que su trabajo se considera “ayuda” sin contribución económica (Encuesta Nacional de Hogares, 2021).
- Limitación de programas gubernamentales: políticas como “Sembrando Vida” incluyen cuotas de género, pero mantienen enfoques de apoyo que no alteran las estructuras de poder (Botello & Suárez, 2022).
- Organización colectiva: Movimientos como la vía campesina México evidencia cómo la articulación femenina promueve agroecología y derechos territoriales (Hernández, 2019).

La teoría de soberanía alimentaria (Vía campesina, 2023) postula que la justicia de género es indispensable para la sostenibilidad agraria requiriendo:

1. Reconocimiento legal mediante titulación conjunta y cuotas de participación.
2. Inclusión económica adaptada, capacitación y acceso al mercado.
3. Valorización de los saberes tradicionales a través de educación intercultural.

En el presente trabajo de investigación se pretende analizar el nivel de sustentabilidad de los distintos sistemas agrarios de cultivo de maíz, visibilizando las condiciones socioculturales, económicas y ecológicas en agroecosistemas de las comunidades de Tecali de Herrera y Cuautinchán en el estado de Puebla. Teniendo como objetivo dar un panorama para comprender las limitaciones socio territoriales y las relaciones de género en cuanto a equidad en la productividad agrícola.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La agricultura a nivel mundial es sumamente importante para proporcionar alimentos a la población creciente. Sin embargo, es uno de los agentes que más provocan la degradación de ecosistemas, esta actividad no sólo tiene efecto en el suelo directo donde se practica, sino en toda la estructura y función del ecosistema, sus entradas y salidas. Actualmente, los procesos de producción de alimentos dejan de lado los ciclos de regeneración de la naturaleza, generando una degradación irremediable.

En este panorama, la agricultura convencional, si bien ha favorecido la seguridad alimentaria, también ha generado diversas problemáticas, donde los aspectos ambientales y sociales han sido los más afectados, al erosionar los suelos, mermar la diversidad genética y biológica, contaminar las aguas y generar con ello, dependencia hacia el uso de insumos externos.

En México las prácticas de producción del maíz han sufrido un cambio en sus procesos agropecuarios, generando dependencia económica y degradación en el medio ambiente, esta transformación fue promovida por la revolución verde (Piña, 2000), la cual impulsó la intensificación productiva mediante la utilización masiva de tecnologías modernas (Segrelles,2005).

Por su parte, la agricultura tradicional de maíz en el país ha sido la base del sustento de diversas poblaciones; sin embargo, con la implementación extendida de la agricultura convencional, se han ido perdiendo los conocimientos agrícolas tradicionales que la sustentan. Uno de los principales motivos que lo ha propiciado, se encuentra ligado a los cambios en los patrones de consumo que la industria alimentaria promueve, modificando la dieta de las personas de una base de alimentos naturales hacia la preferencia de alimentos industrializados.

Los argumentos más comunes para sostener que los sistemas agrícolas tradicionales campesinos son sustentables se basan en que la producción agropecuaria se lleva a cabo a través de una relación más armónica con la naturaleza, como consecuencia de una coevolución entre sociedad y medio ambiente. Se considera un elemento importante el conocimiento tradicional que conlleva un manejo integrado y múltiple de los recursos disponibles. El consumo de insumos

externos es bajo y los mecanismos de solidaridad comunitaria son esenciales para dar estabilidad a los sistemas (Altieri, 2002).

En los agroecosistemas de las zonas rurales de Puebla, la principal actividad económica es la agrícola, y su principal cultivo es el maíz. Coexisten en un mismo espacio y tiempo visiones diferentes en cuanto a las formas de manejo de los sistemas, tales como la siembra del cereal bajo una agricultura convencional, basada en el monocultivo de maíz con altos insumos agrícolas, y la visión agroecológica que propicia el policultivo en el sistema milpa, así como el respeto a la naturaleza.

El presente trabajo busca evaluar el nivel de sustentabilidad de los agroecosistemas de maíz en el contexto campesino en los agroecosistemas de zonas rurales de Puebla, mediante la medición de indicadores de sustentabilidad del Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales, así como identificar el nivel de la participación de la mujer en los diferentes agroecosistemas.

5. JUSTIFICACIÓN

El maíz es el cultivo más importante de México, no sólo por su importancia económica, sino también por lo que representa social y culturalmente. La producción de este cereal en México se divide de forma principal en blanco y amarillo; el maíz blanco satisface la demanda de consumo humano nacional y representa el 86.94% de la producción total; el maíz amarillo se emplea para la producción de alimentos balanceados para la producción pecuaria y en la industria; sin embargo, sólo satisface el 24% de la demanda nacional (SIAP, 2020).

Según datos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), México cuenta con un total de 64 razas de maíz, de éstas 59 son consideradas criollas (Navarro-Garza, et al., 2012). En el 2020 la superficie nacional sembrada con maíz fue de 689, 718 hectáreas. Los principales estados productores fueron Sinaloa (22%), Jalisco (14%) y México (8%), Puebla se ubicó en el octavo lugar con el 5% (SIAP, 2020) de la cosecha nacional.

El estado de Puebla es considerado la cuna de la domesticación del maíz, el cereal se siembra en todo el estado bajo diversas condiciones ambientales, se estima que más 90,000 personas se dedican a su cultivo en aproximadamente 500,000 hectáreas de la entidad. Se siembran 21 de las 64 variedades con las que cuenta el país, como las denominadas arrocillo amarillo, cacahuacintle, tuxpeño, chalqueño, azulito, entre otras (SDR, 2023).

Las formas de cultivar el maíz en el estado son diversas, van desde las tradicionales como la milpa y el metepantle, hasta las promovidas por la revolución verde como el monocultivo intensivo con alto uso de agroquímicos. Esta diversidad de prácticas agrícolas en torno al maíz, que coexisten en un mismo territorio, está determinada por la riqueza ecológica y cultural de cada comunidad y la incidencia de programas gubernamentales que han promovido una agricultura a base de altos insumos (Noriero, 2010).

Pese a estas diferencias, los modelos de producción de maíz en México mantienen históricamente varias similitudes, como son el carácter minifundista, ya que el promedio a nivel nacional de las parcelas por productor es de 1.94 hectáreas y que la mano de obra en el proceso productivo es fundamentalmente familiar, por lo que la participación de la mujer es preponderante, desde la conservación de las semillas hasta la toma de decisiones (Vidal, et al., 2014).

Después de siglos de invisibilización, actualmente, cada vez es más reconocido el papel de la mujer en la agricultura. Según INEGI, en el 2020 el 21% de las mujeres de México habitaban en zonas rurales, de estas el 75% estaban supeditadas por relaciones de dependencia y ninguna recibió percepción por su aportación laboral en actividades del campo.

Por lo antes expuesto es que el objetivo de la presente investigación es analizar la sustentabilidad de los diferentes agroecosistemas de maíz en de zonas rurales de Puebla, así como determinar el grado de participación de la mujer en el sistema productivo.

6. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

En los sistemas agrícolas de maíz de las zonas rurales de Puebla ¿qué tipo de manejo impacta menos sobre las propiedades del suelo, favorece una alimentación e ingresos diversificados y fomenta y reconoce la participación de la mujer durante el proceso productivo?

7. HIPÓTESIS

Los agroecosistemas de maíz con manejo agroecológico promueven la mayor participación de la mujer, evitan la degradación ambiental, son fuente diversificada de alimentos y de ingresos económicos para los campesinos, por lo que su nivel de sustentabilidad es más alto que el de los agroecosistemas con monocultivo de maíz.

8. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el nivel de sustentabilidad y el grado de participación de la mujer en los diferentes agroecosistemas de maíz de zonas rurales de Puebla.

9. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar mediante los indicadores de sustentabilidad del MESMIS las diversas formas de manejo de los agroecosistemas de maíz en los agroecosistemas de zonas rurales de Puebla.
- Visibilizar la participación de la mujer en el proceso productivo y toma de decisiones de los agroecosistemas de maíz de la zona de estudio.
- Comparar los niveles de sustentabilidad de los sistemas agrícolas de maíz.

CAPITULO III: ZONA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en los agroecosistemas de maíz de dos zonas rurales de Puebla: Cuautinchán y Tecali de Herrera. En estos municipios la actividad económica predominante es la agricultura

campesina y, en la actualidad, se encuentran amenazados por el acelerado proceso de transformación urbano por el crecimiento de la mancha urbana de la Ciudad de Puebla.

Tecali de Herrera.

El municipio de Tecali de Herrera se encuentra en la zona centro del estado de Puebla, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010, se ubica entre los paralelos 18° 48' y 19°00' de latitud norte; los meridianos 97° 53' y 98° 05' de longitud oeste (Figura 2); a una altura entre 1940 y 2 220 m.s.n.m.

Su clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (62.31%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (37.69%). Sus tipos de suelo principales son Leptosol (32.74%), Durisol (25.22%), Calcisol (24.09%), Chernozem (7.62%) y Phaeozem (3.89%). La vegetación que presenta son pastizales (41.23%), matorral (7.41%), bosque (2.26%) y selva (0.94%). El uso de suelo en el territorio es predominantemente agrícola (40.37%), la zona urbana representa apenas el 5.87%.

De acuerdo con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la población total aproximada es de 20 267 habitantes, de estos 48.70% son hombres y el 51.30% mujeres.

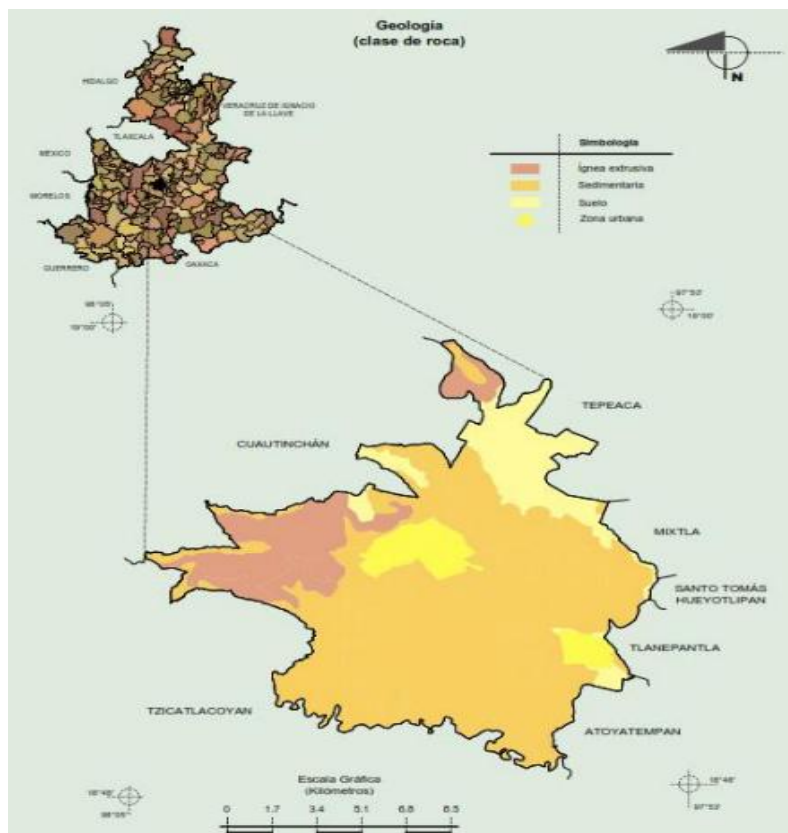


Figura 2. Ubicación del municipio de Tecali de Herrera, Puebla. Fuente: INEGI,

Cuautinchán

El municipio de Cuautinchán se encuentra en el centro del estado de Puebla (INEGI, 2010), entre los paralelos 18° 54' y 19° 02' de latitud norte; los meridianos 97° 56' y 98° 08' de longitud oeste (Figura 2); a una altitud entre 2 000 y 2 500 ms.n.m.

El clima de Cuautinchán es templado subhúmedo con lluvias en verano, el uso de suelo es agrícola en el 52.34% de su superficie, la zona urbana representa el 1.42%. Los tipos de suelo que predominan son Leptosol (54.37%), Durisol (23.27%), Phaeozem (19.10%) y Calcisol (1.62%). Su vegetación son pastizales (35.84%) y bosque (9.35%).

En 2020, la población en Cuautinchán fue de 12,340 habitantes (49.5% hombres y 50.5% mujeres) (INEGI, 2020).

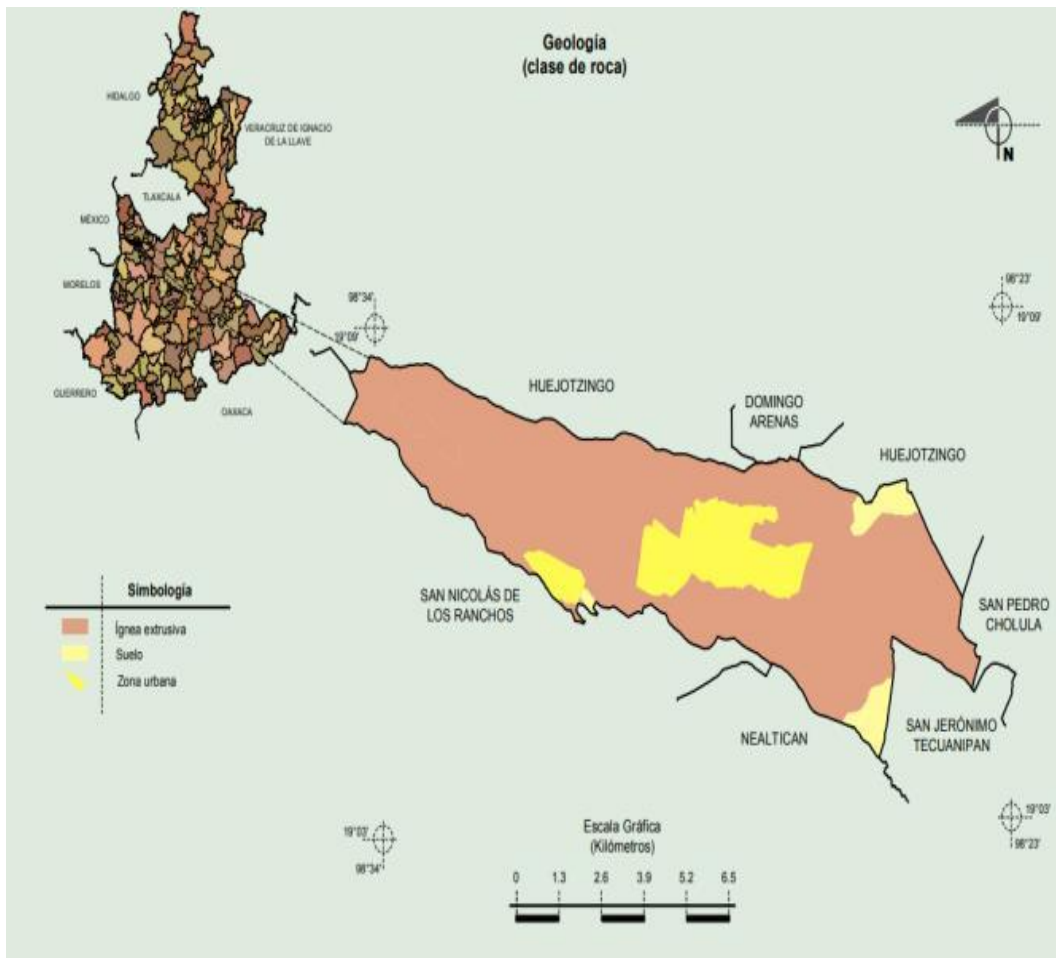


Figura 3. Ubicación del municipio de Cuautinchán, Puebla. Fuente: INEGI, 2010.

CAPITULO IV: DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

Paradigma de la investigación:

Debido a que la sustentabilidad es un concepto multidimensional es que el Paradigma de la investigación adoptado es el Constructivista, por motivo a que el conocimiento y la comprensión del ambiente, se encuentran anclados a las visiones sociales del mundo y a sus prácticas culturales.

Principios metodológicos:

Para poder interpretar la realidad y cumplir con el objetivo planteado partimos de los siguientes principios metodológicos:

- Enfoque sistémico, para identificar los componentes, su complejidad y jerarquización.
- Acercamiento holístico, debido a que las partes de un sistema no se pueden comprender fuera de su totalidad, la cual es diferente a la suma de sus partes.
- Visión interdisciplinaria, debido a que los sistemas sólo pueden conocerse a través de la visión que aportan diferentes áreas del conocimiento.
- Acción participativa, ya que los campesinos son sujetos y no sólo objetos del proceso de investigación.

Enfoque de la investigación

El enfoque de la presente investigación es mixto, es decir se utilizarán metodologías cuantitativas y cualitativas (Sampieri *et al*, 2014), bajo un proceso sistemático y crítico durante la recolección, análisis y discusión de datos, con el objetivo de lograr la comprensión integrada desde los sistemas complejos del fenómeno de estudio.

Las actividades de investigación se desarrollaron en campo y laboratorio, sin la manipulación de las variables respuesta en su contexto natural, por lo que es de tipo descriptivo no experimental y dado que los datos se recolectaron en diferentes tiempos se considera un diseño de la investigación longitudinal.

Fase de Gabinete

En esta etapa se realizó una recopilación y sistematización bibliográfica, acorde a los indicadores que miden la sustentabilidad en agroecosistemas. Se realizó la descripción de la zona de estudio con cartografía escala 1:50 000 y 1: 250 000 dada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, por sus siglas), en las temáticas de clima, edafología, uso de suelo y

vegetación, fisiografía, hidrología, geología, entre otros. Así como de datos estadísticos realizados por INEGI y el Consejo Nacional de Población (CONAPO, por sus siglas), además de información obtenida de los campesinos.

Fase de Campo

Se utilizó el "Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad" (MESMIS), propuesto por Masera *et al.* (1999). Este marco ha sido utilizado en varios estudios de casos para evaluar sustentabilidad en sistemas agrícolas de producción campesinos (Masera y López-Ridaura 2000). La metodología consiste en cinco pasos que se muestran en el Diagrama 1:

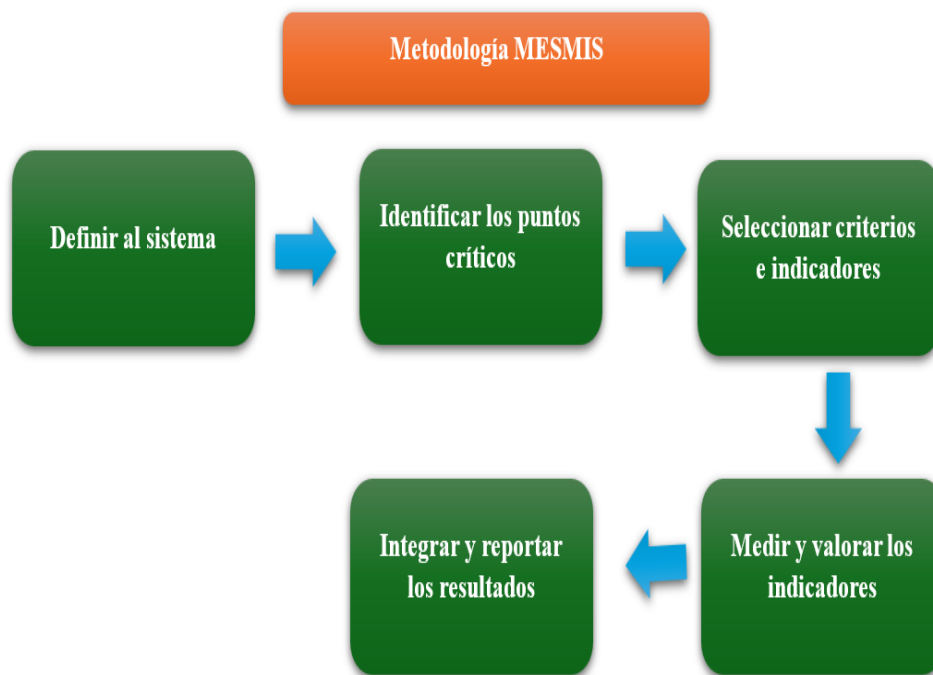


Diagrama 1. Metodología MESMIS. Fuente: elaboración propia.

Definir el sistema

Se realizaron observaciones directas en los agroecosistemas de maíz de los municipios que comprende la investigación, con la finalidad de poder seleccionar las parcelas que fueron evaluadas y se realizó la vinculación con los productores.

Se caracterizaron biofísicamente con indicadores los agroecosistemas y se establecieron el contexto social y nexos entre los actores y los sistemas agrícolas.

Identificar los puntos críticos

Se identificaron los aspectos positivos o negativos que le dan solidez o vulnerabilidad a cada sistema.

Selección de criterios e indicadores

A partir de la información anterior, se determinaron los criterios de diagnóstico para la selección de los indicadores más significativos en los agroecosistemas, en relación con sus propiedades o atributos, así como la dimensión de evaluación a la que corresponden (social, económica o ambiental).

Los indicadores utilizados en este trabajo representan un vínculo entre las actividades económicas, los factores sociales y ambientales, con la finalidad de comunicar y traducir por medio de estos la importancia para una mejor comprensión y entendimiento del desarrollo sustentable en el cultivo de maíz en los municipios de Tecali de Herrera y Cuautinchán en el estado de Puebla (Tabla 2).

Tabla 2. Indicadores de medición en los agroecosistemas para cada subsistema

Subsistema	Factores	Indicador	Criterios de diagnóstico	Atributo
-------------------	-----------------	------------------	---------------------------------	-----------------

Ambiental	Fertilidad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Materia orgánica • pH • Textura • Densidad aparente • Bases intercambiables: Ca, Mg, Na y K • Conductividad eléctrica • Macronutrientes: N, P, K 	Conservación de recursos y Calidad del suelo	Estabilidad, confiabilidad
	Clima	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitación media anual y mensual • Temperatura media anual y mensual • Evapotranspiración potencial • Balance hídrico 	Fragilidad del sistema	Estabilidad, confiabilidad
Económico	Economía	<ul style="list-style-type: none"> • Población económicamente activa • Tasa de participación económica • Censos agropecuarios y ganaderos • Relación costo/beneficio, inversión (en dinero y en trabajo), productividad del trabajo, ingreso • Ingreso promedio per cápita • Capacidad de ahorro 	Eficiencia económica Diversificación de ingresos	Productividad Estabilidad y adaptabilidad

- **Variación de precios de insumos y productos**
- **Estabilidad de los precios en maíz**

Demografía	Población total hombres y mujeres	Distribución de costos y beneficios	Equidad
------------	--	-------------------------------------	---------

Social	Migración	Tasa de migración neta	Fragilidad del sistema	Adaptabilidad
		Población de 5 años y más emigrante	Capacidad de respuesta	Adaptabilidad
	Educación	Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa	Fortalecimiento del aprendizaje	Adaptabilidad
	Marginación	Índice de marginación Grado de marginación	Calidad de vida Distribución de beneficios	Equidad
	Desarrollo humano	Índice de desarrollo humano	Calidad de vida	Equidad

Tenencia
de Tierra

Control y
derechos de
propiedad

Autodepende
ncia
(autogestión)

11.6 Encuestas

Se utilizaron los principios de la investigación-acción participativa (IAP), para el relevamiento y procesamiento de información social en campo, buscando un nivel de involucramiento alto con los campesinos.

Se diseñaron encuestas semiestructuradas y se aplicaron a profundidad a los dueños o dueñas de los agroecosistemas, para conocer el manejo de cada uno de ellos, saber sobre la presencia de plagas y enfermedades, y establecer puntos críticos, así como caracterizar la condición socioeconómica de los campesinos.

De igual forma se entrevistó a mujeres que actúan como autoridades comunales y ejidales, para su posterior estudio de caso en el análisis de la participación de la mujer en sistemas agrarios.

La validación de las encuestas y encuestas se realizó por análisis de expertos.

Encuesta completa en el Anexo 1.

11.7 Fase de laboratorio

Medir y valorar los indicadores

Una vez tomadas las muestras de suelo en campo por el método cinco de oros y debidamente etiquetadas, fueron trasladadas al laboratorio del Centro de Investigación en Ciencias Agrícolas del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en donde fueron secadas y tamizadas para su posterior análisis.

Los indicadores de fertilidad del suelo se determinaron según los métodos normados en la Norma oficial mexicana (NOM-021-RECNAT-2000). Los análisis fueron realizados por triplicado y las propiedades evaluadas fueron las siguientes:

- **pH: medido en agua.**

Método electrométrico para la determinación del pH en muestras de suelo en una solución de agua pura. La evaluación electrométrica del pH se basa en la determinación de la actividad del ion H mediante el uso de un electrodo cuya membrana es sensitiva al H (SEMARNAT, 2002).

- **Conductividad Eléctrica.**

La medición de la conductividad eléctrica en el extracto de saturación se realiza a través del método AS-18, con un conductímetro. La conductividad eléctrica del extracto de saturación (CE) es uno de los índices más difundidos para evaluar la concentración salina del suelo a nivel de laboratorio (SEMARNAT, 2002).

- **Contenido de Materia Orgánica.**

El procedimiento para la determinación de materia orgánica del suelo se realizó a través del método AS-07, de Walkley y Black. Este método se basa en la oxidación del carbono orgánico del suelo por medio de una disolución de dicromato de potasio y el calor de reacción que se genera al mezclarla con ácido sulfúrico concentrado. Después de un cierto tiempo de espera la mezcla se diluye, se adiciona ácido fosfórico para evitar interferencias de Fe^{3+} y el dicromato de potasio residual es valorado con sulfato ferroso. Con este procedimiento se detecta entre un 70 y 84% del carbón orgánico total por lo que es necesario introducir un factor de corrección, el cual puede variar entre suelo y suelo (SEMARNAT, 2002).

- **Contenido de Nitrógeno Total.**

La determinación de nitrógeno total en el suelo se realizó a través del método AS-25, por procedimientos de digestado. La determinación de nitrógeno total por este procedimiento involucra dos pasos: (a) digestión de la muestra para convertir el nitrógeno a NH_4^+ y (b) la determinación de NH_4^+ en el digestado. La digestión de la muestra es desarrollada por calentamiento de la muestra con ácido sulfúrico concentrado y sustancias como el K_2SO_4 que promueven la oxidación de la materia orgánica y la conversión del nitrógeno orgánico a amonio por incremento de la temperatura de digestión y también emplea catalizadores como el Cu y Se, que aumentan la velocidad de oxidación de la materia orgánica por el ácido sulfúrico. El amonio en el digestado es determinado por titulación del amonio liberado por destilación (SEMARNAT, 2002).

- **Contenido de Fósforo Disponible.**

La determinación del fósforo extraíble se realizó a través del método AS-11, por el procedimiento de Bray y Kurtz. La solución extractora de P consiste en una combinación de HCl y NH_4^+F la cual remueve formas de P ácido-solubles como los fosfatos de calcio y una porción de fosfatos de aluminio y hierro. El NH_4^+F disuelve los fosfatos de aluminio y de hierro al formar un ion complejo con estos iones metálicos en solución ácida (SEMARNAT, 2002).

- **Determinación de Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio.**

La determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo se realizó a través del método AS-12, con acetato de amonio. El método para la determinación consiste en la saturación de la superficie de intercambio con un catión índice, el ion amonio; lavado del exceso de saturante con alcohol; desplazamiento del catión índice con potasio y determinación del amonio mediante destilación. El amonio se emplea como catión índice debido a su fácil determinación, poca presencia en los suelos y porque no precipita al entrar en contacto con el suelo. La concentración normal que se usa asegura una completa saturación de la superficie de intercambio y como está amortiguada a pH 7.0, se logra mantener un cierto valor de pH. (SEMARNAT, 2002).

Para la caracterización climática se consultó la red de estaciones meteorológicas del municipio de Tecali de Herrera, por su cercanía con los puntos de muestreo. Con la información se realizó el climograma correspondiente de la estación meteorológica.

El balance hídrico, se calculó por medio del método directo propuesto por Thornthwaite (1948), el cual utiliza la información obtenida de las estaciones meteorológicas para determinar el exceso y déficit de humedad a partir del estudio de la precipitación y su relación con la necesidad de evaporación y transpiración, que constituyen un factor limitante de la vegetación (Cogliati et al., 2018).

Los análisis estadísticos se realizaron en el software R studio con el objetivo de comprobar la normalidad de los datos obtenidos en laboratorio, en los datos paramétricos se utilizó la prueba ANOVA y TUKEY para determinar la significancia estadística y para los datos no paramétricos se utilizó la prueba DUNN.

Indicadores socioeconómicos (Anexo 1)

Se aplicaron encuestas para obtener de cada sistema agrario la recopilación de información y establecer a un diagnóstico social, tecnológico y de participación agraria a todos los productores. La encuesta se aplicó el día 30 de abril de 2024 y constó de 76 preguntas abiertas.

Participación de la mujer en el proceso agrario: Estudios de Caso.

Se aplicaron encuestas a 10 productoras con el fin de realizar la recopilación de información sobre su participación agraria, percepción de vulnerabilidad, desafíos y barreras enfrentadas y perspectivas futuras de forma general. La encuesta se aplicó el día 30 de abril de 2024 y constó de 18 preguntas abiertas.

Se realizaron entrevistas a profundidad a dos productoras, las entrevistas abarcaron temas como la descripción de su contexto sociocultural, participación en el proceso agrario, apoyos y recursos económicos gubernamentales, identidad étnica y cultural, dificultades sociales y económicas, organización y colectividad, situaciones de discriminación de género, perspectivas y propuestas personales etc. Las entrevistas se realizaron el día 12 de marzo de 2025.

Análisis de la sustentabilidad

Se evaluaron tres dimensiones: Social, económica y ecológica. La dimensión social expresa relaciones en cuanto a criterios de diagnóstico como lo son calidad de vida, control y derecho de propiedad, fortalecimiento del aprendizaje y la capacidad de respuesta del sistema agrícola en cuestión, evalúa los factores de demografía, migración, educación, marginación, desarrollo humano y tenencia de tierra.

La dimensión económica expresa la capacidad productiva y potencial de los sistemas agrarios, tomándose en cuenta como criterios de diagnóstico la distribución de costos y beneficios, estabilidad y adaptabilidad de cada sistema.

En la dimensión ambiental se consideran los criterios de diagnóstico como la conservación de recursos y la calidad del suelo, evaluando los atributos de estabilidad, confiabilidad y adaptabilidad ambiental para los sistemas agrarios.

Mediante la metodología de Sepúlveda et al (1998) se estableció el tipo de relación (directa/inversa) para cada indicador respecto a la sustentabilidad. El índice de sustentabilidad plantea la normalización de las escalas de cada indicador utilizando la función de relativización establecida por el Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD). Para el caso de los indicadores que presentan una relación directa se adoptó la siguiente fórmula:

$$f(x) = \frac{x - m}{M - m}$$

Para el caso de los indicadores que presentan una relación inversa la fórmula utilizada es:

$$f(x) = \frac{x - M}{m - M}$$

Donde X= es el valor del indicador de cada dimensión evaluada, m= el valor mínimo del indicador y M= el valor máximo del indicador. Se obtuvieron valores normalizados entre 0 y 1, donde 1 representa la situación más óptima/sustentable y 0 la peor situación óptima/sustentable.

Para estimar el nivel de sustentabilidad se graficaron biogramas o gráficas radiales multidimensional de representación, el cual se basa en el concepto de imagen del estado de un sistema que permite representar el grado del desempeño de cada sistema agrario en las dimensiones social, económica y ambiental (Castro, A.,1998).

11.8 Integrar y reportar los resultados

En esta fase se realizaron los análisis estadísticos correspondientes según la normalidad de los datos obtenidos en laboratorio. Se comparó la sustentabilidad de los agroecosistemas

analizados y se visibilizó la participación de las mujeres en el proceso productivo de los sistemas.

La información obtenida se digitalizó en un Sistema de Información Geográfica (ArcGis 10.5) con el propósito de obtener mapas digitales que permitan establecer la distribución espacial y temporal de los parámetros evaluados. Se realizó el diagrama de las interrelaciones en los agroecosistemas.

CAPITULO V: RESULTADOS.

Los siguientes apartados detallan los resultados obtenidos en la evaluación de los indicadores socioeconómicos y ambientales seleccionados.

CLIMOGRAMA. (Gráfica 1)

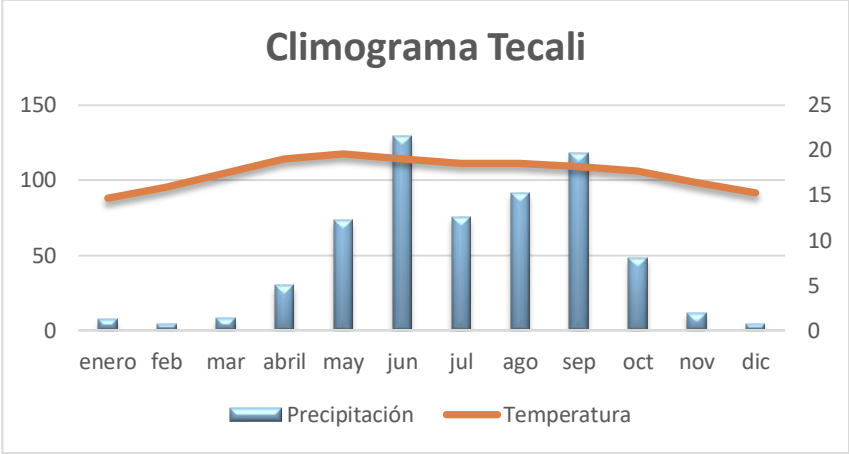
1. Tecali de Herrera.

Tecali tiene una marcada estacionalidad en las precipitaciones. Los meses julio, agosto y septiembre son los más lluviosos, con valores mayores a 100 mm. Esto indica una clara temporada de lluvias en verano. En cambio, los meses de diciembre, enero y febrero son los de menor precipitación, con valores mucho menores, en torno a los 5 mm. Estos meses representan la estación seca en Tecali. En comparación con las precipitaciones, las temperaturas de Tecali muestran una variación más gradual a lo largo del año. Las temperaturas más altas oscilan entre 19 y 20 °C, se registran en mayo y junio, lo que indica una tendencia hacia temperaturas más frías en primavera y principios del verano. Por el contrario, los meses más fríos son diciembre, enero y febrero, con temperaturas que rondan los 15 °C. Estos meses representan la época más fresca del año en Tecali.

El análisis del climograma de Tecali muestra que generalmente hay una tendencia a temperaturas más altas durante los meses con mayor precipitación, correspondiente al clima C(w1), que se refiere a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano (Mapa 1). Esto es consistente con el patrón común de que las temporadas de lluvias a menudo se asocian con temperaturas más cálidas debido a una mayor humedad en el ambiente.

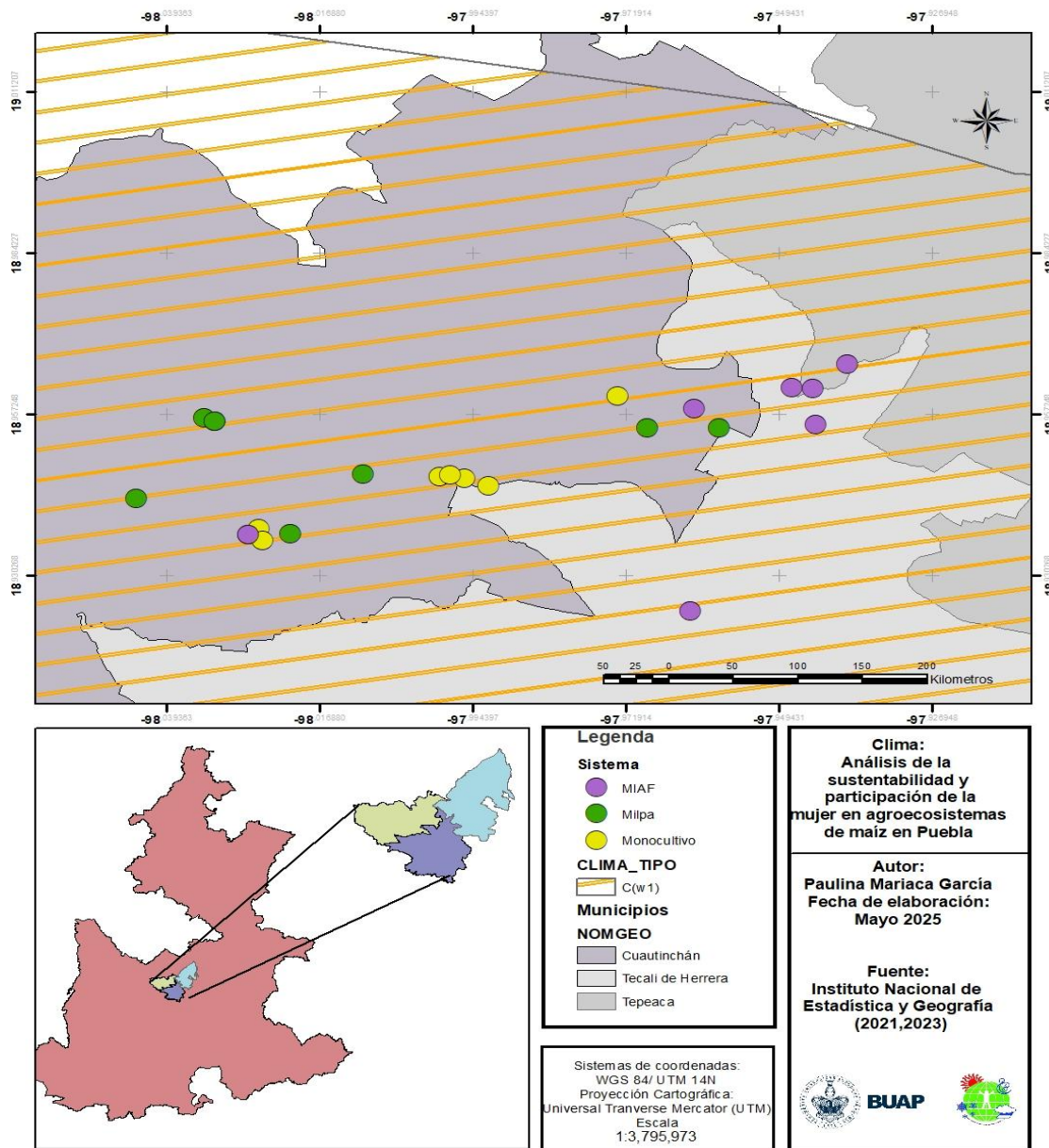
TECALI

enero	feb	mar	abril	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
7.3768	4.1202	8.0637	29.847	73.304	129.29	75.098	91.211	118.38	48.409	11.292	4.3417
mm											
14.672	15.893	17.466	19.022	19.594	19.014	18.542	18.573	18.168	17.668	16.381	15.283
°C											



Gráfica 1. Climograma Tecali 2023.

Mapa 1. Clima C(w1) para la región estudiada, corresponde a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Elaboración propia.

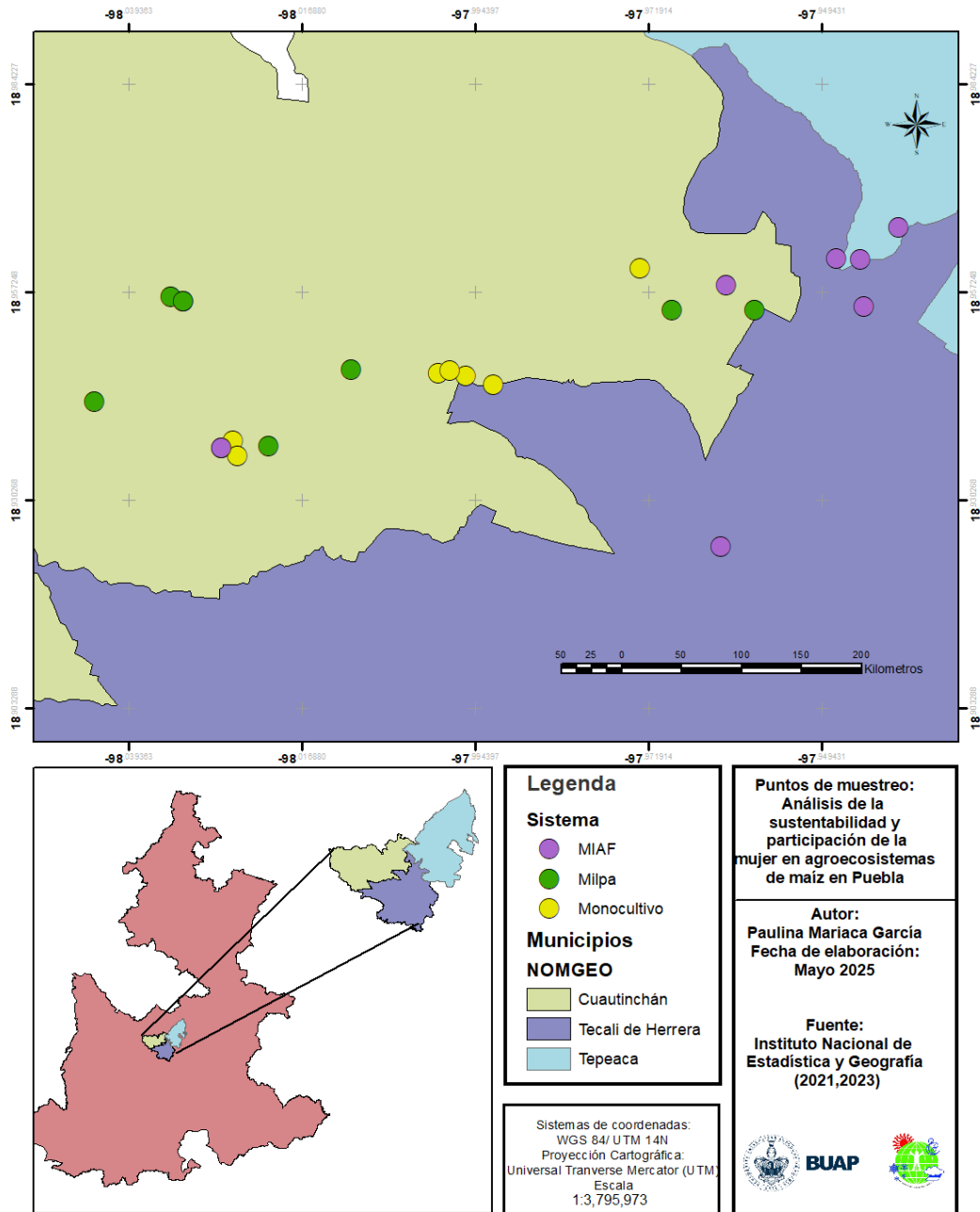


Puntos de Muestreo (Mapa 2)

Se caracterizaron 3 sistemas agrarios: 7 monocultivos de maíz, 7 sistemas de milpa intercalada en árboles frutales (MIAF) y 9 milpas en las localidades de San Pedro Alpatlahuac y San Jerónimo,

Almoloya, en el municipio de Cuauintinchán, así como Santa Cruz, Ajajalpan, en Tecali de Herrera (Mapa 2).

Mapa 2. Puntos de muestreo para la región estudiada. Elaboración propia.



Indicadores socioeconómicos

Se aplicaron encuestas a 18 productoras y productores de los 3 sistemas agrarios:



Figura 4. Aplicación de encuestas 30/abril/2024



Figura 5. Aplicación de encuestas 30/abril/2024

Las encuestas aplicadas en las comunidades de San Pedro Alpatlahuac y San Jerónimo, Almoloya, en Cuauintinchán, y Santa Cruz, Ajajalpan, en Tecali, para los agricultores con sistemas de milpa, monocultivo y MIAF, presentan una serie de aspectos fundamentales para la implementación de un diagnóstico socioeconómico centrándose temas como edad, escolaridad, migración, tenencia de tierra, apoyos gubernamentales, descripción de técnicas agrícolas utilizadas, etc. (Tabla 2). Esta información se clasificó por sistema agrario, a continuación, se presenta una breve descripción de cada uno:

Los productores del sistema agrario monocultivo tienen una edad promedio de 48 años, son de género mixto (FM), cuentan con entre 2 y 5 hijos, estudiaron hasta la primaria, abandonaron la escuela por motivos económicos, no cuentan con familiares en el extranjero, sus viviendas se encuentran hechas de block y cemento, cuentan con energía eléctrica y sistema de drenaje. Sus parcelas son ejidales, con un promedio de 1.4 parcelas por agricultor y una extensión de 1 ha aproximadamente. Cultivan maíz con un rendimiento de 1.5 toneladas por ha, utilizan fertilizantes orgánicos y químicos, plaguicidas para combatir chapulines y son de temporal y de riego. El manejo del suelo incluye practicas agroecológicas como surcado de rastra y barbechos. Se dedican a la agricultura por costumbre, pero el ingreso no es suficiente para cubrir sus necesidades, la mayor parte del año no cuentan con otros ingresos. Reciben subsidios como "Sembrando Vida" y "Procampo".

Las productoras del sistema agrario milpa tienen una edad promedio de 43 años, son de género femenino (F), cuentan con entre 2 y 5 hijos, estudiaron hasta la secundaria, abandonaron la escuela por motivos económicos, cuentan con familiares en el extranjero que migraron en busca de mejores oportunidades laborales, sus viviendas se encuentran hechas de block y cemento, cuentan con energía eléctrica y sistema de drenaje. Sus parcelas son ejidales, con un promedio de 1.5 parcelas por agricultor y una extensión de 2 ha aproximadamente. Cultivan maíz, frijol y calabaza, mayormente para autoconsumo, con un rendimiento de 2.5 toneladas por ha, utilizan fertilizantes orgánicos y químicos, plaguicidas para combatir chapulines y son de temporal y de riego. El manejo del suelo incluye practicas agroecológicas como surcado de contorno y barreras vivas. Se dedican a la agricultura por costumbre, pero el ingreso no es suficiente para cubrir sus necesidades,

cuentan con otros ingresos como el comercio, la ganadería y realización de trabajo doméstico. Cuentan con apoyos gubernamentales en programas como “Sembrando Vida” y “Del bienestar”.

Los productores del sistema agrario MIAF tienen una edad promedio de 45 años, son de género mixto (FM), cuentan con entre 2 y 5 hijos, estudiaron hasta la secundaria, abandonaron la escuela por motivos económicos, los productores cuentan con familiares en el extranjero que migraron en busca de mejores oportunidades laborales, sus viviendas se encuentran hechas de block y cemento, cuentan con energía eléctrica y sistema de drenaje. Sus parcelas son ejidales, con un promedio de 1 parcela por agricultor y una extensión de 2 ha aproximadamente. Cultivan ciruela, maíz, durazno, tejocote, limón, aguacate, pera, durazno, membrillo, frijol, etc. Mayormente para autoconsumo, con un rendimiento de 3 toneladas por ha, utilizan fertilizantes orgánicos y químicos, plaguicidas para combatir chapulines y son de temporal y de riego. El manejo del suelo incluye practicas agroecológicas como surcado de contornos, bordos de desagüe barreras vivas, barreras de piedra y uso de estiércol. Se dedican a la agricultura por costumbre, consideran los ingresos estables durante temporada, cuentan con otros ingresos como la ganadería. Cuentan con apoyos gubernamentales en programas como “Sembrando vida” y “Procampo”.

Tabla 2. Encuestas aplicadas a los agricultores

Sistema de cultivo	Milpa	Monocultivo	MIAF
Número de parcelas	1.5	1.4	1.2
Sexo	F	FM	FM
¿Qué edad tiene?	43	48	45
¿Cuántos hijos tiene y qué edad tienen?	1 a 5	2 a 5	2 a 5
¿Hasta qué año estudió?	Secundaria	Primaria	Secundaria
¿Hasta qué año han estudiado su esposo y sus hijos?	Bachiller	Bachiller	Bachiller
¿Por qué dejó la escuela?	Falta de recursos	Falta de recursos	Falta de recursos
¿Tiene algún familiar en el extranjero?	Sí	No	Si
¿Por qué se fue?	Por trabajo	Por trabajo	Por trabajo

¿Usted ha pensado en irse al extranjero?	Si	No	Si
¿Por qué motivos?	Distintos motivos		Por trabajo
¿Tiene energía eléctrica?	Si	Si	Si
¿Cuenta con agua entubada y con drenaje?	Si	Si	Si
¿De qué material es su vivienda?	Block	Block	Block
Diagnóstico económico			
¿Qué tipo de tenencia de tierra tiene?	Ejidal	Ejidal	Ejidal
¿Cuál es la extensión total de su tierra?	3.3	1.4	1.8
¿Tiene otro ingreso a parte de la parcela?	Si	Si	Si
¿De qué tipo?,	Comercio	Comercio	Comercio
¿Desde cuándo?	Toda la vida	Toda la vida	Toda la vida
¿Por qué se dedica a la producción agrícola?	Costumbre	Costumbre	Costumbre
¿Hace cuánto tiempo práctica la agricultura?	Toda la vida	Toda la vida	Toda la vida
¿El ingreso obtenido de su parcela es suficiente para satisfacer sus necesidades familiares?	No	Si	A veces
¿Tiene algún apoyo gubernamental?	Si	Si	Si
¿Cuál?	Sembrando vida	Sembrando vida y procampo	Sembrando vida y procampo
¿Qué prácticas agrícolas aplica en sus tierras?	Fertilizantes, abono orgánico, barbecho, rastra y siembra	Abono, barbecho y rastra	Abono, fertilizante, barbecho y rastro.
¿Desde cuándo las aplica?	Toda la vida	Toda la vida	Toda la vida
¿Por qué?	Costumbre	Costumbre	Costumbre

¿Dañan la tierra o la benefician?	Se beneficia	Se beneficia	Se beneficia
¿De qué forma la dañan o benefician?	Produciendo	Produciendo	Produciendo
¿Por qué cree que pase eso?	Por las practicas agroecológicas	Por las practicas agroecológicas	Por la lluvia
¿Considera que su suelo es fértil?	Si	Si	Si
¿A cambiado la fertilidad de su suelo?	Si	Si	Si
¿A que lo atribuye?	Por las practicas agroecológicas	A la Lluvia	Lluvia y abonos
¿Conoce algunas prácticas de conservación de suelos o que incrementen su fertilidad?	Si	Si	Si
¿Cuál de las siguientes conoce?	Surcado en contorno, barreras vivas, acequias de ladera, barreras de piedra	Surcado en contorno, uso de abono orgánico, barreras vivas y bordos de desagüe	Surcado de contornos, barreras vivas, barreras de piedra bordos de desagüe, sequías de ladera
¿Las aplica?	Si	Si	Si
¿Si existiera subsidio para aplicarlas lo haría?	Si	Si	Si
¿Aplica fertilizantes en su parcela?	Si y no	Si	Si
¿De qué tipo?	Químicos y orgánicos	Químicos y orgánicos	Químicos y orgánicos
¿Aplica pesticidas en su parcela?	Si	Si	Si
¿De qué tipo?	Plaguicidas	Plaguicidas	Plaguicidas
¿Sus tierras son de temporal o aplica riego?	Temporal y riego	Temporal y riego	Temporal y riego

¿Qué cultivos siembra?	Maíz frijol y calabaza	Maíz	Ciruela, Maíz, Durazno, limón, frijol, haba, tejocote y calabaza
¿Cuánto obtienen por hectárea?, ¿Desde cuándo?	2.5 t	1.5 t	1.5 t
¿Por qué esos cultivos?	Por el consumo de maíz para la familia	Costumbre	Costumbre

Las encuestas aplicadas en las comunidades de San Pedro Alpatlahuac y Jerónimo Almoloya, en Cuauintinchán, y Santa Cruz, Ajajalpan, en Tecali, dirigidas a las agricultoras con sistemas de milpa, monocultivo y MIAF, presentan una serie de aspectos que enfrentan, las barreras culturales y sociales existentes y las contribuciones significativas que hacen al bienestar familiar y comunitario. Este análisis ofrece una visión integral respecto de la dinámica social y económica en la que se desenvuelven las productoras de estas comunidades.

Se destaca la presencia de mujeres involucradas en labores agrícolas que desempeñan un papel integral en la economía familiar mediante la producción de alimentos y la generación de ingresos. Es evidente que estas mujeres utilizan prácticas agrícolas basadas en la costumbre y la tradición, lo que enfatiza lo importante que es preservar y transmitir estos conocimientos a la siguiente generación para asegurar la continuidad de estas actividades.

El diagnóstico también destaca una serie de obstáculos que enfrentan las mujeres en la actividad agrícola, como el esfuerzo físico requerido, la falta de agua y situaciones de discriminación de género. Estas limitaciones les impiden participar y desarrollarse plenamente, lo que destaca la necesidad de establecer medidas específicas para apoyar y fortalecer su papel en la agricultura.

En cuanto a la contribución de las mujeres al bienestar familiar y comunitario, se observa que su participación en las actividades agrícolas no solo tiene un efecto positivo en la economía doméstica sino también en la seguridad alimentaria y el fortalecimiento de los barrios. Estos beneficios se

traducen en una mayor independencia y unidad familiar, así como un empoderamiento personal que se manifiesta en su capacidad para tomar decisiones y contribuir al desarrollo de su entorno.

En este contexto, se identifican barreras culturales y sociales que pueden dificultar la plena participación de las mujeres en la agricultura, subrayando la importancia de promover la igualdad de género, brindar capacitación especializada y crear espacios de apoyo que incentiven su inclusión y avance en esta industria.

El proceso de cultivo en un agroecosistema se divide en varias etapas claves dentro del ciclo de cultivo. La imagen 1 muestra una línea de tiempo que corresponde al ciclo de producción a lo largo del año:

1. Planificación y preparación del terreno:

- Planificación del cultivo: Selección del tipo de cultivo según las condiciones del suelo, clima y mercado.
- Preparación del terreno: La preparación del terreno incluye nivelación, arado, limpieza y la preparación de camas o surcos para la siembra.
- Manejo del riego: Diseño y preparación del sistema de riego adecuado.

2. Siembra:

- Conseguir semillas o plántulas: Comprar buenas semillas o cultivar plántulas.
- Siembra: Plantación directa en el campo o trasplante de plántulas.

3. Mantenimiento y manejo del cultivo:

- Riego: Planificación y uso del riego de acuerdo con las necesidades del cultivo.
- Fertilización: fertilizantes en función de las necesidades del cultivo .
- Control de malezas: Eliminar malas hierbas usando métodos manuales, mecánicos o químicos.
- Control de plagas y enfermedades: Monitoreo y aplicación de medidas preventivas y correctivas para controlar plagas y enfermedades.
- Poda y tutorado: Para cultivos que lo que se necesite, podando hojas o ramas y colocando tutores de apoyo.
- Monitoreo del crecimiento: Evaluación regular del estado del cultivo y ajuste de prácticas de manejo.

4. Cosecha:
 - Determinar el mejor momento para cosechar: evaluar el punto adecuado de madurez para la recolección.
 - Cosecha: Recolección manual o mecanizada del producto.
 - Después de la cosecha y venta: secado y envasado del producto.
5. Post-cosecha y comercialización:
 - Procesamiento inicial: Lavado, secado y empaque del producto.
 - Almacenamiento y transporte: Almacenar en las condiciones adecuadas y trasladar al punto de venta.
 - Comercialización: Producto en contratos locales, regionales o mediante comercialización.

Se obtuvieron las siguientes respuestas en las encuestas aplicadas a las mujeres respecto a su participación agraria:

Tabla 3. Encuestas a las agricultoras.

Sistema	Milpa	Monocultivo	MIAF
Ocupación:	Agricultora y comercio	Agricultora	Agricultora
Participación en la agricultura:			
¿cuáles son las principales actividades agrícolas en las que participas?	Todo el proceso	Todo el proceso	Todo el proceso
¿qué porcentaje de tu tiempo dedicas a actividades agrícolas en comparación con otras responsabilidades?	Todo el tiempo según la temporada	Todo el tiempo según la temporada	Todo el tiempo según la temporada

¿cuál es tu papel específico en las actividades agrícolas?	Todo el proceso	Todo el proceso	Todo el proceso. No participa en la venta del cultivo.
¿has recibido alguna formación o capacitación relacionada con la agricultura?	Sobre la lombricomposta y la siembra	Composta y abonos orgánicos	Sobre siembra y cosecha
Desafíos y barreras:			
¿cuáles son los principales desafíos que enfrentas como mujer en el sector agrícola?	Esfuerzo físico y escasez de agua	Esfuerzo físico y escasez de agua	Esfuerzo físico y escasez de agua
¿has experimentado discriminación de género en relación con tu participación en actividades agrícolas?	Si	No	Si
¿existen barreras culturales o sociales que afecten tu participación en la agricultura?	Si	No	No
Impacto y contribuciones:			
¿cómo crees que tu participación en la agricultura	En la economía familiar	En la economía	En la economía familiar

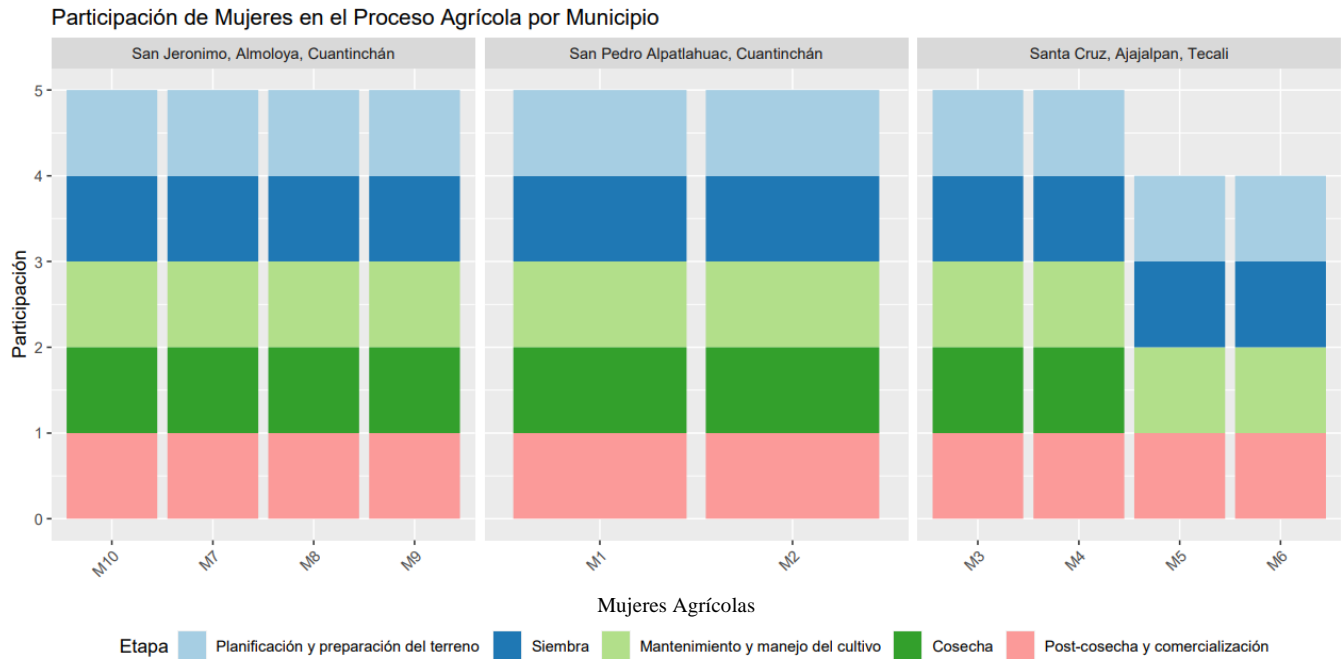
contribuye al bienestar de tu familia y tu comunidad?			
¿qué beneficios has observado como resultado de tu participación en actividades agrícolas?	Económicos	En la economía	En la economía familiar
¿has notado algún cambio en tu empoderamiento personal como resultado de tu participación en la agricultura?	Independencia económica	Independencia económica	Independencia económica
Perspectivas futuras:			
¿qué cambios te gustaría ver para promover una mayor participación de las mujeres en la agricultura?	Promover la participación de las mujeres, transmitir las costumbres a las nuevas generaciones	Que existan más capacitaciones y apoyos	Transmitir las costumbres a las nuevas generaciones
¿qué tipo de apoyo consideras que sería más útil para mejorar tu participación y la de otras mujeres en el sector agrícola?	Más talleres e información	Más apoyos económicos	Asesorías y capacitación

<p>¿tienes algún otro comentario o sugerencia que te gustaría compartir sobre este tema?</p>	<p>Mejor y más apoyo para las mujeres, asesoramiento sobre las plagas y más apoyos gubernamentales</p>	<p>Que existan más apoyos para la conservación y captación de agua en la agricultura y más apoyo gubernamental</p>	<p>Más capacitaciones</p>
---	--	--	---------------------------

Ilustración 1. Proceso agrario. Elaboración propia.



La participación de la mujer en el proceso de las practicas agroecológicas en la zona de estudio, con base en la línea del tiempo anteriormente explicada, se refleja en el siguiente gráfico (Gráfica 4), donde se asigna un color por actividad agrícola realizada en el proceso agrario por mujer encuestada.



Gráfica 4. Grado de participación agrícola

Se realizaron las entrevistas a profundidad a dos productoras para la realización de estudios de caso:



Figura 6. Entrevistas



Figura 7. Entrevistas

Participación de la mujer en agroecosistemas de maíz en Puebla: Caso de estudio.

La agricultora originaria de Santa Cruz Ajajalpan, construye una identidad estrechamente ligada a la tierra que caracteriza por un papel activo dentro de los sistemas agrícolas comunitarios familiares. Su narrativa no sólo retrata una vida ligada a la tierra, sino que también revela una conciencia crítica de las desigualdades estructurales que enfrentan las mujeres rurales. En esta historia surgen tres articuladores: género, trabajo y territorio, que se utilizan para construir una historia de resistencia y acción dentro de un contexto patriarcal.

Desde su infancia, estuvo inmersa en las labores agrícolas: “Si, siempre he trabajado desde chica”. Normalizando la incorporación femenina al trabajo productivo a temprana edad, dinámica que se arraiga a la división sexual del trabajo rural. Esta experiencia ilustra la doble jornada invisible: encargándose de la crianza de sus hijos al mismo tiempo de ser responsable del cultivo de la tierra, improvisando estrategias de cuidado, como el colgado de hamacas en campo.

La agricultora afirma “Yo soy la que decido porque... yo sé que voy a sembrar, que no voy a sembrar” desafiando roles patriarcales establecidos que reserva a los varones, subvierte roles tradicionales al reclamar autoridad en la gestión del proceso agrícola, posicionándola como sujeto central en la planificación productiva. Aunque, menciona que suele recurrir a ayuda masculina para tareas con mucha demanda física, manteniendo el control organizativo y administrativo, evidenciando un liderazgo negociado dentro de estructuras de género rígidas.

La agricultora rompe con el estereotipo de sumisión femenina al confrontar la discriminación sexista, ella menciona “Si, hay veces que te discriminan, que quieren sobajarte, dicen que ellos saben mas que tú”, a lo que ella responde “Si me pongo en alto [...] no me gusta, no porque eres hombre nos vas a sobajar”.

Bendecir semillas en la festividad de la Candelaria, revela prácticas culturales donde el trabajo trasciende lo económico, vislumbrando una cosmovisión agraria que se manifiesta en un acto de cuidado, conexión espiritual y simbólica con la tierra y la herencia.

Su testimonio también expone la precariedad institucional al manifestar inconformidad respecto a los apoyos gubernamentales, que refleja la exclusión sistemática de las mujeres rurales, agravada por la situación de falta de titularidad de tierras y burocracias sexistas. Limitando el acceso a recursos y perpetuando ciclos de vulnerabilidad.

La agricultora manifiesta desconfianza en las dinámicas cooperativas mencionando “Hay gente muy... que no le gusta trabajar, quiere que tu trabajes para su trabajo”. Este rechazo a la

organización colectiva puede interpretarse como una respuesta al individualismo defensivo, surgido de experiencias de explotación laboral o estructuras jerárquicas dominadas por hombres. Este escepticismo subraya las limitantes y desafíos para construir solidaridades efectivas marcadas por desigualdades en clase y género.

La segunda Agricultora, originaria de Santa Cruz Ajajalpan, madre de cinco hijos y trabajadora agrícola en un entorno rural mexicano crea una narrativa en la que la maternidad y la producción agrícola se presentan como piedras angulares de su identidad. Además de revelar la variedad de roles que pueden desempeñarse —cuidadora, productora, administradora—, su discurso también esboza estrategias de resistencia y adaptación a las estructuras patriarcales y a las limitaciones institucionales. En la voz de las mujeres se desprenden cuatro temas clave: conciliación de roles, autonomía productiva, lucha contra la discriminación y perseverancia frente al despojo histórico. La entrevista convierte la maternidad en un acto productivo y educativo: "Planificaba mis tiempos y delegaba tareas". Al incorporar a los hijos a labores en el campo, transfieren conocimientos agrícolas intergeneracionalmente.

La autonomía de la agricultora se extiende desde el control total sobre el ciclo de los cultivos hasta la comercialización y la reversión de las ganancias, demostrando un estilo de gestión racional que contrasta con la invisibilidad estadística de las mujeres en los datos agrícolas (Deere y León, 2003). Si bien carece de empleados permanentes, su capacidad de gestión de recursos muestra cierta independencia económica, lo cual es significativo en situaciones donde menos del 25% de las mujeres rurales tienen acceso al crédito formal (SIAP, 2022).

Dentro de las experiencias de la agricultora, destacan situaciones de discriminación mencionando "Algunos hombres cuestionan mi liderazgo en el campo" e ilustra resistencia cotidiana que desestabiliza roles de género al negociar la redistribución de tareas domésticas con su esposo al afirmar "mi esposo ahora ayuda en las labores domésticas, aunque al inicio hubo resistencia", ejemplificando como las mujeres rurales reconfiguran dinámicas patriarcales desde lo micro, promoviendo un cambio gradual pero profundo (Scott, 1985).

Respecto a su percepción sobre las limitaciones estructurales y políticas, la agricultora señala que su participación en Sembrando Vida proporciona ingresos regulares, pero también señala deficiencias técnicas: "Se necesita más ayuda para controlar plagas como el chapulín ". En este punto se critica la fragmentación de los programas gubernamentales, que, si bien incorporan cuotas específicas de género, carecen de enfoques integrales para abordar la desigualdad estructural y los desafíos agronómicos (Botello & Suárez, 2022). La propiedad de la tierra (heredada de la familia del marido), refleja una exclusión histórica: sólo el 22% de las mujeres ejidatarias mexicanas tienen derechos múltiples sobre las parcelas (RAN, 2021).

La agricultura entrevistada valora su participación en organizaciones predominantemente femeninas, diciendo: "Somos más mujeres y hemos demostrado un mayor compromiso". Las redes actúan como estrategias de empoderamiento colectivo que no sólo incrementan la productividad, sino que también fortalecen la incidencia local y la autoestima (Hernández, 2019). Ella declara que refleja su conexión emocional con la tierra "Amo el campo... ver crecer lo que siembro me llena de orgullo", la posiciona como custodia de un legado cultural y ecológico (Toledo y Barrera-Bassols, 2015).

El discurso de la entrevista capta la paradoja de las mujeres rurales, que son al mismo tiempo víctimas de un sistema que les niega derechos básicos y arquitectas de la adaptabilidad socio ecológica. Se evidencia en la gestión autónoma, la negociación doméstica y la participación grupal, muestra que la igualdad de género es un proceso que se desarrolla en la vida cotidiana más que una meta. Sin embargo, esta experiencia interpela también al Estado: urge reformar las políticas agrarias para garantizar acceso a la tierra, a la tecnología y la asistencia técnica desde una perspectiva de género. El campo mexicano sólo florecerá cuando se reconozca que las mujeres no sólo son trabajadoras sino también símbolos de justicia social y soberanía alimentaria.

Indicadores Ambientales

Se muestrearon 23 agroecosistemas de maíz, con el método de 5 de oros, que consistió en tomar 5 muestras simples a 30 cm de profundidad (fig. 4), las cuales se mezclaron para formar una muestra compuesta de suelo (Imagen 5). Cada muestra fue etiquetada y transportada al laboratorio para su posterior análisis.



Figura 8. Metodología 5 de oros.



Figura 9. . Muestreo con agricultores. 30/abril/2024



Figura 10. Muestreo con agricultores. 30/abril/2024



Figura 11. Muestreo con agricultores. 30/abril/2024



Figura 12. Muestreo con agricultores. 30/abril/2024

Como resultado de la caracterización y selección de muestras, se obtuvo la tabla 4.

Tabla 4. Caracterización y selección de muestras

Sistema de cultivo	Código	Sexo del productor	Número de parcelas	Cultivo	Coordenadas
Milpa	2SP, 3SP, 4SP	1F	3	4SP: Maíz, Frijol, Nopal	2SP: Maíz y Frijol 3SP: Maíz y Frijol 2SP: 18°56'35.2"N 98°02'38.2"W 4SP: 18°57'22.0"N 98°01'56.6"W 3SP: 18°57'24.1"N 98°02'02.1"W
Milpa	1SP	F	1	1SP: Maíz, Frijol, Calabaza	1SP: 18°57'22.0"N 98°01'56.6"W
Milpa	2AJ, 5AJ	F	2	2AJ: Maíz, Frijol y Sorgo 5AJ: Alfalfa y Maíz	2AJ: 18°57'17.9"N 97°57'29.4"W 5AJ: 18°57'17.9"N 97°58'07.8"W
Milpa	3AJ	F	1	Maíz, Frijol, Calabaza, Haba	3AJ: 18°56'13.6"N 98°01'38.7"W
Milpa	4A	F	1	Maíz, Frijol y Calabaza	4A: 18°56'50.3"N 98°00'38.0"W
Milpa	5A	F	1	Maíz, Frijol y Calabaza	5A: 18°56'14.2"N 98°01'16.5"W
Monocultivo	7AJ	2M	1	Maíz	7AJ: 18°57'37.4"N 97°58'23.0"W
Monocultivo	4AJ	F	1	Maíz	4AJ: 18°56'17.0"N 98°01'33.1"W
Monocultivo	2A	M	1	Maíz	2A: 18°56'09.9"N 98°01'31.0"W
Monocultivo	1A, 3A	F	2	1A: Maíz 3A: Maíz	1A: 18°56'48.4"N 97°59'57.4"W 3A: 18°56'49.6"N 97°59'51.9"W
Monocultivo	6A, 7A	F	2	6A: Maíz 7A: Maíz	6A: 18°56'43.1"N 97°59'31.5"W 7A: 18°56'47.4"N 97°59'44.3"W
MIAF	6AJ	F	1	Aguacate, Pera, Durazno, Membrillo, Frijol, Maíz	6AJ: 18°57'42.2"N 97°56'50.9"W
MIAF	5M	M	1	Aguacate, Maíz, Durazno, Maguey.	5M: 18°57'19.8"N 97°56'38.4"W
MIAF	2M	M	1	Maíz, Aguacate, Chabacano, Durazno, Frijol, Alfalfa	2M: 18°57'41.8"N 97°56'39.8"W
MIAF	3M	M	1	Frijol, Maíz, Calabaza, Granada, Pitahaya, Nopal	3M: 18°55'27.5"N 97°57'45.0"W

MIAF	1M, 4M	M	2	1M: Ciruela, Maíz, Durazno, Tecojote, Limon	4M: Cedros, Durazno, Maguey, Maíz, Nopal, Frijol.	1M: 18°57'29.5"N 97°57'42.5"W	4M: 18°57'56.5"N 97°56'21.8"W
MIAF	8A	F	1	Maíz, Maguey y durazno		8A: 18°56'13.6"N 98°01'38.7"W	

Una vez en el laboratorio las muestras se secaron y tamizaron según lo establecido en la NOM-021-RECNAT-2000 (Imagen 9).



Figura 13. Secado y tamizado de muestras. 03/mayo/2024

Se realizaron los análisis de fertilidad: pH, CE, Materia Orgánica, Nitrógeno total, Fósforo disponible y determinación de los micronutrientes Ca, Mg, K y Na según la NOM-021-RECNAT-2000. Se aplicaron tres repeticiones para las 23 muestras seleccionadas correspondientes a los sistemas agrarios milpa, MIAF y monocultivo (Imagen 10,11, 12, 13, 14).

¹F: Femenino

²M: Masculino



Figura 15. Análisis en laboratorio, determinación de Nitrógeno Total



Figura 14. Análisis en laboratorio, determinación de Ca y Mg.



Figura 18. Análisis en laboratorio, equipo de destilación.



Figura 17. Análisis en laboratorio, determinación de M.O.



Figura 16. Análisis en laboratorio, determinación de P.

1. Monocultivo

pH: En el sistema de monocultivo los valores de pH del suelo presentan valores en el intervalo de 7.4 a 8.2, siendo el promedio de 8.0, según la NOM 021 RECNAT 2000 (SEMARNAT, 2002) se clasifican como medianamente alcalinos. Estos hallazgos coinciden con investigaciones como las de Carrillo-González, González-Chávez y Hernández (2015), que reportan un pH de 8 en suelos de monocultivo de maíz en Puebla.

Según el manual de fertilidad de suelos de la Universidad Autónoma de Chapingo (González et al., 2010), para la mayoría de los cultivos los valores de pH óptimos oscilan entre 6 y 7.5. No obstante, aunque el maíz puede desarrollarse en suelos ligeramente alcalinos, valores superiores a 8 pueden disminuir la disponibilidad de nutrientes esenciales como fósforo y hierro, afectando potencialmente el crecimiento de las plantas (González et al., 2010).

CE (ds/cm): Los valores en conductividad eléctrica para este agroecosistema, indican una salinidad despreciable, según lo establecido por la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT,

2002). Esta condición es favorable para el crecimiento de los cultivos. Los resultados coinciden con estudios previos en suelos agrícolas, como el de Carrillo-González, González-Chávez y Hernández (2015), se reporta valores entre 0.30 y 0.70 ds/cm en suelos de monocultivo de maíz en Puebla. La similitud de los datos obtenidos sugiere que los suelos analizados presentan una salinidad característica de este tipo de sistemas con bajas precipitaciones y presencia de carbonatos.

% M.O: Los valores de materia orgánica en los suelos analizados oscilan entre el 0.05% y 1.42%, lo que indica un contenido de bajo a moderado (SEMARNAT, 2002), con predominio de niveles preocupantemente bajos. Esta condición refleja un deterioro en la fertilidad y salud del suelo, ya que la materia orgánica es fundamental para la retención de humedad, actividad microbiana y disponibilidad de nutrientes.

Al comparar estos resultados con otros estudios realizados en suelos agrícolas, se observa una tendencia generalizada a la deficiencia. Una investigación en Villaflores, Chiapas (López Báez et al., 2019), reportó un promedio de 7% de material orgánica, el 93% de los suelos presentaron niveles muy bajos y el resto niveles menores al 1.5%. Estos hallazgos coinciden con los datos obtenidos, confirmando una problemática extendida en suelos bajo un manejo de monocultivo.

De acuerdo con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2019), un contenido óptimo de materia orgánica para suelos agrícolas debe superar el 3%, debido a que, en este umbral se favorece la estructura del suelo, la retención de agua, la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes.

%N: En los análisis del contenido de nitrógeno total, los valores se encuentran en un rango entre el 0.01% y 0.09% con una media aproximada de 0.05%, según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), es un contenido bajo. Comparando los datos con el estudio de Cristóbal-Acevedo et al. (2011), se observan diferencias significativas, ya que en reportan valores de nitrógeno en un rango de 0.14% a 0.16%, por lo que los suelos del monocultivo de este estudio presentan deficiencia de este macronutriente, limitando severamente el potencial productivo de los cultivos, debido a que, el nitrógeno es fundamental para procesos clave como la formación de clorofila, la síntesis de proteínas y el desarrollo vegetativo de las plantas.

P (mg/Kg): Existe un rango bastante amplio en los niveles de fósforo disponible en las parcelas de monocultivo analizadas, con niveles que van desde 0.04 mg/Kg, considerado un nivel bajo, hasta 82.04 mg/Kg que, según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), es un nivel alto. Esto sugiere que, aunque todas las parcelas tienen un uso agrícola de monocultivo, no todas presentan el mismo manejo. Los valores altos proporcionan condiciones adecuadas para el cultivo de maíz, mientras que los valores que están por debajo de 14.64 mg/Kg presentan deficiencia crítica de fósforo. Para contextualizar estos resultados, en los hallazgos de Villaflores, Chiapas, (López Báez et al., 2019) se reportó un contenido promedio de fósforo de 26.1 mg/Kg, con un coeficiente de variación de 87.1%, indicando una alta variabilidad en los suelos analizados. Aunque este promedio sugiere que muchos suelos tienen niveles adecuados para el cultivo de maíz, también presenta un número significativo de parcelas con deficiencias en el contenido de fósforo disponible para sus cultivos.

K (Cmol/Kg): Los valores obtenidos de potasio oscilan entre 0.33 y 1.5 Cmol/Kg, con una media de 0.65 Cmol/Kg. Según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), se encuentran en niveles medios a altos. En comparación con el estudio realizado en Villaflores, Chiapas (López Báez et al. 2019), con niveles clasificados de bajo a muy bajo. Se contrasta una diferencia favorable en las parcelas con sistema de monocultivo estudiadas, ya que este nutriente impacta en la fotosíntesis, regulación del agua y en la resistencia a enfermedades.

Na(Cmol/Kg): Los análisis del contenido de sodio en monocultivo de maíz, los valores obtenidos presentan un valor promedio de 0.49 Cmol/Kg. Cabe resaltar que en todas las parcelas evaluadas existe la presencia de este catión; sin embargo, en los suelos de Villaflores (López Báez et al., 2019). Solo el 17% de las de las parcelas analizadas reportaron la presencia de este catión, lo que sugiere que los suelos de la zona de estudio pueden tener mayor predisposición a la acumulación de sodio.

Ca (Cmol/Kg): Los resultados revelan una concentración notable en calcio, con valores entre 7.2 y 11.2 Cmol/kg, con una media de 9.09 Cmol/Kg. Según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), se encuentran en una clasificación de media a alta.

Mg (Cmol/Kg): Los valores obtenidos en magnesio presentan una amplia variabilidad, con un intervalo desde 0.4 hasta 4.0 Cmol/Kg, con una media de 1.6 Cmol/Kg. Según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), estos valores se clasifican de bajos a altos.

Tabla 5. Estadística descriptiva para monocultivo.

Monocultivo					
	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Interpretación NOM-021-RECNAT-2000
pH	8	0.26	7.40	8.20	Medianamente Alcalino
CE (ds/m)	0.42	0.12	0.30	0.66	Efectos despreciables de la salinidad
% M.O.	0.86	0.42	0.05	1.42	Bajo
% N	0.05	0.03	0.01	0.09	Muy bajo
P (mg/Kg)	25.47	19.80	0.94	60.82	Medio
Ca (Cmol/Kg)	9.09	1.46	7.20	11.20	Medio
Mg (Cmol/Kg)	1.60	1.40	0.40	4.00	Medio
K (Cmol/Kg)	0.65	0.18	0.41	0.90	Ato
Na (Cmol/Kg)	0.49	0.33	0.11	0.86	-

2. Milpa

pH: Los valores de pH en suelos con un manejo agrario milpa oscilan entre 7.55 y 8.16, según la NOM-021-RECNAT-2000(SEMARNAT, 2002), estos suelos entran en la clasificación de medianamente alcalino.

Conductividad Eléctrica (CE): Los valores reportados para conductividad eléctrica reflejan, según la norma (SEMARNAT, 2002), efectos despreciables de la salinidad. Una conductividad eléctrica menor a 1 ds/cm se considera beneficiosa para la mayoría de los cultivos, ya que, valores más altos pueden causar problemas de salinidad (Cruz et al., 2008). En contraste con los resultados reportados se encuentran dentro de los rangos registrados por Rodríguez Gabiño y López Blanco, 2026, para agroecosistemas de milpa del centro de México, por lo que existe similitud de las condiciones edáficas en ambos contextos.

% M.O: Los datos obtenidos en milpa para el porcentaje de materia orgánica, presentan valores que oscilan entre 0.6 y 2.15%. De acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000(SEMARNAT, 2002), el contenido de materia orgánica es bajo a moderado. Esto podría deberse a prácticas agrícolas intensivas que reducen la acumulación de material orgánica como la remoción frecuente de residuos de cultivos, el uso de maquinarias pesadas que compacta el suelo y la falta de rotación de cultivos que permite regenerar el suelo. En contraste con otros estudios realizados (Rodríguez Gamiño y López Blanco, 2006), reportaron contenido de materia orgánica de moderado a alto, especialmente en áreas forestales. La acumulación de materia orgánica en los suelos se debe a la alta precipitación y presencia de bosques de manejo forestal y agrícola. Comparando los datos obtenidos, la baja a moderada cantidad de materia orgánica en milpa podría estar relacionada con prácticas agrícolas intensivas, con la quema de residuos y la falta de aplicación de abonos orgánicos, además, la erosión del suelo y la falta de cobertura vegetal durante ciertos periodos del año pueden contribuir a la pérdida de materia orgánica. Tener un contenido bajo de materia orgánica presenta desafíos en la agricultura, como una menor capacidad de retención de agua y nutrientes y una estructura del suelo menos favorable para el crecimiento de las plantas, afectando la productividad de los cultivos, requiriendo una mayor aplicación de fertilizantes y enmiendas para mejorar la calidad del suelo.

%N: Los valores obtenidos de nitrógeno total varían de 0.02 a 0.15 %. De acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), estos valores se clasifican de muy bajo a medio para suelos agrícolas.

P (mg/Kg): Los datos obtenidos en milpa para el fósforo disponible presentan un rango amplio, con valores desde 2.82 mg/Kg, considerado un nivel bajo hasta 59.94 mg/Kg, que, según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), es un nivel alto. Esto sugiere que, aunque todas las parcelas tengan un manejo agrícola de milpa, no todas tienen las mismas prácticas agrícolas. Los valores altos presentan condiciones adecuadas para el cultivo de maíz, mientras que los valores que están por debajo 14.64 mg/Kg presentan deficiencia crítica de fósforo.

En un estudio realizado por Reyes-Jaramillo (2016) sobre las propiedades edáficas de parcelas cultivadas con milpa en la Sierra de Oaxaca, los valores de fósforo disponible variaron entre 2.1 mg/Kg y 69.3 mg/Kg. Los valores más altos obtenidos, son comparables con el valor reportado más alto en el estudio, que podría indicar la presencia de fertilizantes fosfatados en el suelo.

K (Cmol/Kg): Los datos obtenidos en milpa para potasio, oscilan entre 0.41 Cmol/Kg y 1.08 Cmol/Kg, según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), se encuentran en niveles medios a altos. En comparación con el estudio realizado por Reyes-Jaramillo (2016), sobre las propiedades edáficas de parcelas cultivadas con milpa en la Sierra de Oaxaca, los valores obtenidos variaron entre 0.21 a 0.66 Cmol/Kg, clasificados como bajos. En contraste con los resultados obtenidos, las milpas contienen mayor concentración de potasio, lo que es beneficioso en la fotosíntesis, regulación hídrica, resistencia a enfermedades y formación de granos.

Na (Cmol/Kg): Los niveles obtenidos en concentración de sodio, oscilan entre 0.1 Cmol/Kg a 0.8 Cmol/Kg y según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), se clasifican de bajo a moderado, lo que indica que no hay problemas de salinidad en los suelos analizados. En contraste con el estudio de Reyes-Jaramillo (2016), sobre las propiedades edáficas de parcelas cultivadas con milpa en la Sierra de Oaxaca, los valores de sodio se encontraron entre 0.08 y 0.20 Cmol/Kg, clasificados como bajos. Los valores obtenidos son más altos que los reportados en el estudio de Reyes-Jaramillo (2016), sin embargo, no indican problemas de salinidad, ya que los valores siguen siendo relativamente bajos.

Ca (Cmol/Kg): Los datos obtenidos en milpa para calcio se encuentra en un rango entre 5.2 Cmol/Kg a 10.4 Cmol/Kg, que, según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), se clasifican como niveles medios a altos. En contraste con el estudio de Reyes-Jaramillo (2016), los valores de calcio variaron de 7.2 Cmol/Kg a 22.4 Cmol/Kg. Al comparar los resultados la

concentración de calcio es menor en las milpas analizadas, pero no indican una deficiencia crítica de calcio.

Mg (Cmol/Kg): Los niveles obtenidos en concentración de magnesio, oscilan entre 2.0 Cmol/Kg a 3.6 Cmol/Kg y según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), se clasifican de medio a alto. En contraste con el estudio de Reyes-Jaramillo (2016) los valores de sodio se encontraron entre 5.0 y 15.1 Cmol/Kg, clasificados como altos. Aunque los valores analizados son significativamente más bajos que los reportados en el estudio de Reyes-Jaramillo (2016), no indican una deficiencia crítica de magnesio, ya que los valores mínimos obtenidos se encuentran dentro del rango óptimo considerado para la mayoría de los cultivos

Tabla 6. Estadística descriptiva para Milpa.

MILPA					
	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Interpretación NOM-021-RECNAT-2000
pH	7.88	0.19	7.55	8.15	Medianamente Alcalino
CE (ds/m)	0.50	0.18	0.31	0.85	Efectos despreciables de la salinidad
% M.O.	1.44	0.43	0.76	2.15	Bajo
% N	0.08	0.05	0.02	0.18	Bajo
P (mg/Kg)	21.87	25.83	2.82	14.99	Medio
Ca (Cmol/Kg)	7.82	1.58	5.20	10.40	Medio
Mg (Cmol/Kg)	2.49	0.59	2.00	3.60	Medio
K (Cmol/Kg)	0.70	0.24	0.41	1.08	Alto

Na	0.57	0.49	0.10	1.30	-
(Cmol/Kg)					

3. MIAF

pH: Los valores de pH en suelos con un manejo agrario MIAF oscilan entre 8.03 y 8.4, según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), estos suelos entran en la clasificación de medianamente alcalino. Esta característica es común en ciertas regiones de México e influye en la disponibilidad de nutrientes. De acuerdo con el manual de fertilidad de suelos de la Universidad Autónoma de Chapingo, para cultivos de milpa, un pH ideal se encuentra entre 6.0 y 7.0. Un pH superior genera problemas en la disponibilidad de nutrientes y afecta el rendimiento de los cultivos (González et al., 2010).

Conductividad Eléctrica (CE): Los valores de CE en suelos con un manejo agrario MIAF oscilan entre 0.25 y 1.99 dS/m, según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), estos suelos entran en la clasificación de efectos despreciables de salinidad, lo que sugiere que los suelos poseen una cantidad moderada en sales disueltas. Una CE por debajo de 1 dS/m se considera adecuada para cultivos agrícolas, ya que niveles más altos representan problemas de salinidades (SADER, 2019).

Materia Orgánica (M.O.): Los valores de materia orgánica en suelos en MIAF oscilan entre 1.05% y 3.43%, según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), se consideran de baja a media cantidad de materia orgánica. En comparación con el estudio realizado por Arriaga-Vásquez et al. (2020) sobre las propiedades químicas y biológicas de los suelos en sistemas de milpa intercalada con árboles frutales (MIAF), se registraron valores que variaron entre 2.7% y 6.38%. Los suelos MIAF analizados son significativamente más bajos a los del estudio de Arriaga-Vásquez et al. (2020), los niveles bajos en contenido de materia orgánica, podría afectar negativamente la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos, lo que sugiere la necesidad de implementar prácticas de manejo que aumenten la materia orgánica.

%N: Los datos en nitrógeno total obtenidos oscilan entre 0.04% a 0.18%, clasificados como valores de muy bajos a altos. Arriaga-Vásquez et al. (2020), reporta un valor de 0.32%, en contraste

con los suelos analizados son significativamente más bajos, esta deficiencia es un factor limitante en la productividad de cultivos, lo que sugiere la necesidad de implementar prácticas de manejo agrícola que aumenten la concentración de nitrógeno en el suelo.

P (mg/Kg): Los datos en fósforo disponible oscilan entre 5.6 mg/Kg y 14.99 mg/Kg, según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), se clasifican como suelos con un contenido bajo. Arriaga-Vásquez et al. (2020) reporta valores entre 8.27 mg/Kg a 36.4 mg/Kg. Los suelos MIAF analizados tienen una concentración más baja al del estudio, esto puede deberse a diferentes prácticas de manejo y menor aplicación de fertilizantes fosfatados.

K (Cmol/Kg): Los datos obtenidos en MIAF de potasio, oscilan entre 0.04 Cmol/Kg y 0.79 Cmol/kg, según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), se encuentran en niveles de muy bajo a alto. Estudios de Arriaga-Vásquez et al. (2020) registraron un valor de 0.86 Cmol/Kg. Estos valores registrados limitan la disponibilidad de nutrientes, la productividad del cultivo, la formación de frutos y la resistencia al estrés hídrico. Los valores más altos, beneficia la fotosíntesis, en la regulación hídrica, en la resistencia a enfermedades y formación de granos.

Ca (Cmol/Kg): Los valores de calcio oscilan entre 0.7 Cmol/Kg y 16.4 Cmol/Kg según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), entran en la clasificación de muy bajo a alto. Los suelos con valores muy bajos pueden limitar la productividad de los cultivos. En contraste con el estudio realizado por Arriaga-Vásquez et al. (2020), los valores más altos, son consistentes con los datos reportados a los del estudio con 22.4 Cmol/Kg, lo que indica una disponibilidad favorable de este nutriente esencial.

Mg (Cmol/Kg): Los datos obtenidos en milpa para magnesio, oscilan entre 2.4 Cmol/Kg y 12.16 Cmol/Kg, según la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002), se encuentran en un nivel de medio a alto. Los suelos MIAF analizados tienen una concentración más baja al del estudio de Arriaga-Vásquez et al. (2020), sin embargo, los valores son comparables con los valores medios del estudio, lo que sugiere un contenido de magnesio adecuado.

Tabla 7. Estadística descriptiva para MIAF.

	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Interpretación NOM-021-RECNAT-2000
pH	8.18	0.20	7.78	8.38	Medianamente Alcalino
CE (ds/m)	0.40	0.09	0.25	0.51	Efectos despreciables de la salinidad
% M.O.	2.50	0.74	1.05	3.43	Bajo
% N	0.08	0.05	0.03	0.18	Bajo
P (mg/Kg)	9.16	2.90	5.63	14.99	Bajo
Ca (Cmol/Kg)	10.15	5.62	0.07	16.40	Alto
Mg (Cmol/Kg)	8.31	3.48	2.40	12.16	Alto
K (Cmol/Kg)	0.29	0.28	0.04	0.79	Bajo
Na (Cmol/Kg)	1.47	1.22	0.30	3.39	-

Tabla 8. Resultados de análisis de fertilidad

Indicadores ambientales	Monocultivo		Milpa		MIAF	
	pH	7.95	+ 0.08	7.80	+ 0.59	8.18
CE ds/cm	0.42	+ 0.04	0.50	+ 0.54	0.40	+ 0.91
%C	0.50	+ 0.18	0.83	+ 0.08	1.45	+ 0.02
%M.O.	0.86	+ 0.18	1.44	+ 0.08	2.50	+ 0.02

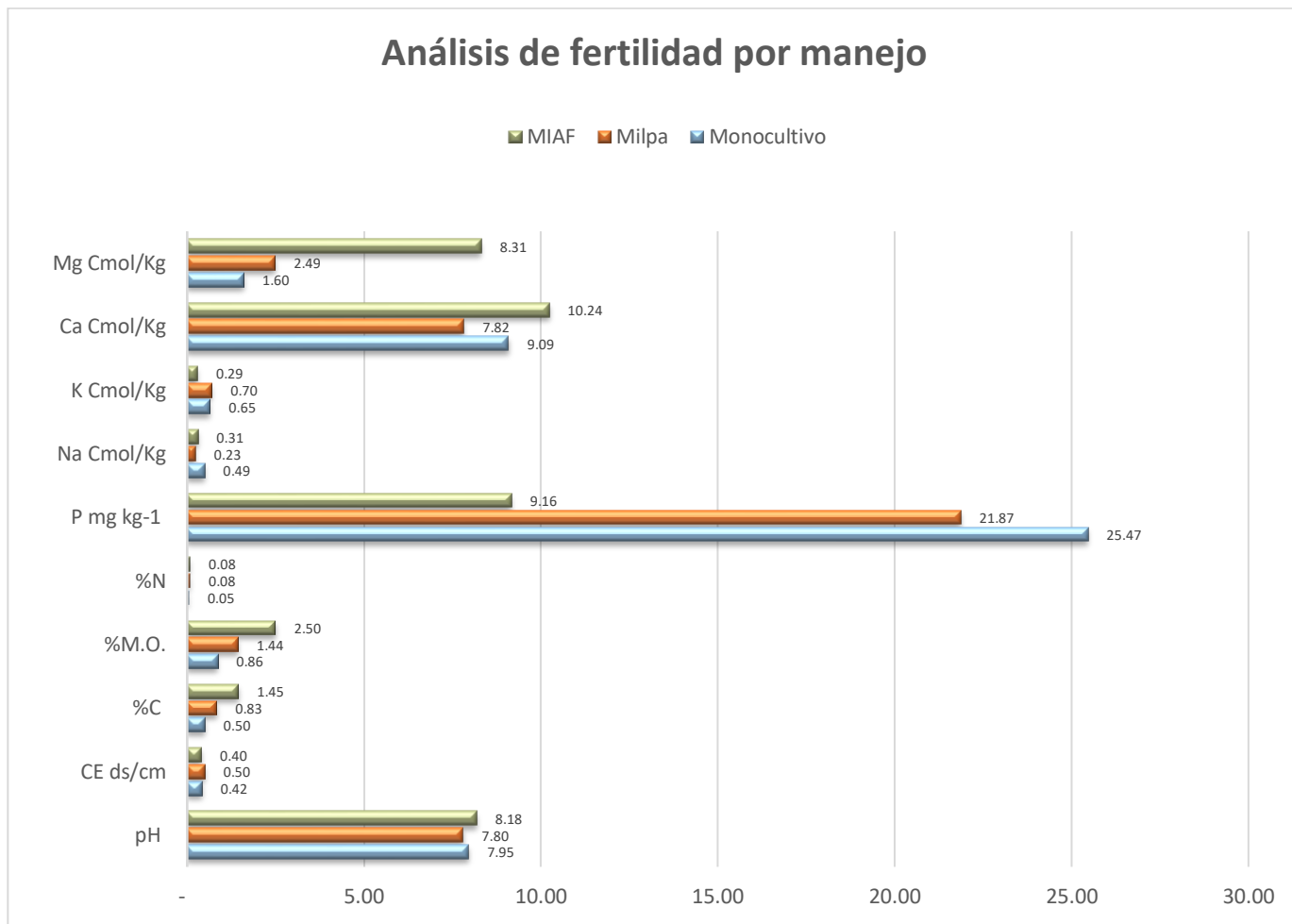
%N	0.05	+ - 0.02	0.08	+ - 0.06	0.08	+ - 0.06
P mg/Kg	25.47	+ - 3.43	21.87	+ - 7.99	9.16	+ - 3.03
Na Cmol/Kg	0.49	+ - 0.59	0.23	+ - 0.83	0.31	+ - 1.41
K Cmol/Kg	0.65	+ - 0.59	0.70	+ - 0.00	0.29	+ - 0.00
Ca Cmol/Kg	9.09	+ - 0.00	7.82	+ - 7.95	10.24	10.24 + -
Mg Cmol/Kg	1.60	+ - 0.59	2.49	+ - 0.00	8.31	+ - 0.08
Textura	Franco-arenosa.		Franco.		Franco-arenosa.	

Análisis estadísticos.

En el software R studio se aplicaron análisis estadísticos para comprobar la normalidad de los datos obtenidos en laboratorio, en los datos paramétricos se utilizó la prueba ANOVA y TUKEY para determinar la significancia estadística y para los datos no paramétricos se utilizó la prueba DUNN.

Se asignaron las letras a y b para distinguir la significancia estadística en el análisis, siendo:

1. “a” para el sistema agrario que no tuviera diferencias significativas, y
2. “b” para el sistema agrario que obtuviera una diferencia significativa.



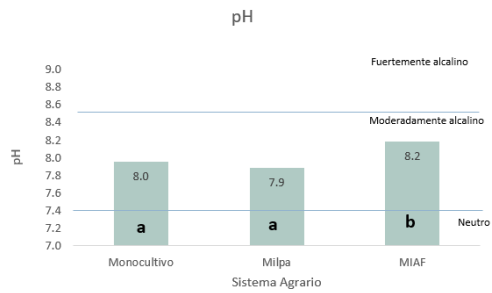
Gráfica 2. Resultados de análisis de fertilidad por sistema de manejo.

En la gráfica 2 se puede observar la comparación de los datos obtenidos en los análisis de fertilidad, y en la tabla 9 se resume la interpretación estadística por variable:

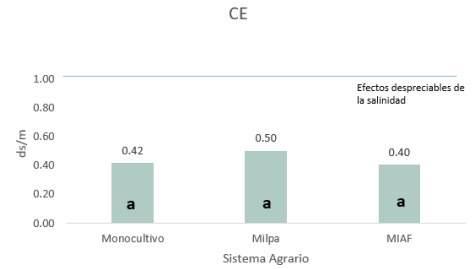
Tabla 9. Interpretación estadística

Variable	¿Datos Paramétricos?	¿Diferencia Significativa?	Sistema con Mejor Resultado	Nivel/Concentración (NOM-021)
pH	No paramétricos	Sí	MIAF	Moderadamente alcalino
Conductividad Eléctrica	No paramétricos	No	Milpa	Salinidad despreciable
Materia Orgánica	Paramétricos	Sí	MIAF	Nivel medio
Nitrógeno Total	Paramétricos	No	Milpa	Muy bajo
Fósforo Disponible	No paramétricos	Sí	Monocultivo	Nivel medio
Calcio (Ca)	Paramétricos	No	Monocultivo	Medio
Magnesio (Mg)	No paramétricos	Sí	MIAF	Concentración alta
Potasio (K)	Paramétricos	Sí	Milpa y Monocultivo	Nivel bajo
Sodio	No Paramétricos	No	N/A	No especificado

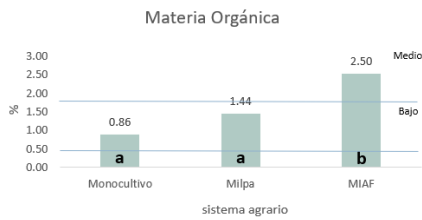
Gráficas estadísticas por variable:



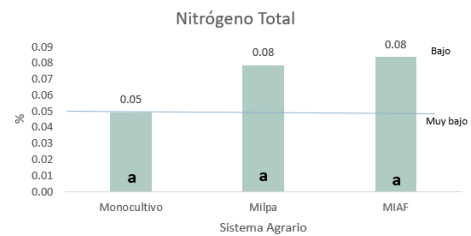
Gráfica 3. Estadísticos pH



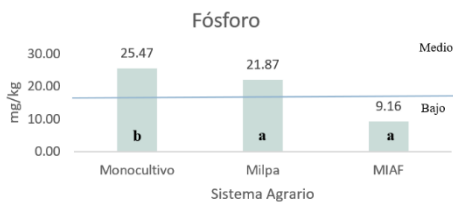
Gráfica 4. Estadísticos CE



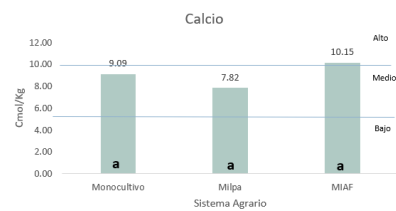
Gráfica 5. Estadísticos M.O.



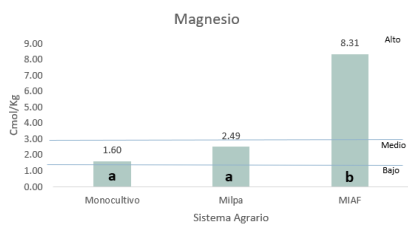
Gráfica 6. Estadísticos Nitrógeno Total



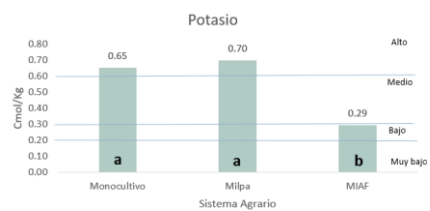
Gráfica 7. Estadísticos Fósforo disponible



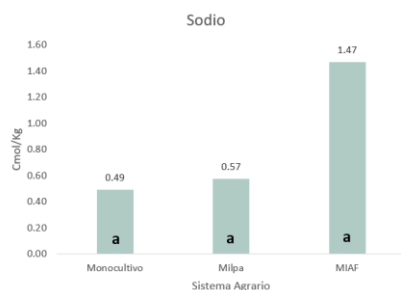
Gráfica 8. Estadísticos Calcio



Gráfica 9. Estadísticos Magnesio



Gráfica 10. Estadísticos Potasio



Gráfica 11. Estadísticos Sodio

CAPITULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4. Participación de la mujer en sistemas agrarios: Casos de estudio.

Los testimonios de las agricultoras revelan las complejidades dinámicas que definen la participación de las mujeres en los sistemas agrícolas mexicanos, donde convergen la autonomía, la exclusión estructural y la persistencia cultural. A través de los relatos se articulan cuatro principios analíticos clave:

- Intersección de roles
- Autonomía productiva
- Límites de las políticas públicas
- Transformación de las normas de género

Las agricultoras entrevistadas, se involucran en una doble jornada de trabajo: Reproductiva y productiva. Incluir a los hijos al proceso de producción agraria durante la crianza, convierte el campo como un espacio formativo. A pesar de las limitantes, esta simultaneidad se reinterpreta como una educación para el cuidado que transmite los conocimientos de forma intergeneracional (Federici, 2014). Sin embargo, este trabajo productivo y de formación continua sigue siendo invisible en indicadores económicos, perpetuando la devaluación del trabajo femenino.

Las agricultoras manifiestan control en decisiones clave como la selección de cultivos, el manejo de cosechas y la comercialización. Con afirmaciones como “yo decido que sembrar”, administrando los gastos, las ganancias y reinvertiendo en producción. Esta autonomía contrasta con el androcentrismo institucional, que excluye a las mujeres de las estadísticas y políticas agrícolas (Deere y León, 2003). Estos casos de estudio evidencian que las mujeres crean espacios de gestión de forma independiente a pesar de la falta de propiedad de las tierras (sólo el 22% de las mujeres ejidatarias tienen plenos derechos, RAN, 2021).

Los testimonios muestran inconformidad en los programas estatales, criticando la insuficiencia e ilustrando cómo las políticas agrícolas se encuentran fragmentadas y que, a pesar de sus inclusiones basadas en el género, carecen de enfoques integrales para abordar desafíos técnicos y desigualdades históricas (Botello y Suárez, 2022). Además, la tenencia de tierras (heredadas por vía masculina en ambos casos) subraya la necesidad de reformas que garanticen derechos patrimoniales equitativos.

Las agricultoras adoptan estrategias de resistencia ante situaciones de discriminación de género confrontándola directamente y negociando la corresponsabilidad doméstica con el esposo. Esta forma de resistencia son acciones que erosionan normas patriarcales y evidencian que la búsqueda de equidad de género se construye desde lo cotidiano (Scott, 1985). También se destaca el liderazgo femenino en organizaciones “Somos mayoría mujeres y se ha demostrado mayor compromiso”, señalando como la colectividad puede representar una herramienta de empoderamiento.

Las productoras vinculan la labor agrícola con prácticas rituales como la bendición de semillas y valoran el campo como legado cultural “Amo ver crecer lo que siembro”. Estas expresiones reflejan una cosmovisión agraria donde la tierra trasciende lo económico: como un espacio de herencia cultural, identidad y espiritualidad (Toledo & Barrera-Bassols, 2015). Sin embargo, esta conexión contrasta con políticas que priorizan la productividad sobre la sustentabilidad cultural.

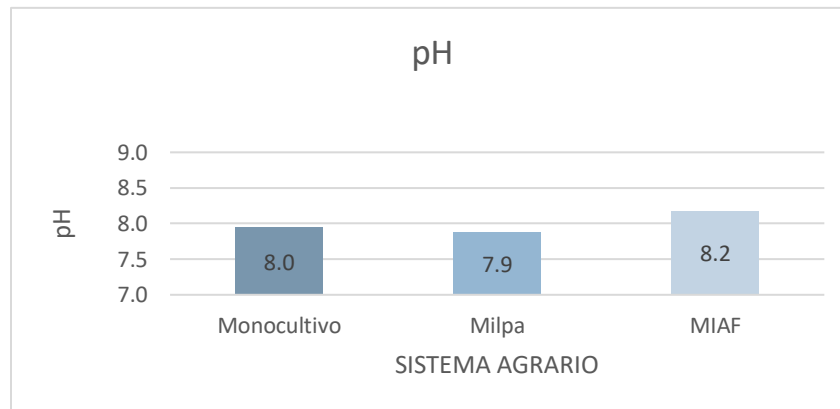
Ambos testimonios interpelan al estado y a la sociedad: Denunciando la exclusión institucional, la precariedad y falta de apoyo y exigen reconocimiento como agentes productivas. Ellas personifican la paradoja de ser custodias de saberes ancestrales sin tener acceso a recursos, reclamando políticas que integren:

- Acceso equitativo a créditos y a tierras.
- Capacitación técnica y productiva con enfoques de género.

- Reconocimiento legal y simbólico de su trabajo, incluyéndolas dentro de las estadísticas decisiones comunitarias.

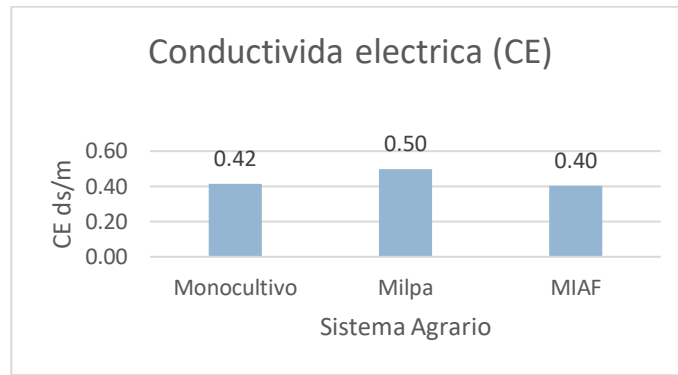
5. *Indicadores Ambientales.*

3.1 Comparación de fertilidad de suelos en los sistemas agrarios.



Gráfica 12. Medias pH

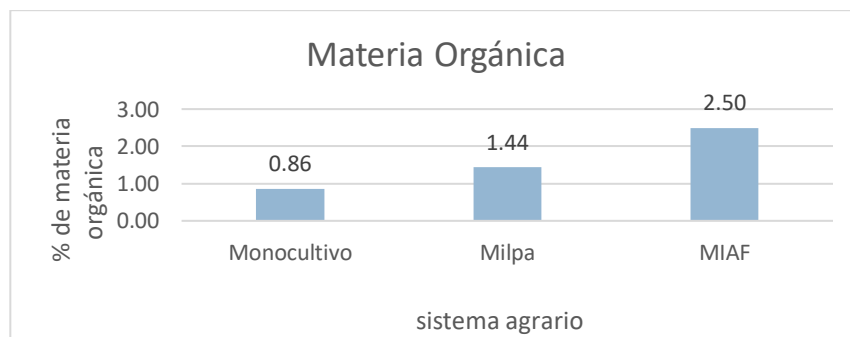
El sistema de monocultivo, con una media de 8.0 corresponde a una clasificación medianamente alcalina, este pH es insostenible a largo plazo en suelos alcalinos, ya que, exagera la degradación y requiere altos costos de manejo para mantener su productividad (Altieri & Nicholls, 2020). El sistema agrario milpa, con un promedio de 7.9 es medianamente alcalino. La milpa tiene sinergia entre cultivos y mayor estabilidad (Vandermeer et al., 2018, p. 75). Es el sistema más equilibrado para suelos alcalinos, ya que mitiga a las limitantes del pH mediante procesos biológicos, sin requerir altos insumos (Marschner, 2012, p. 325). El sistema MIAF es más alcalino que los otros sistemas. Un pH alto puede restringir la disponibilidad de nutrientes para el maíz si no se maneja efectivamente (Havlin et al., 2016). El sistema MIAF es el sistema más sostenible a largo plazo, su éxito depende de un manejo adaptativo en la selección de árboles tolerantes a la alcalinidad y ajuste de densidades (Bautista-Tolentino et al., 2018).



Gráfica 13. Medias CE

El sistema monocultivo presenta una salinidad despreciable, no existe riesgo de estrés salino para el maíz, pero la sostenibilidad depende de prácticas conservacionistas como rotaciones ocasionales (FAO, 2017). El sistema milpa presenta una salinidad despreciable, tiene una ausencia de estrés salino. La milpa es robusta frente a posibilidades en cambios en CE gracias la diversidad biológica y el manejo orgánico. El sistema MIAF contiene un rango más amplio pero su salinidad es despreciable. Las raíces profundas de árboles previenen acumulación superficial de sales y una mejor infiltración. El MIAF es el sistema más prometedor a largo plazo, pero requiere monitoreo en ciertas áreas para evitar estrés salino (Gliessman, 2015).

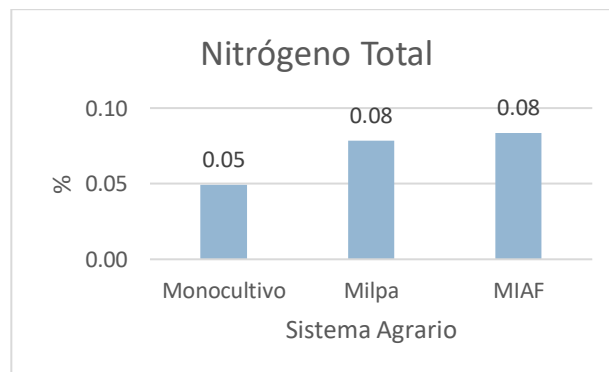
El sistema MIAF es ideal para sostenibilidad, siempre que se controle la CE en zonas con valores cercanos a 2 dS/m, la milpa es un sistema seguro y estable con menor variabilidad en CE que el MIAF. En contraste, en el monocultivo no existe riesgo de estrés salino por la falta de diversidad edáfica, es menos resistente ante cambios en la salinidad.



Gráfica 14. Medias M.O.

El sistema de monocultivo de maíz presenta un promedio de 0.86% de materia orgánica, presenta niveles críticos, lo que compromete su sostenibilidad y aumenta los costos de producción a mediano plazo (Altieri & Nicholls, 2020). El sistema de milpa presenta un promedio de 1.44% de materia orgánica, se clasifica como un contenido bajo. La milpa proporciona procesos de formación de materia orgánica debido a un aporte constante de residuos vegetales diversos (Gliessman, 2015, p. 142), menor perturbación del suelo y mayor actividad microbiana que el sistema de monocultivo, existe mejor agregación del suelo, mayor infiltración y retención hídrica (Bronick & Lal, 2005). El sistema MIAF tiene un promedio de 2.50% de materia orgánica, con una clasificación media. Presenta ventajas en el aporte significativo de biomasa (FAO, 2020). El sistema MIAF presenta los mejores indicadores en materia orgánica, sugiriendo mayor sostenibilidad y potencial de mejora continua en la calidad del suelo.

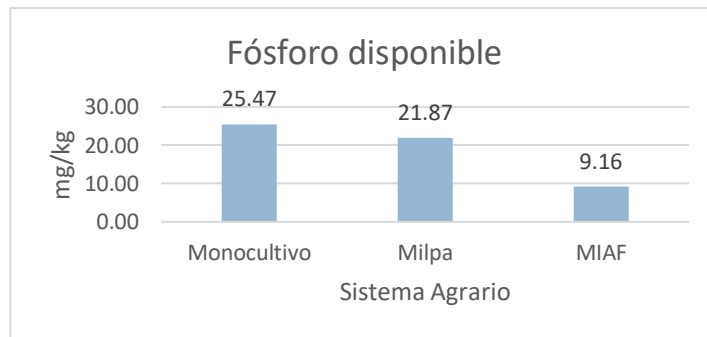
El sistema MIAF cuenta con un sistema con mayor potencial de acumulación y conservación de materia orgánica, el sistema milpa presenta un buen balance productivo pero sus niveles son bajos y el sistema de monocultivo requiere intervención para mejorar el contenido de materia orgánica.



Gráfica 15. Medias NT

El sistema monocultivo presenta niveles con una clasificación muy baja. El monocultivo presenta la situación más crítica en cuanto a disponibilidad de nitrógeno requiriendo intervención urgente con enmiendas orgánicas y rotaciones (FAO, 2017). El sistema milpa presenta un valor promedio 0.08%, según la NOM-021.RECNAT-2000, se encuentra en una clasificación de contenido bajo.

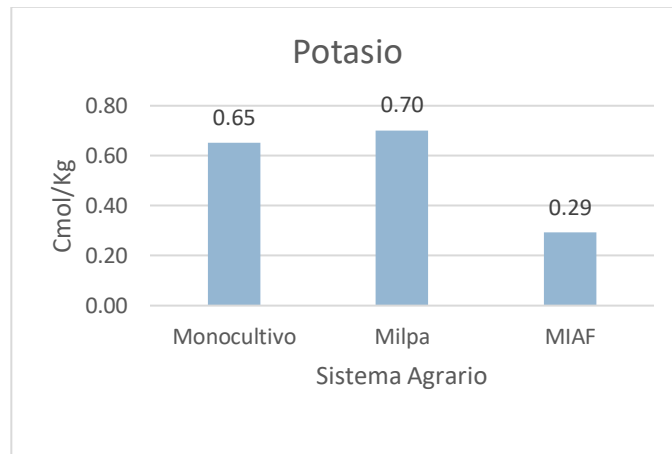
La milpa muestra un equilibrio nitrogenado más sostenible que el monocultivo, aunque con un margen para mejorar mediante inclusión de más leguminosas (Gliessman, 2015, p. 143). El sistema MIAF presenta un valor promedio de 0.08%, pero tiene una variabilidad mayor a la del sistema milpa, con valores clasificados de muy bajo a alto, tiene una mayor diversidad en fuentes de nitrógeno por la fijación por leguminosas, reciclaje desde estratos profundos por árboles y un aporte continuo de materia orgánica (FAO, 2020, p. 45). El MIAF presenta el mejor desempeño de manejo de nitrógeno con potencial para alcanzar niveles óptimos mediante prácticas adecuadas. El MIAF tiene el máximo potencial para manejo sostenible de nitrógeno, la milpa tiene un sistema balanceado con buen potencial de mejora (Gliessman, 2015). En contraste, el monocultivo se encuentra en una situación crítica, requiriendo un cambio en el manejo (Altieri & Nicholls, 2020).



Gráfica 16. Medias P disponible

En el monocultivo de maíz existe una alta variabilidad, es decir, que indica una aplicación irregular de fertilizantes fosfatados (Havlin et al., 2016, p. 215). El monocultivo muestra la situación más desequilibrada con riesgos simultáneos de deficiencia y contaminación (Altieri & Nicholls, 2020, p. 93). La milpa tiene una distribución menos extrema que el monocultivo, con mayor estabilidad presentando 75% de las parcelas en un rango de 5 a 30 mg/Kg (Gliessman, 2015, p. 178), La milpa presenta un manejo más racional de fósforo, aunque requiere monitoreo (FAO, 2017). El sistema MIAF con un promedio de 9.16 mg/Kg, se encuentra en una clasificación baja, existe una estabilidad notable y una eficiencia mejorada debido a que los árboles reciclan fósforo desde capas más profundas y sistemas más diversos optimizan la captura de fósforo (Bautista-Tolentino et al., 2018). El sistema MIAF muestra un manejo más sostenible de fósforo (Gliessman, 2015).

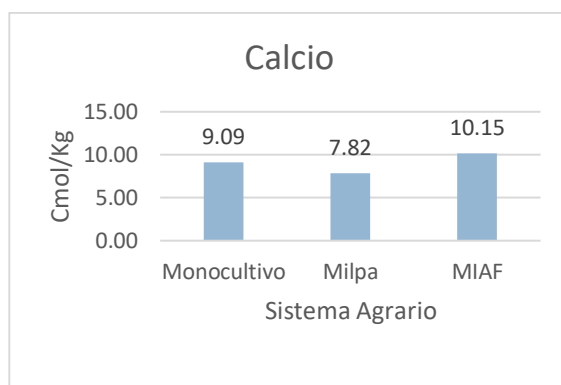
El sistema MIAF tiene una mayor estabilidad y eficiencia en uso de fósforo, la milpa presenta un balance adecuado con potencial de optimización (Vandermeer et al., 2018) y el monocultivo se encuentra en una situación crítica que requiere reestructuración (Altieri & Nicholls, 2020).



Gráfica 6. Medias K

El sistema monocultivo tiene una media de 0.65 Cmol/Kg, con niveles generalmente adecuados para el cultivo de maíz con menor riesgo de deficiencias en la mayoría de las situaciones (Havlin et al., 2016, p. 312). El sistema milpa tiene una media de 0.70 Cmol/Kg, presenta una mayor estabilidad que el monocultivo (Gliessman, 2015, p. 189). La milpa tiene un ciclaje continuo a través de diferentes especies, una mejor protección contra pérdidas por lixiviación y mayor actividad biológica (FAO, 2017). La milpa muestra el manejo más equilibrado de potasio con buena disponibilidad y menor riesgo de desbalances. (Bautista-Tolentino et al., 2018). El sistema MIAF tiene una media de 0.29 Cmol/Kg, contiene procesos claves como el reciclaje vertical desde capas profundas por árboles y una mayor diversidad de fuentes de potasio (FAO, 2020, p. 89). El sistema MIAF presenta la situación más heterogénea combinando con niveles críticos con áreas bien provistas requiriendo un manejo diferenciado (Lal, 2015).

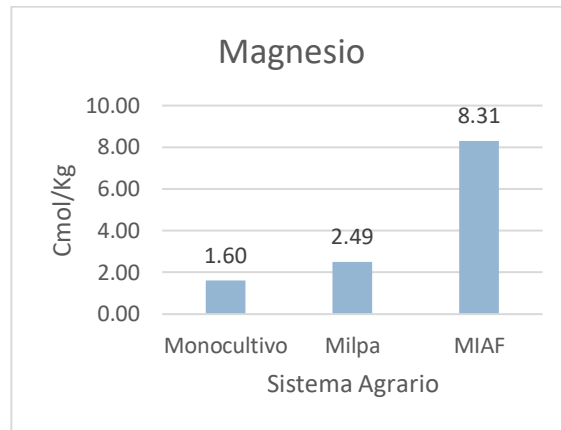
El sistema milpa presenta un manejo más equilibrado y estable para el potasio (Gliessman, 2015), el sistema monocultivo contiene niveles aceptables pero una mayor variabilidad (Havlin et al., 2016) y el sistema MIAF requiere atención prioritaria (FAO, 2020).



Gráfica 7. Medias Ca

En el sistema monocultivo, los niveles en calcio se encuentran adecuados para el desarrollo óptimo del maíz, con bajo riesgo de deficiencia de calcio y una buena estructura del suelo (Brady & Weil, 2016, p. 521). El monocultivo presenta niveles óptimos, pero potencialmente desequilibrados de calcio requiriendo monitoreo de relaciones catiónicas (Altieri & Nicholls, 2020, p. 115). El sistema milpa se encuentra en un rango más equilibrado para las necesidades del maíz y un mejor balance con otros nutrientes. Existe un ciclaje eficiente a través de diferentes especies, una mayor estabilidad en el perfil del suelo y mejor protección contra pérdidas (Gliessman, 2015, p. 203). La milpa muestra el manejo más equilibrado y sostenible para calcio con niveles adecuados y menor riesgo de desbalance (Bautista-Tolentino et al., 2018). El sistema MIAF contiene niveles más altos en calcio, pero existe una extrema viabilidad, con zonas críticas y áreas con exceso. Tiene mayor diversidad en fuentes de calcio y sistema buffer contra pérdidas (Smith & Read, 2010, p. 177), pero puede existir competencia entre árboles y cultivos anuales (Gliessman, 2015). El MIAF presenta la mayor heterogeneidad, combinando zonas con deficiencias con áreas de posible exceso requiriendo un manejo diferenciado (Lal, 2015).

El sistema a milpa tiene un manejo más equilibrado y estable para el calcio, el monocultivo tiene niveles adecuados, pero con riesgo de desbalances (Havlin et al., 2016) y el MIAF requiere atención prioritaria por sus extremos.



Gráfica 8. Medias Mg

El sistema monocultivo presenta una alta variabilidad en sus resultados, lo que indica un manejo nutricional inconsistente (Havlin et al., 2016, p. 305). El sistema monocultivo presenta una baja eficiencia en el uso del magnesio. El sistema agrario milpa se encuentra en un rango de valores óptimo en relación con el sistema de monocultivo, cuenta con un reciclaje natural debido a la aportación de magnesio por los residuos de calabaza y frijol (Gliessman, 2015). El sistema MIAF tiene el máximo potencial sostenible, pero cuenta con zonas mayores a 8 Cmol/Kg, que puede generar riesgo por toxicidad (Altieri & Nicholls, 2020). Presenta formación de reservas orgánicas estables (Altieri & Nicholls, 2020) y un reciclaje vertical por raíces profundas de árboles (FAO, 2020).

10. Índice de Sustentabilidad

Para establecer el índice de sustentabilidad para los indicadores ambientales, se realizó la normalización de los datos, se tomaron como valores máximos y mínimos establecidos en la NOM-021-RECNAT-2000:

1. Indicadores Ambientales

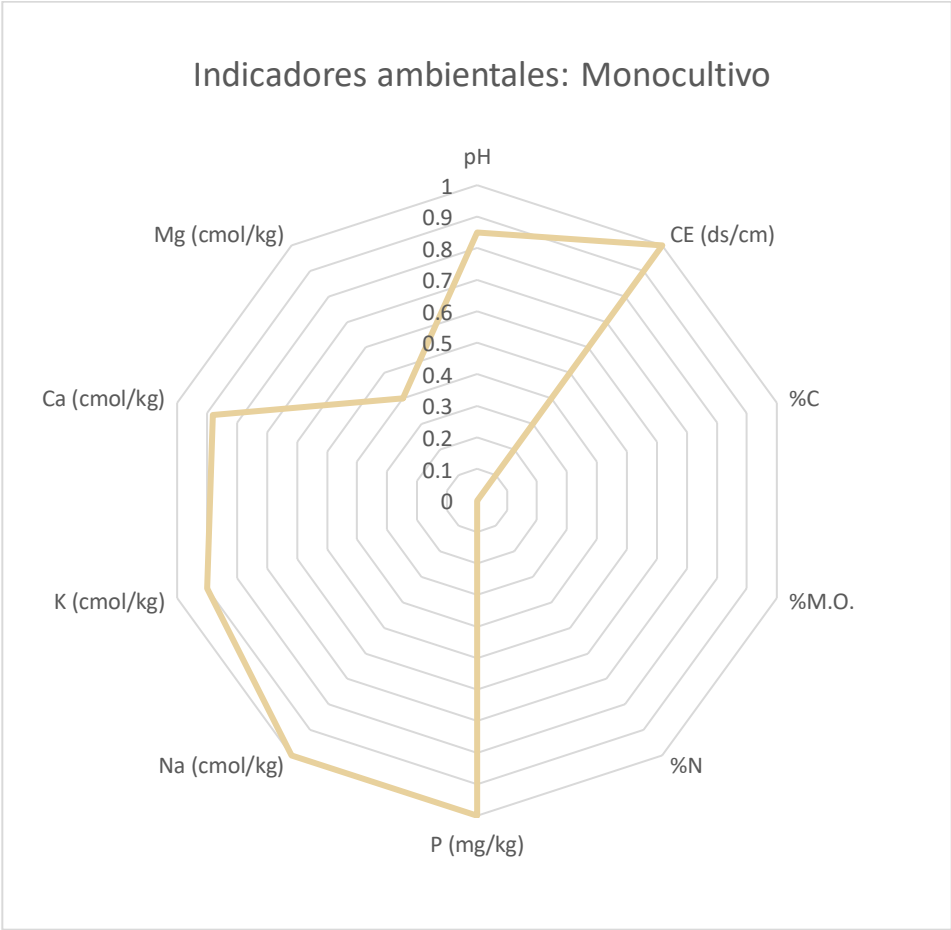
1.1 Monocultivo

Tabla 10. Indicadores Ambientales Monocultivo

Indicador	Valor	Máximo	Mínimo	Índice Normalizado
pH	7.95	8.5	5	0.85
CE (ds/cm)	0.42	16	1	1
%C	0.50	5	1	0
%M.O.	0.86	16	3	0
%N	0.05	0.25	0.05	0
P (mg/Kg)	25.47	11	5.5	1
Na (Cmol/Kg)	0.49	1	0.5	1
K (Cmol/Kg)	0.65	0.7	0.2	0.9
Ca (Cmol/Kg)	9.09	10	2	0.88
Mg (Cmol/Kg)	1.60	3	0.5	0.4

Índice Ambiental = Promedio de índices normalizados = 0.60

La **gráfica 20** representa los valores de la **tabla 10**, el sistema de manejo agrario de monocultivo obtuvo un índice ambiental **de 0.60** (Nivel medio-bajo), presenta valores ideales en CE, P Y Na, demostrando buena salinidad y disponibilidad de algunos nutrientes esenciales, presenta niveles críticos en los niveles de %C, % M.O. Y %N. Es un sistema con serias limitaciones en niveles de fertilidad orgánica y dependencia de fertilizantes químicos para mantener productividad.



Gráfica 20. Gráfica radial ambiental monocultivo

1.2. Milpa

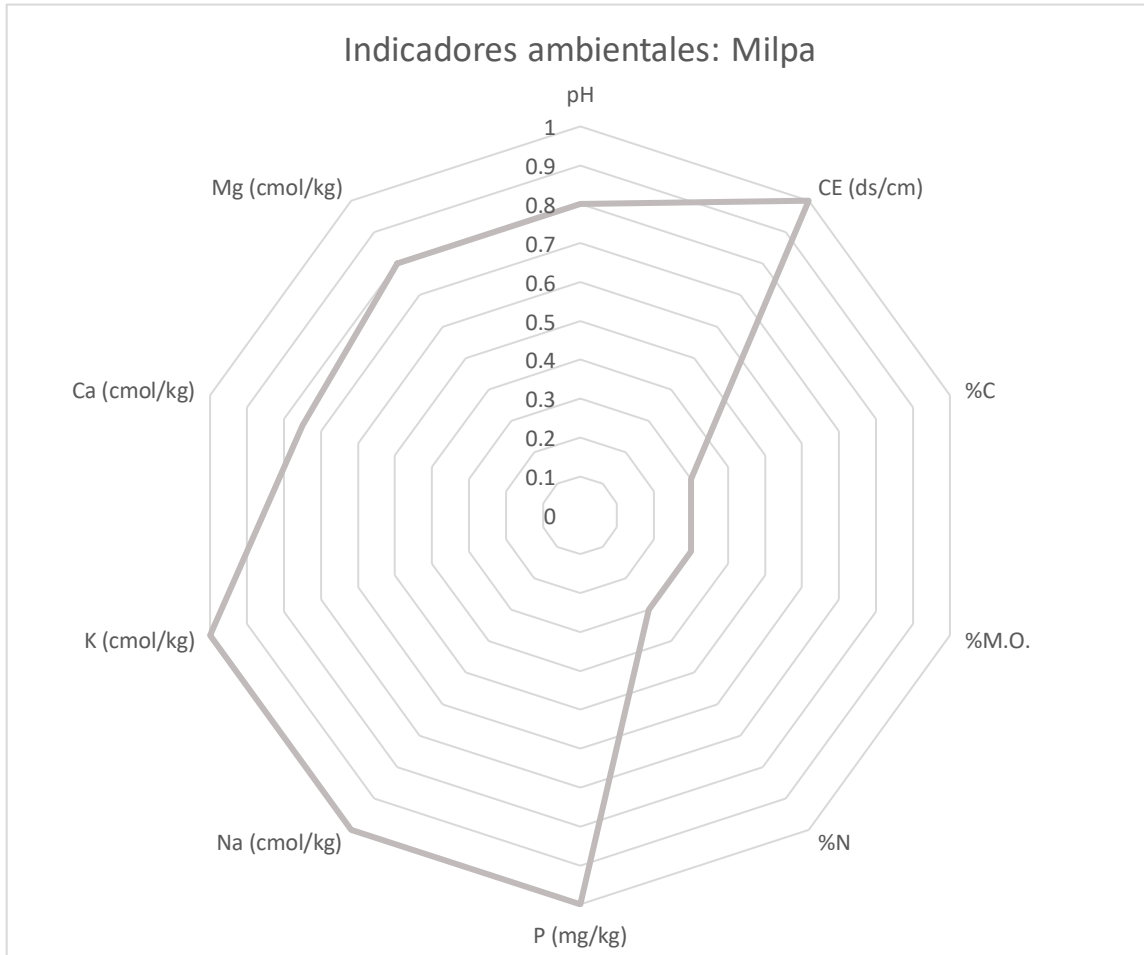
Tabla 11. Indicadores Ambientales Milpa

Indicador	Valor	Máximo	Mínimo	Índice Normalizado
pH	7.80	8.5	5	0.8
CE (ds/cm)	0.50	16	1	1
%C	0.83	5	1	0.3
%M.O.	1.44	16	3	0.3
%N	0.08	0.25	0.05	0.3
P (mg/Kg)	21.87	11	5.5	1
Na (Cmol/Kg)	0.23	1	0.5	1
K (Cmol/Kg)	0.70	0.7	0.2	1
Ca (Cmol/Kg)	7.82	10	2	0.75
Mg (Cmol/Kg)	2.49	3	0.5	0.8

Índice Ambiental = Promedio de índices normalizados = 0.73

La **gráfica 21** representa los valores de la **tabla 11**, el sistema de manejo agrario milpa obtuvo un índice ambiental de **0.73** (Nivel medio-alto), presenta valores óptimos en CE, P, Na Y K, triplica los valores de %C y % M.O. respecto al sistema de manejo agrario monocultivo, pero con niveles

críticos de %N. La milpa presenta ventajas significativas en fertilidad del suelo, particularmente en % M.O. y la disponibilidad de nutrientes esenciales.



Gráfica 21. Gráfica radial ambiental milpa

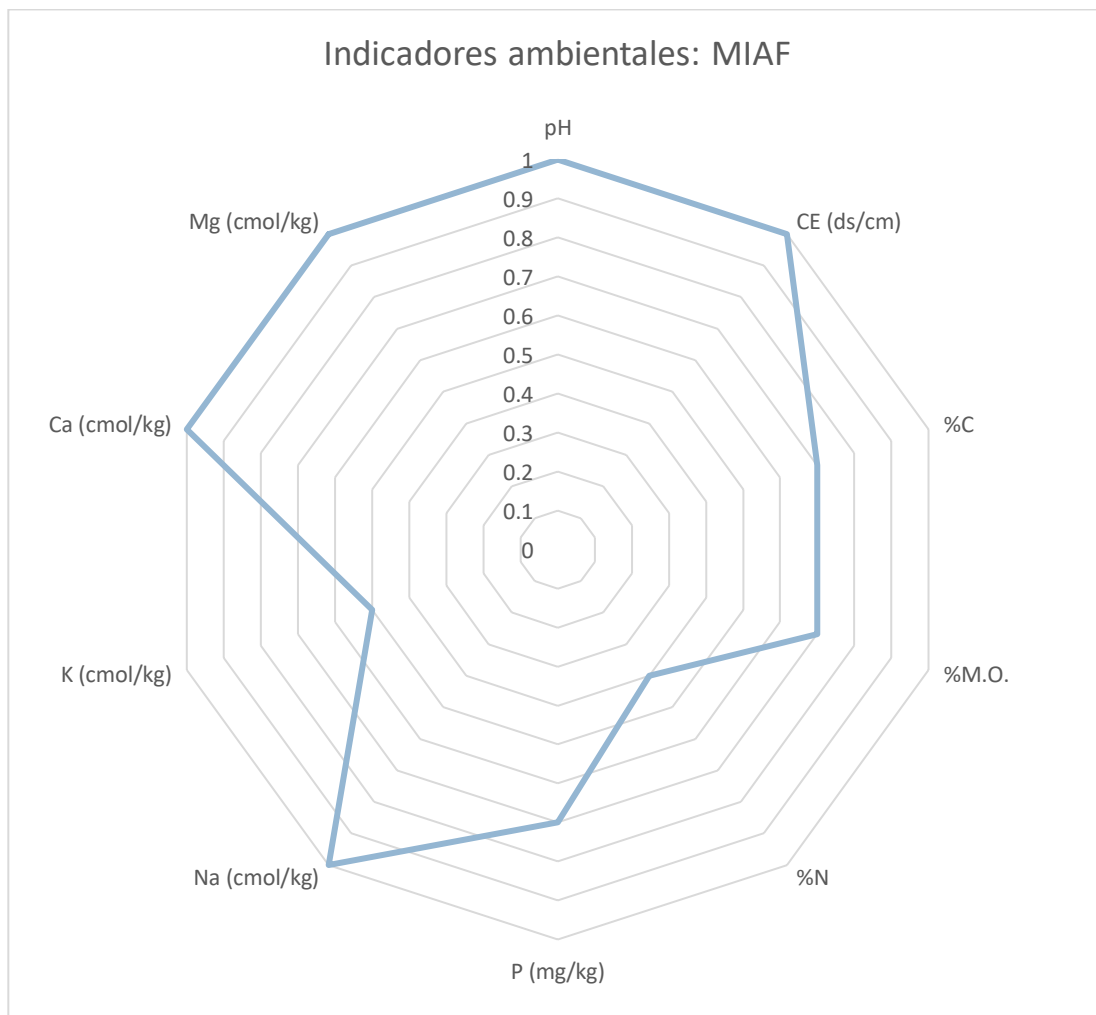
1.2 MIAF

Tabla 12. Indicadores Ambientales MIAF

Indicador	Valor	Máximo	Mínimo	Índice Normalizado
pH	8.18	8.5	5	1
CE (ds/cm)	0.40	16	1	1
%C	1.45	5	1	0.5
%M.O.	2.50	16	2	0.6
%N	0.08	0.25	0.05	0.4
P (mg/Kg)	9.16	11	5.5	0.66
Na (Cmol/Kg)	0.31	1	0.5	1
K (Cmol/Kg)	0.29	0.7	0.2	0.2
Ca (Cmol/Kg)	10.24	10	2	1
Mg (Cmol/Kg)	8.31	3	0.5	1

Índice Ambiental (MIAF) = Promedio de índices normalizados = 0.74

La **gráfica 22** representa los valores de la **tabla 12**, el sistema de manejo agrario MIAF obtuvo un índice ambiental de **0.74** (Nivel medio-alto), con valores óptimos en % M.O., %C, pH, Ca, y Mg, con niveles más bajos de K y P. Es el manejo agrario más equilibrado, con excelentes niveles de fertilidad exceptuando la deficiencia específica de K.



Gráfica 22. Gráfica radial ambiental MIAF

2. *Indicadores Sociales.*

Para establecer el índice de sustentabilidad para los indicadores sociales, se realizó la normalización de los datos a través de la siguiente tabla:

Tabla 13. Normalización de los datos

Indicador	Valor (Puebla)	Fuente
Tasa de Migración Neta (/100 hab)	3.2	CONAPO (2020)
Población Emigrante (≥5 años)	15	INEGI (Censo 2020)
Analfabetismo (≥15 años)	23.7	CONEVAL (2022)
Sin Primaria Completa (≥15 años)	42	INEGI (ENIGH 2022)
Índice de Marginación	1.8	CONAPO (2020)
Grado de Marginación	0	CONAPO (2020)
IDH	0.8	PNUD (2021)

1. **Monocultivo**

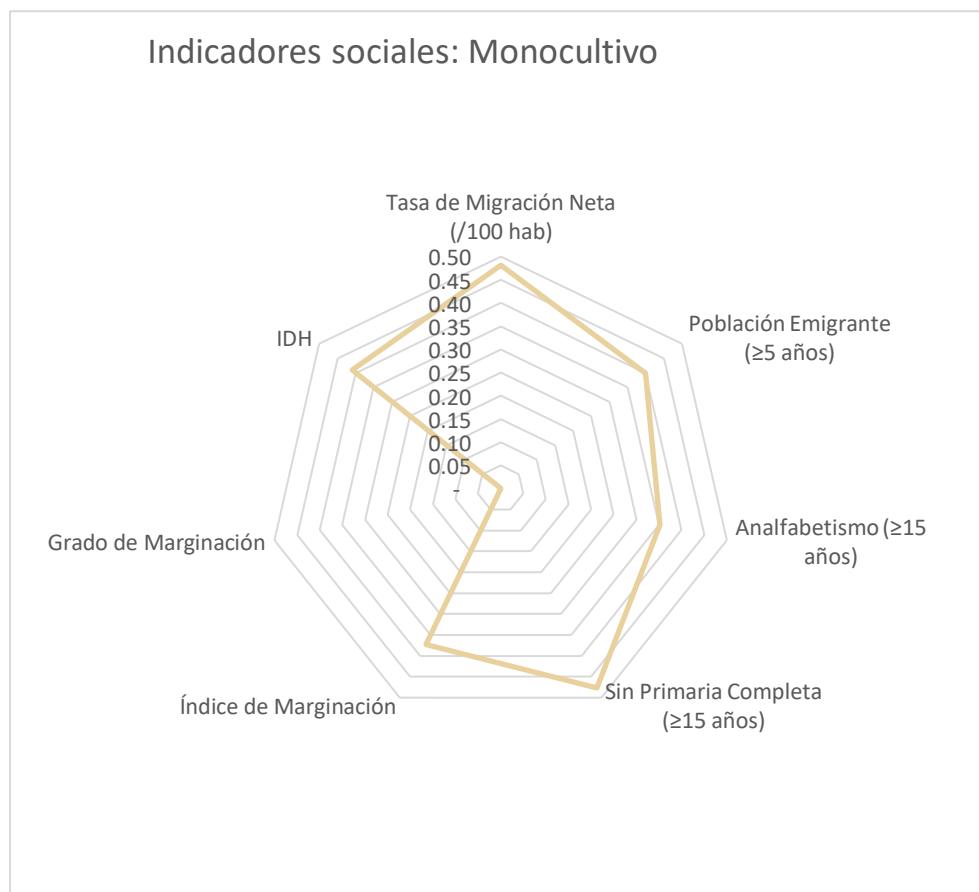
Tabla 14. Indicadores Sociales Monocultivo

Indicador	Valor	Máximo	Mínimo	Índice Normalizado
Tasa de Migración Neta (/100 hab)	1.8	3.2	0.5	0.48
Población Emigrante (≥5 años)	9%	15	5	0.40
Analfabetismo (≥15 años)	11.5%	23.7	4.1	0.35
Sin Primaria Completa (≥15 años)	26.3%	42	12	0.48
Índice de Marginación	0.67	1.8	0	0.37
Grado de Marginación	Alto	0	0.5	0.0

Indicador	Valor	Máximo	Mínimo	Índice Normalizado
IDH	0.67	0.8	0.58	0.41

Índice Social (Monocultivo)= 0.36

La **tabla 14** representa la **gráfica 23**, el índice social del sistema de manejo agrario de monocultivo es **0.36** (Nivel bajo), presenta valores intermedios en la tasa de migración neta y la población emigrante, indicando una presión migratoria media, con niveles de alfabetización baja y bajos niveles de educación básica, refleja deficiencias en capital educativa, con un IDH por debajo del promedio estatal. El sistema de manejo agrario monocultivo presenta importantes desafíos sociales, particularmente en educación y marginación, limitando el desarrollo comunitario.



Gráfica 23. Indicadores sociales monocultivo

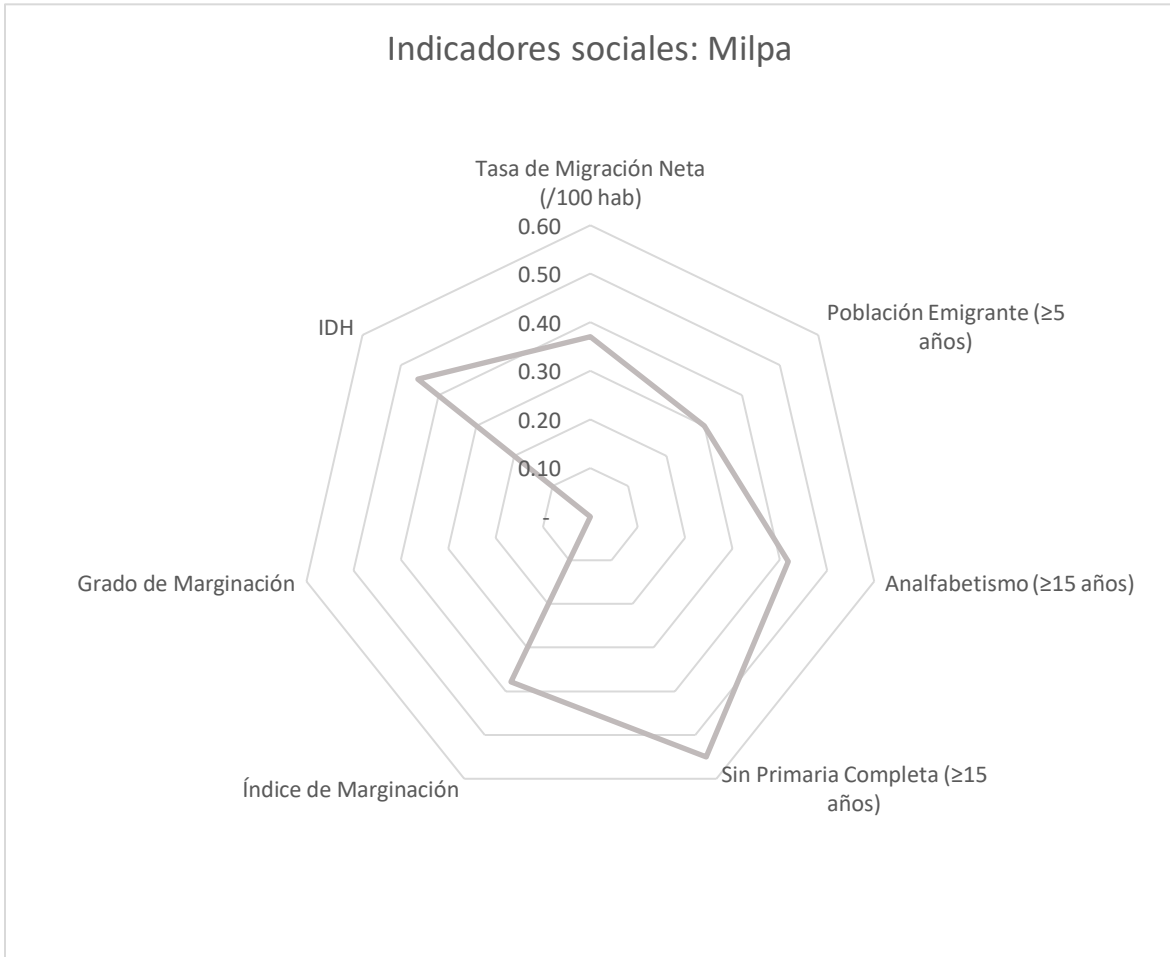
2. Milpa

Tabla 15. Indicadores Sociales Milpa

Indicador	Valor	Máximo	Mínimo	Índice Normalizado
Tasa de Migración Neta (/100 hab)	1.5	3.2	0.5	0.37
Población Emigrante (≥ 5 años)	8%	15	5	0.30
Analfabetismo (≥ 15 años)	12.3%	23.7	4.1	0.42
Sin Primaria Completa (≥ 15 años)	28.5%	42	12	0.55
Índice de Marginación	0.68	1.8	0	0.38
Grado de Marginación	Alto	1	0	0
IDH	0.68	0.8	0.58	0.45

Índice Social (Milpa) = 0.35

La **tabla 15** representa la **gráfica 24**, el índice social del sistema de manejo agrario de milpa es **0.35** (Nivel bajo), presenta los menores niveles en migración neta y en población emigrante entre los tres sistemas, con un nivel reducido de migración, educación deficiente y alto grado de marginación es el sistema con menor presión migratoria, pero con problemas estructurales de educación y marginación similar al monocultivo.



Gráfica 24. Indicadores sociales milpa

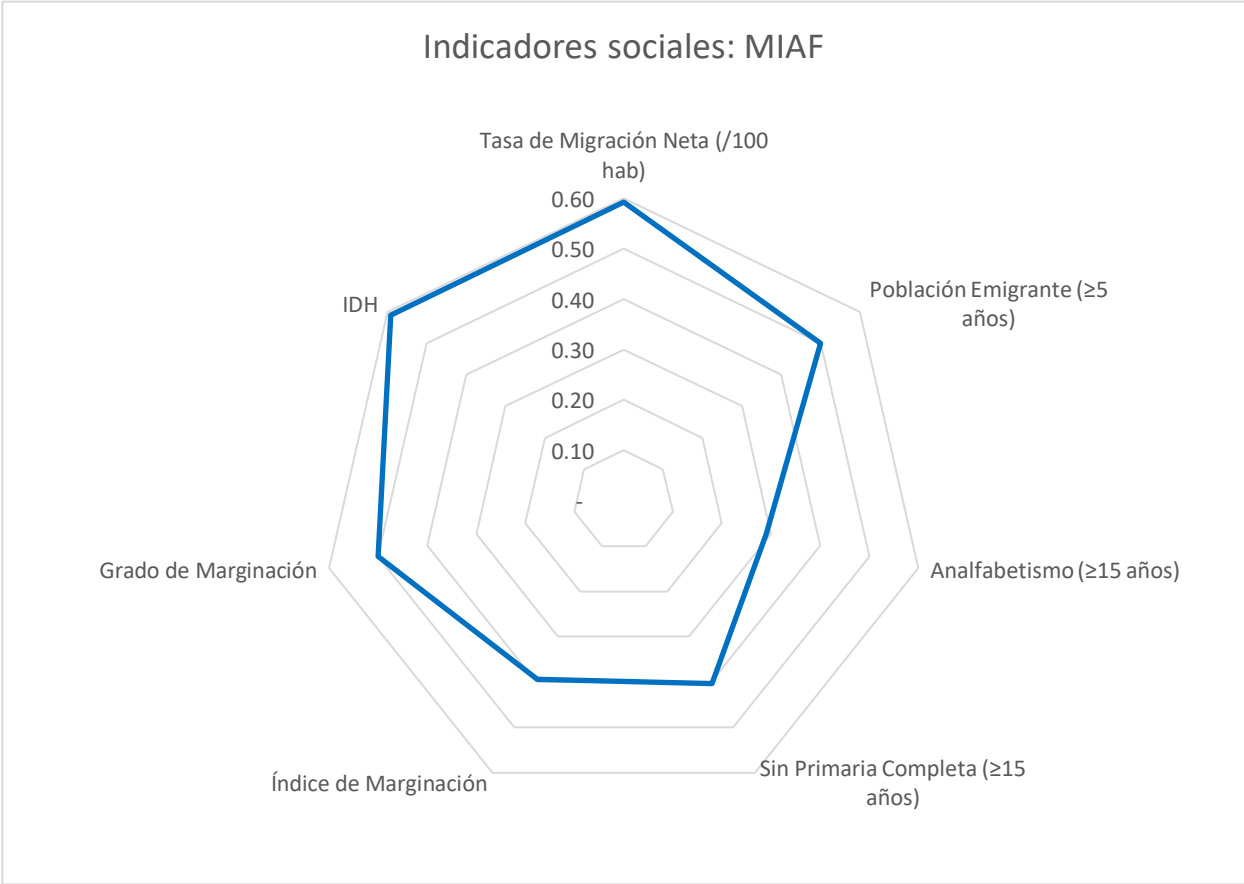
3. MIAF

Tabla 16. Indicadores Sociales MIAF

Indicador	Valor	Máximo	Mínimo	Índice Normalizado
Tasa de Migración Neta (/100 hab)	2.1	3.2	0.5	0.59
Población Emigrante (≥ 5 años)	10%	15	5	0.50
Analfabetismo (≥ 15 años)	9.8%	23.7	4.1	0.29
Sin Primaria Completa (≥ 15 años)	24.1%	42	12	0.40
Índice de Marginación	0.71	1.8	0	0.39
Grado de Marginación	Medio	1	0	0.50
IDH	0.71	0.8	0.58	0.59

Índice Social (MIAF) = 0.47

La **tabla 16** representa la **gráfica 25**, el índice social del sistema de manejo agrario MIAF es **0.47** (Nivel medio), es el sistema con los valores más altos en migración neta y en población emigrante, indicando mayor dinamismo demográfico, presenta menores niveles de analfabetismo, un grado de marginación y un IDH significativamente mejor que los otros sistemas. Este Sistema tiene mejores condiciones sociales en general, aunque con mayor tendencia a la migración.



Gráfica 25. Indicadores sociales MIAF

3. Indicadores económicos.

Para establecer el índice de sustentabilidad para los indicadores ambientales, se realizó la normalización de los datos, se tomaron como valores máximos y mínimos los establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 17. Normalización de los datos

Indicador	Valores en Puebla	Fuente
Población Económicamente Activa (PEA)	Puebla (2023): 58.1%	INEGI (ENOE, primer trimestre 2024)
Tasa de Participación Económica	Puebla (2023): 60.3% (porcentaje de la PEA que trabaja o busca trabajo).	INEGI (ENOE).
Superficie Agrícola	Puebla (2023): 1.1 millones de hectáreas (12.4% del territorio estatal). Maíz: 543,000 ha sembradas (ciclo primavera-verano 2023).	SIAP-SADER (2023).
Producción de Maíz	Puebla (2023): 1.8 millones de toneladas anuales (3ra entidad productora a nivel nacional). Rendimiento promedio: 3.3 ton/ha (riego + temporal).	SIAP-SADER (2023)
Beneficio Neto (Maíz)	Puebla (promedio 2023): 5,200MXN/ha (temporal)- 8,000 MXN/ha (riego).	FIRA-Banco de México (2023) y SADER.
Ingreso Promedio Per Cápita	Puebla (2022): 2,537 MXN/mes (rural). Línea de pobreza rural (CONEVAL 2022): \$1,680 MXN/mes.	ENIGH-INEGI (2022) y CONEVAL.
Estabilidad de Precios del Maíz	Puebla (2023): Volatilidad media (índice de 0.5 en escala 0-1). Precio promedio: \$6,500 MXN/ton (en campo).	Sistema de Información Agroalimentaria (SIAP).
Superficie Agrícola por Agricultor	Promedio: 2.1 hectáreas/agricultor (en pequeña y mediana escala). Distribución: Ejidatarios: 1.8 ha/agricultor. Pequeños propietarios: 2.5 ha/agricultor.	Censo Agrícola 2022 (INEGI) y SADER.
Producción de Maíz por Agricultor	Promedio: 6.9 toneladas/agricultor/año (considerando rendimiento estatal de 3.3 ton/ha). Desglose: Temporal: 4.2 ton/agricultor (1.8 ha × 2.3 ton/ha). Riego: 12.5 ton/agricultor (2.5 ha × 5 ton/ha).	SIAP-SADER (2023) y FIRA.
Ingreso por Agricultor (Maíz)	Temporal: 10,920 MXN/agricultor/año. Riego: 31,250 MXN/agricultor/año	FIRA y SIAP.

Indicadores Económicos

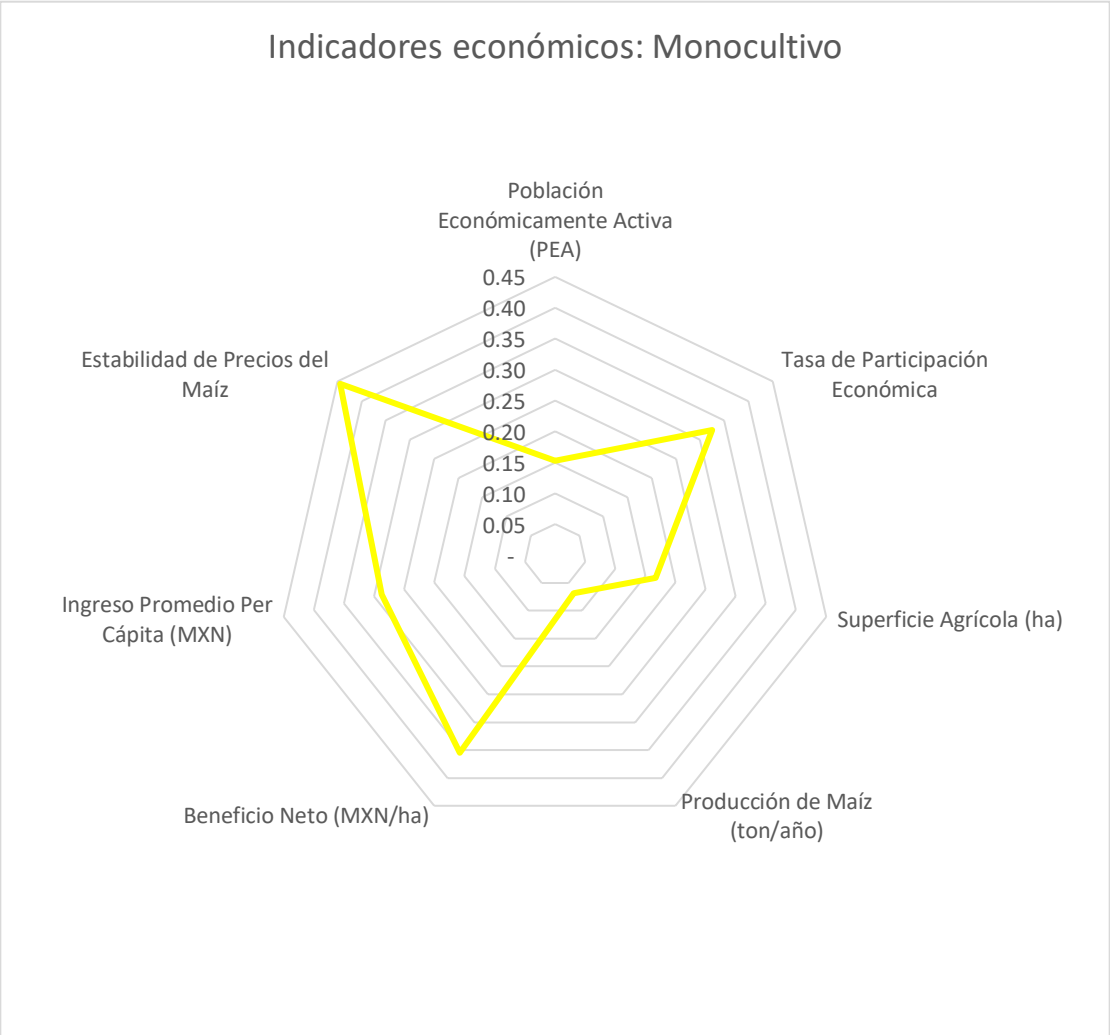
1. Monocultivo

Tabla 18. Indicadores Económicos Monocultivo

Indicador	Valor	Índice		
		Máximo	Mínimo	Normalizado
Población Económicamente Activa (PEA)	47%	58.1	45	0.15
Tasa de Participación Económica	52%	60.3	48	0.33
Superficie Agrícola (ha) POR PRODUCTR	1.4	5.9	0.5	0.17
Producción de Maíz (ton/año)	1.5	6.9	1.1	0.07
Beneficio Neto (MXN/ha)	4,000	8000	1800	0.35
Ingreso Promedio Per Cápita (MXN)	3,500	8000	1680	0.29
Estabilidad de Precios del Maíz	Volátil (1)		0.2	0.44

Índice Económico (Monocultivo) =0.26

La **tabla 18** representa la **gráfica 26**, el índice social del sistema de manejo agrario monocultivo es **0.26** (Nivel bajo), con una PEA muy reducida y una participación económica limitada, tiene una escala producción pequeña y una rentabilidad limitada con una alta volatilidad en los precios. Es un sistema con graves limitaciones económicas, baja productividad y rentabilidad insuficiente para garantizar sustentabilidad económica.



Gráfica 26. Indicadores Económicos Monocultivo

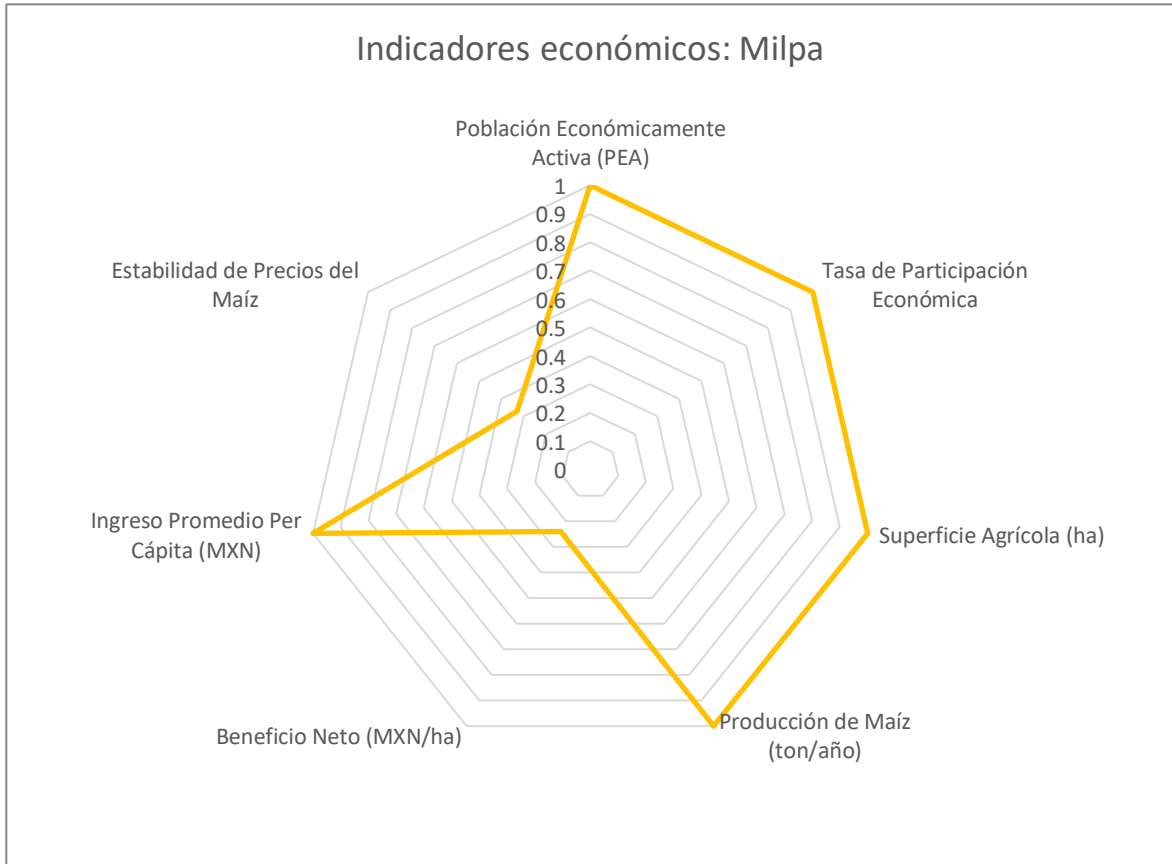
2. Milpa

Tabla 19. Indicadores Económicos Milpa

Indicador	Valor	Máximo	Mínimo	Índice Normalizado
Población Económicamente Activa (PEA)	56	58.1	45	0.84
Tasa de Participación Económica	54	60.3	48	0.49
Superficie Agrícola (ha)	3.3	5.9	0.5	0.52
Producción de Maíz (ton/año)	2.5	6.9	1.1	0.24
Beneficio Neto (MXN/ha)	3,000	8000	1800	0.19
Ingreso Promedio Per Cápita (MXN)	6,500	8000	1680	0.76
Estabilidad de Precios del Maíz	Volátil (1)	2	0.2	0.44

Índice Económico (Milpa) = 0.50

La **tabla 19** representa la **gráfica 27**, el índice social del sistema de manejo agrario milpa es **0.50** (Nivel medio), con un nivel óptimo de PEA y buena participación económica, presenta la mayor escala productiva entre los tres sistemas e ingresos superiores, pero con limitaciones en la rentabilidad. Es un sistema con una fuerte participación comunitaria y buenos ingresos, pero con desafíos en la eficiencia productiva y la rentabilidad por hectárea.



Gráfica 27. Indicadores Económicos Milpa

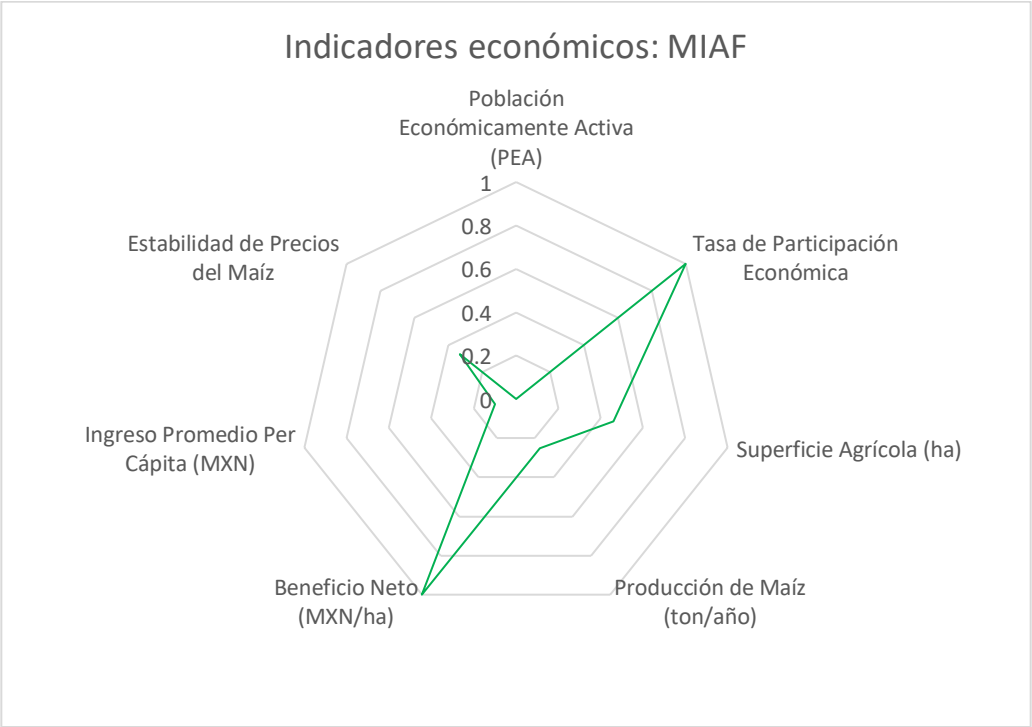
3. MIAF.

Tabla 20. Indicadores Económicos MIAF

Indicador	Valor	Máximo	Mínimo	Índice
				Normalizado
Población Económicamente Activa (PEA)	45%	58.1	45	0.0
Tasa de Participación Económica	54%	60.3	48	0.49
Superficie Agrícola (ha)	1.8	5.9	0.5	0.24
Producción de Maíz (ton/año)	5	6.9	1.1	0.67
Beneficio Neto (MXN/ha)	\$6,140	8000	1800	0.70
Ingreso Promedio Per Cápita (MXN)	\$3,800	8000	1680	0.34
Estabilidad de Precios del Maíz	Volátil (1)	2	0.2	0.44

Índice Económico (MIAF) = 0.41

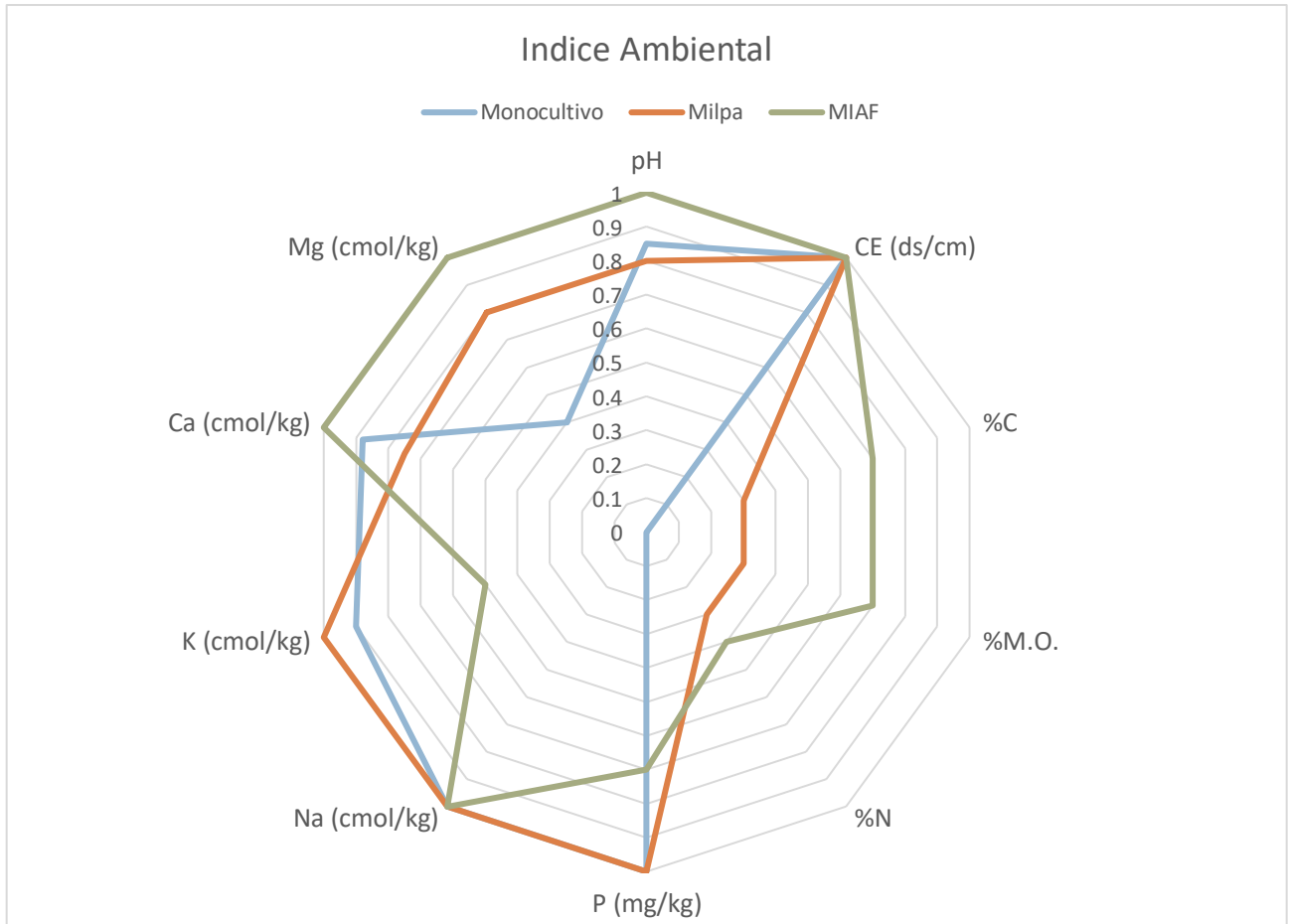
La **tabla 20** representa la **gráfica 28**, el índice social del sistema de manejo agrario MIAF es **0.41** (Nivel medio-bajo), con una PEA mínima pero alta eficiencia producto e ingresos moderados. El sistema MIAF es técnicamente eficiente con buena rentabilidad por hectárea, pero con limitaciones en la dimensión productiva e inclusión laboral.



Gráfica 28. Indicadores Económicos MIAF

4. *Graficas radiales de los sistemas de manejo agrario.*

Dimensión Ambiental:



Gráfica 29. Dimensión Ambiental

Sistema Agrario Monocultivo

El sistema con manejo agrario monocultivo, contiene niveles altos de Ca y K, que es beneficioso para la estructura del suelo y resistencia a sequitas. (Brady & Weil, 2016). Presenta niveles críticos en materia orgánica (0.86%) y nitrógeno (0.05%), así como alta variabilidad en fósforo (0.04–82 mg /Kg), con zonas de deficiencia severa (> 5 mg/Kg) y zonas de exceso (>50 mg/Kg) (SEMARNAT, 2002).

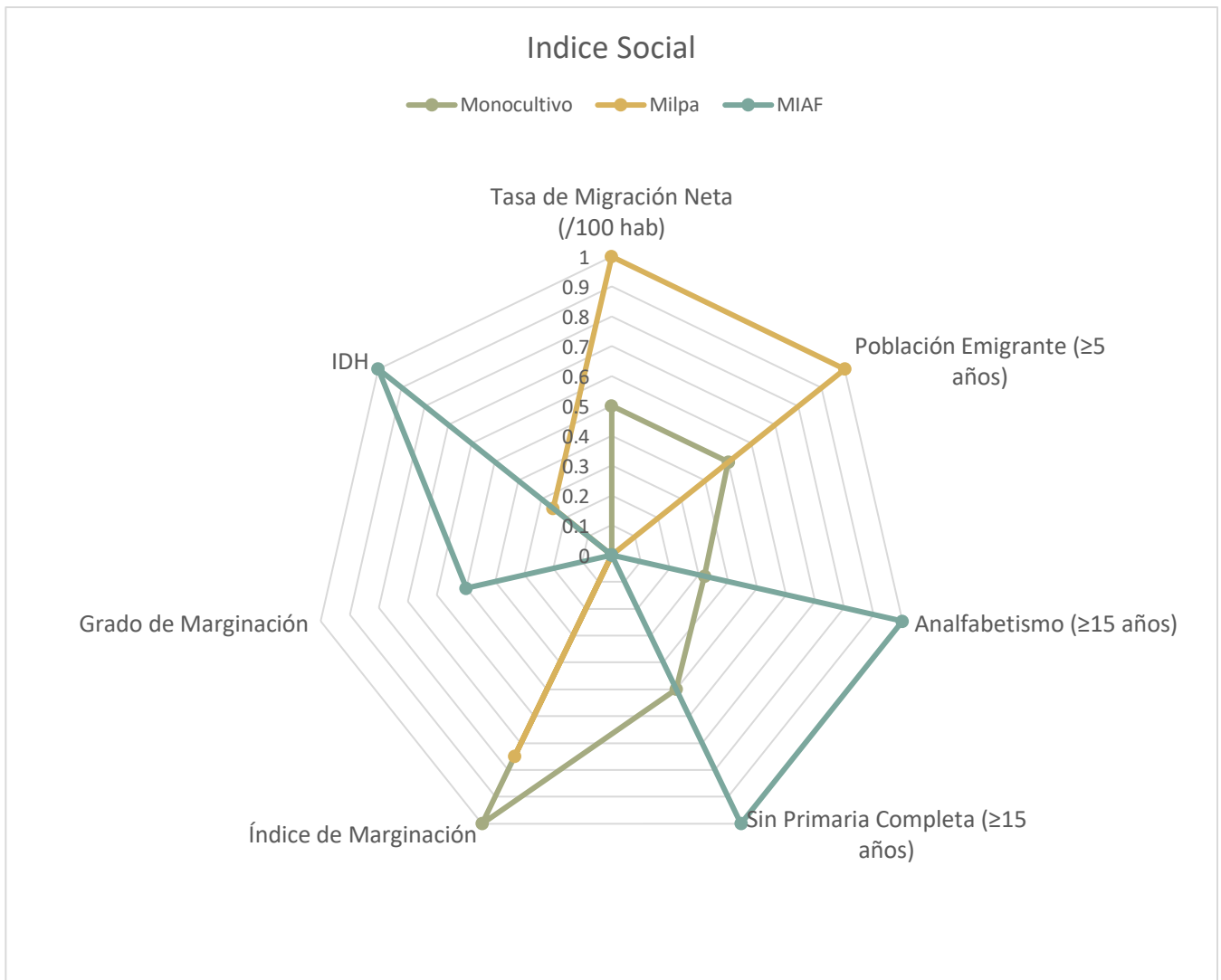
Sistema Agrario Milpa

La diversidad de cultivos (maíz, frijol y calabaza) promueve un equilibrio catiónico esencial para la disponibilidad de nutrientes, presentando un balance óptimo de K, Ca y Mg (Brady & Weil, 2016). Cuenta con una menor alcalinidad, lo que favorece la disponibilidad de micronutrientes y fósforo, que se encuentran en cantidades limitadas en suelos alcalinos (SEMARNAT, 2002). Este manejo cuenta con niveles óptimos en cuanto a nitrógeno y niveles bajos en materia orgánica (1.44%), superior al del manejo de monocultivo, pero aun por debajo de lo establecido para suelos agrícolas en la NOM 021 RECNAT 2000.

Sistema Agrario MIAF

El manejo agrario MIAF contiene niveles más altos de porcentaje en cuanto a materia orgánica en comparación con los otros dos manejos. Los árboles aportan biomasa y raíces profundas, lo cual proporciona riqueza al suelo (Bautista-Tolentino et al., 2018). Este sistema es el más alcalino, limitando la disponibilidad en fósforo y una alta variabilidad en potasio, presentando un riesgo de deficiencia en maíz (Altieri & Nicholls, 2020).

Dimensión Social



Gráfica 30. Dimensión Social

Sistema Agrario Monocultivo

- Migración y empleo: Alta tasa de migración (0.48) y de población emigrante (0.40), lo que indica desempleo y falta de oportunidades locales (SEMARNAT, 2002).

- Educación: Bajos índices de alfabetización (0.35) y primaria completa (0.48) que se vincula con baja competencia técnica (Altieri & Nicholls, 2020).
- IDH bajo (0.41), indicador de exclusión social y desigualdad (FAO, 2014). desarrollo y cohesión comunitaria.
- *Índice Social total: 0.36, indicando vulnerabilidad en la cohesión comunitaria y desarrollo humano.*

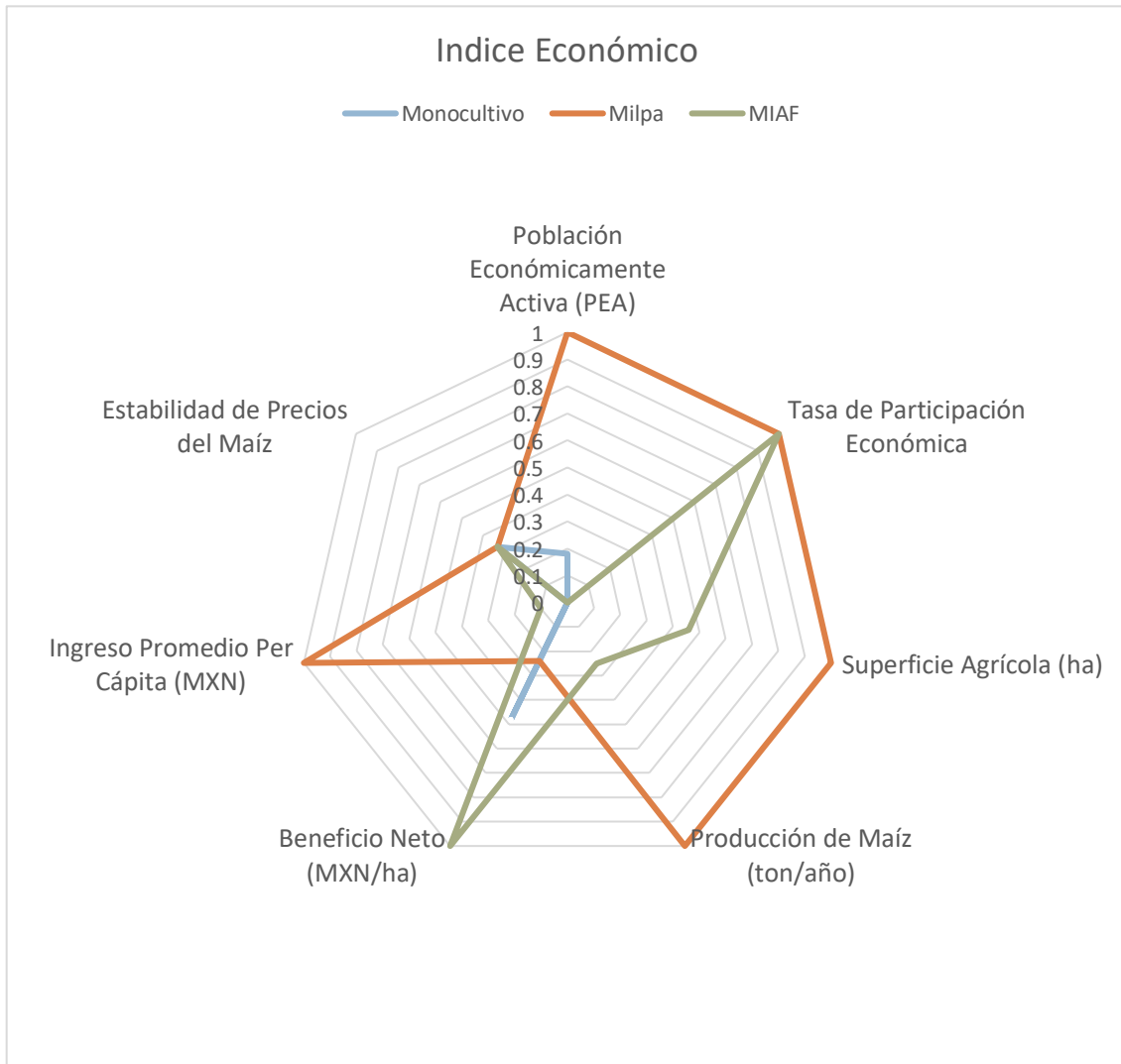
Sistema Agrario Milpa

- Migración y empleo: Con una menor migración neta (0.37) y emigración (0.30), se asocia a prácticas colectivas que retienen a la población (Toledo, 2005).
- Educación: IDH superior al monocultivo (0.45), pero persisten rezagos en analfabetismo (0.42) y primaria completa (0.55), limitando el acceso a mercados formales (Chappell et al., 2013).
- Marginación: Alto grado de marginación (0.38) con niveles más bajos de analfabetismo que el monocultivo, gracias a la transmisión de conocimientos de forma intergeneracional (SEMARNAT, 2002).
- *índice Social total: 0.35, sugiriendo la necesidad de políticas focalizadas educativas.*

Sistema Agrario MIAF

- Migración y empleo: Nivel más alto de migración neta (0.59) y de población emigrante (0.50).
- Educación: Nivel más alto de alfabetización (0.29) y primaria completa (0.40), apoyado por mayor capacitación en agroforestería (Altieri & Nicholls, 2020).
- Marginación: Grado medio (0.50) y como resultado de diversificación económica y acceso a ingresos diversificados un IDH más alto (0.59) (López-Ridaura et al., 2019).
- *Índice Social total: 0.47 (El nivel más alto), reflejando una relación entre la educación, empleo y reducción de marginación más equilibrada.*

Dimensión económica.



Gráfica 31. Dimensión Económica

Sistema Agrario Monocultivo

- Empleo y participación: Nivel bajo de PEA (0.15) y de tasa de participación económica (0.33), indicando una subutilización de la fuerza laboral (FAO, 2017).
- Productividad y rentabilidad: Muy baja producción de maíz (0.07) con un beneficio neto moderado (0.35) relacionado con la dependencia a insumos externos (Altieri & Nicholls, 2020).

- Ingresos: Bajo ingreso per cápita (0.29) agravado por la volatilidad en los precios (0.44), incrementando la vulnerabilidad económica (Lal, 2015).
- *Índice económico total: 0.26, indicando ineficiencia estructural y dependencia de mercado externos.*

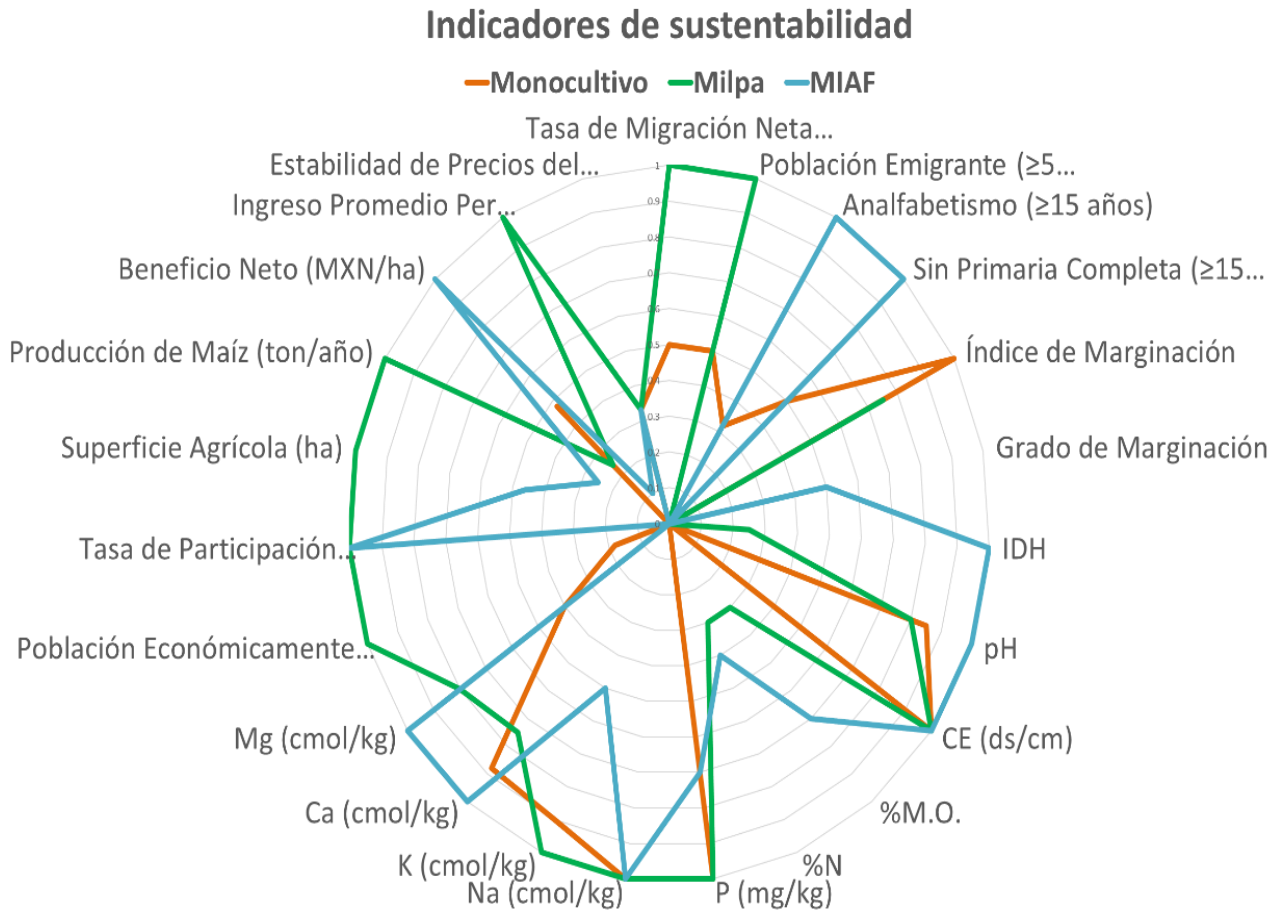
Sistema Agrario Milpa

- Empleo y participación: Alta PEA (0.84) y de tasa de participación económica (0.49), resultado de practicas colaborativas y diversificadas (Toledo, 2005).
- Productividad y rentabilidad: Superficie agrícola media (0.52) con producción moderada (0.24) y beneficio neto bajo (0.19) por una escala reducida (SEMARNAT, 2002).
- Ingresos: Alto ingreso *per cápita* (0.76) por reducción de intermediarios y altas en las ventas directas (Chappell et al., 2013)
- *Índice económico total: 0.50, indicando equilibrio entre empleo e ingresos, a pesar de las limitaciones en la rentabilidad por hectárea.*

Sistema Agrario MIAF

- Empleo y participación: PEA mínima, pero participación económica aceptable (0.49.)
- Productividad y rentabilidad: Notable utilidad neta (0.70) y alta producción de maíz (0.67), gracias a sinergias agroforestales (Altieri & Nicholls, 2020).
- *Índice económico total: 0.41, indicando una eficiencia en producción, pero desafíos en la equidad de ingresos e inclusión laboral.*

Gráfica radial de sustentabilidad.



Gráfica 31. Indicadores de la sustentabilidad

Obteniendo como índices totales la siguiente tabla:

Tabla 21. índices totales

	Ambiental	Social	Económico	índice de sustentabilidad
Monocultivo	0.6	0.36	0.26	0.41
Milpa	0.73	0.35	0.5	0.53
MIAF	0.74	0.47	0.41	0.54

En el compartimento ambiental, se obtuvo 0.74 como el nivel más alto, el compartimento social obtuvo como el nivel más alto un 0.47, ambos correspondientes al manejo agrario MIAF, y para el compartimento económico, el nivel más alto le corresponde al subsistema Milpa, con un índice de 0.50. El índice de sustentabilidad más alto obtenido total es de 0.54, del manejo agrario MIAF, siendo este el sistema más sustentable.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de la investigación apoyan la hipótesis central: Sistemas agrícolas diversificados como la milpa y el MIAF tienen mayor participación, previenen la degradación ambiental y proporcionan diversidad nutricional y económica, alcanzando niveles de sustentabilidad significativamente más altos que el sistema de manejo agrario como el monocultivo.

Respecto al primer objetivo específico, se identificaron las fortalezas y limitaciones particulares de cada manejo agrario mediante la caracterización de indicadores de sustentabilidad del MESMIS:

- El monocultivo mostró altos niveles de calcio y potasio, pero deficiencia en materia orgánica y nitrógeno, reflejando baja sustentabilidad ambiental y alta dependencia de insumos externos.
- El sistema milpa evidenció equilibrio en nutrientes, menor alcalinidad y prácticas tradicionales que favorecen la biodiversidad, aunque requiere mejorar el contenido de materia orgánica.
- El sistema MIAF destacó por su alta materia orgánica y captura de carbono, lo que lo posiciona como el más sustentable ambientalmente, aunque enfrenta limitaciones por su alcalinidad y desigualdad social.

Esta comparación demuestra que los sistemas diversificados son más resilientes ecológicamente y contribuyen de manera más sólida a la sustentabilidad agrícola regional.

En relación con el **segundo objetivo específico**, el estudio de sistemas agrícolas en comunidades rurales de Puebla, con enfoque en la participación femenina, revela que las mujeres son actores clave para asegurar la sustentabilidad socioambiental y económica; garantizando la producción agrícola, preservando conocimientos tradicionales, fomentando prácticas agroecológicas y ejerciendo el liderazgo comunitario a pesar de enfrentar barreras estructurales y sistemáticas como la invisibilidad estadística, desigualdad y la discriminación.

Obstáculos en el acceso a las tierras, a los recursos técnicos, espacio de toma de decisiones y al crédito limitan su impacto en la economía familiar y en la soberanía alimentaria. Estas dinámicas

vislumbran la necesidad de políticas públicas con enfoque de género que reconozcan su papel estratégico, asegurando el acceso equitativo a recursos, capacitación y participación en las tomas de decisiones.

Los estudios de caso de las agricultoras no son casos aislados, son luchas colectivas de mujeres en contextos rurales, que, a pesar de las estructuras opresivas, ofrecen alternativas desde la agencia productiva hasta la resistencia cotidiana y la preservación cultural. La resistencia colectiva de las mujeres desafía un sistema agrícola que las explota sin recompensarlas y exige una reorganización política hacia modelos que prioricen la seguridad alimentaria, la equidad de género y la dignidad agrícola.

El futuro socioeconómico mexicano depende de avanzar hacia sistemas diversificados que incorporen la sustentabilidad ambiental, la igualdad económica y la justicia de género. El sistema agrario milpa y MIAF son alternativas viables pero su éxito depende de contextos políticos y sistemáticos que valoren el conocimiento de las mujeres, restauren el medio ambiente y se distribuyan de forma equitativa y justa los beneficios económicos y estructurales. Asegurando la seguridad alimentaria y el bienestar de las mujeres agrícolas.

En cuanto al **tercer objetivo específico**, que buscó **comparar los niveles de sustentabilidad entre los sistemas agrícolas**, el análisis integrado de los indicadores ambientales, sociales y económicos muestra una clara jerarquía:

1. **MIAF**: más sustentable ambientalmente y con mayor diversificación productiva.
2. **Milpa**: con alta cohesión social y equidad en la participación de género, aunque requiere mejorar su eficiencia económica.
3. **Monocultivo**: el menos sustentable, limitado por su baja productividad, alta vulnerabilidad ambiental y desigualdad social.

Estos resultados confirman la hipótesis de que los sistemas diversificados (milpa y MIAF) son **más sustentables** y **socialmente inclusivos** que los monocultivos de maíz.

1. Recomendaciones transversales

Reconocer el trabajo invisible de las mujeres mediante acceso a tierra, financiamiento y participación decisoria. La experiencia de las productoras de Santa Cruz Ajajalpan, ejemplifican cómo su lucha por la autonomía es un llamado a reconfigurar estructuras opresivas.

Integrar la tecnología del MIAF con la diversificación de la milpa, priorizando la capacitación en manejo sustentable y mercados justos. La diversificación de la milpa priorizando la capacitación en manejo sustentable y mercados justos.

Busca de alternativas para disminuir la migración y mejorar la equidad, formalizar el empleo en el MIAF e implementar programas educativos en la milpa.

Bibliografía.

1. Acevedo, A. y Angarita, A. (2022). Metodología para la evaluación de sustentabilidad a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos - MESILPA. Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO.
2. Achkar, M., & del Territorio, G. A. (2005). Indicadores de sustentabilidad (No. 911.37 (899) ORD).
3. Alegrett, R. (2003). «Evolución y tendencias de la reforma agraria en América Latina. Reforma agraria, colonización y cooperativas». FAO.
4. Altieri M 2002 Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 93, 1-24.
5. Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. CLACSO.
6. AREDES, Julieta. “Charla de Julieta Paredes sobre feminismo comunitario”
7. Arriaga-Vázquez, A. M., Martínez-Menez, M. R., Rubiños-Panta, J. E., Fernández-Reynoso, D. S., Delgadillo-Martínez, J., & Vázquez-Alarcón, A. (2020). Propiedades químicas y biológicas de los suelos en milpa intercalada con árboles frutales. *Terra Latinoamericana*, 38(3), 465-474. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.599>
8. Astier, M., Masera, O. R., & Galván-Miyoshi, Y. (2008). Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional (No. Sirsi) i9788461256419). Valencia: SEAE.
9. Barrera-Bassols, N., Astier, M., & Orozco, Q. (2006). *Manejo tradicional de biodiversidad en sistemas campesinos de maíz en México*. *Etnoecológica*, 9(1), 17-34.
10. Basso, B., et al. (2015). Variable rate nitrogen fertilizer response in wheat using remote sensing. *Precision Agriculture*, 17(2), 168-182.
11. Bautista-Tolentino, M. L., López-Ramírez, J., & Gómez-Demetrio, W. (2018). Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF): Un sistema agroforestal para la sustentabilidad de la agricultura familiar en México. Colegio de Postgraduados.
12. Blanco, L. (2003). «Las políticas de tierra en Centroamérica: una visión desde las mujeres». Fidamérica
13. Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). *The nature and properties of soils*. Pearson Education.
14. Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). *The nature and properties of soils* (15th ed.). Pearson.
15. Bronick, C. J., & Lal, R. (2005). Soil structure and management: A review. *Geoderma*, 124(1-2), 3-22. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.03.005>
16. Brunett Pérez L, González Esquivel C y García Hernández L A 2005: Evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, utilizando indicadores. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 17, Article #78. Retrieved July 3, 2005, from <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/7/pere17078.htm>
17. Calvillo, M. (2011). Territorialidad del género y generidad del territorio. En *Explorando Territorios. Una visión desde las ciencias sociales*. (pp. 263-293). México: UAM-X, CSH.

18. Carrasco, Cristina. *Mujeres y Economía, nuevas perspectivas para viejos y nuevos problemas*. Barcelona: Icaria, 1999.
19. Carrillo-González, R., González-Chávez, M. C. A., & Hernández, R. M. (2015). Caracterización física y química de suelos bajo diferentes sistemas de cultivo en el estado de Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1), 1-15. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000100001
20. Castro, A. (1998). Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en espacios territoriales (Vol. 4). iica.
21. Cervantes, R. A., Angulo, G. V., Tavizón, E. F., & González, J. R. (2014). Impactos potenciales del cambio climático en la producción de maíz. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (61), 48-53.
22. CIMMYT. Generation Challenge Programme Partner and Product. Highlights, México, D. F., 2006.
23. Clevers, J. G. P. W., & Gitelson, A. A. (2013). Remote estimation of crop chlorophyll and nitrogen content using red-edge bands. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 23, 344-351.
24. Cristóbal-Acevedo, D., Álvarez-Sánchez, M. E., Hernández-Acosta, E., & Améndola-Massiotti, R. (2011). Concentración de nitrógeno en suelo por efecto de manejo orgánico y convencional. *Terra Latinoamericana*, 29(3), 325-334. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792011000300325
25. Cruz, J. A., Hernández, E., & Martínez, J. (2008). *Efecto de la salinidad en los cultivos: análisis y recomendaciones*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
26. De Barbieri, T. (1993). Sobre la categoría género. Una introducción teórico-metodológica. *Debates en Sociología*, 18, 145-169.
27. Deere, C. D., & León, M. (2003). Género, propiedad y empoderamiento. FLACSO-Ecuador.
28. Delgadillo, P. y Delgado, B. (2007). Evaluación de la sustentabilidad de un Sistema basado en la implementación de prácticas de conservación de suelos en la comunidad de Chullpakasa, Bolivia. En: M. Astier, y J. Hollands (Ed). *Sustentabilidad y Campesinado. Seis Experiencias Agroecológicas en Latinoamérica* (262 pp). Ciudad de México, México: Mundiprensa.
29. Domínguez, A. (2005). Sustentabilidad, desarrollos sustentables y territorios. Achkar, M. et al. *Ordenamiento Ambiental del Territorio*. CSEP. CT. DIRAC. Facultad de Ciencias. UdelaR, 200, 29-54.
30. Ebel, R., Pozas Cárdenas, J. G., Soria Miranda, F., & Cruz González, J. (2017). Manejo orgánico de la milpa: rendimiento de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. *Terra Latinoamericana*, 35(2), 149-160.
31. Estado de Tlaxcala, México. *Revista El Colegio de San Luis*, 8(15):107-134.
32. Flores, S., Collado Solis, C. L., & Flores Cordero, L. (2014). Los desafíos que enfrentan las mujeres rurales para tener tierra. La experiencia de Nitlapan y Trócaire-ADDAC en Matagalpa, Nicaragua.
33. Food and Agriculture Organization [FAO]. (2017). *Soil management for sustainable agriculture*. <https://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf>
34. Food and Agriculture Organization [FAO]. (2020). *Agroforestry for landscape restoration: Resilience through diversity*. <https://doi.org/10.4060/ca9183en>

35. Gliessman, S. R. (2015). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems* (3rd ed.). CRC Press.
36. González, A., Vázquez, R., & Pérez, M. (2010). *Manual de Fertilidad de Suelos*. Universidad Autónoma de Chapingo.
37. Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2016). *Soil fertility and fertilizers* (8th ed.). Pearson.
38. Información con base en los datos de la Organización Mundial de la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (<http://www.fao.org>)
39. Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2015). *Programa Nacional de Fertilidad de Suelos*. INEGI.
40. Jackson, Cecile. (2004). ¿Haciendo lo natural? Mujer y medio ambiente en el desarrollo. En Verónica Vázquez y Margarita Velázquez (Eds.), *Miradas al futuro. Hacia la construcción de sociedades sustentables con equidad de género* (pp. 169-207). Ciudad de México: UNAM y Colegio de Postgraduados
41. Juárez Paulín, A., Tuñón Pablos, E., Winton, A., & Zapata Martelo, E. (2018). Relaciones socio-espaciales de género y participación de las mujeres en el proyecto Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) en Chiapas. *Revista interdisciplinaria de estudios de género de El Colegio de México*, 4.
42. Kaijser, Anna, y Kronsell, Annica. (2014). Climate Change Through the Lens of Intersectionality. *Environmental Politics*, 23(3), 417–433. doi: <https://doi.org/10.1080/09644016.2013.835203>
43. Lagarde, M. (1996). La perspectiva de género. En *Género y feminismo. Desarrollo humano y democracia. Cuadernos inacabados 25* (pp. 13-38). Madrid: horas y HORAS.
44. Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875-5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>
45. Lamas, M. (1986). La antropología feminista y la categoría “género”. *Nueva Antropología*, 8(30), 173-198.
46. López Báez, W., Reynoso Santos, R., López Martínez, J., Villar Sánchez, B., Camas Gómez, R., & García Santiago, J. O. (2019). Caracterización físico-química de suelos cultivados con maíz en Villaflores, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(4), 897-909. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1764>
47. López-Calderón, M. J., et al. (2023). Nitrógeno total en maíz forrajero estimado mediante índices espectrales con el satélite Sentinel-2. *Terra Latinoamericana*, 41, e1628. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1628>
48. Marschner, P. (2012). *Mineral nutrition of higher plants* (3rd ed.). Academic Press.
49. McClintock, B.; Kato, T. y Blumenschein, A. Constitución cromosómica de las razas de maíz. Colegio de Post-graduados de Chapingo, México, 1981. 168p.
50. Moreno Pires, S., & Fidélis, T. (2015). Local sustainability indicators in Portugal: assessing implementation and use in governance contexts. *Journal of Cleaner Production*, 86, 289-300
51. Navarro-Garza, Hermilo, Hernández-Flores, Martín, Castillo-González, Fernando, & Pérez- Olvera, Ma. Antonia. (2012). Diversidad y caracterización de maíces criollos: Estudio de caso en sistemas de cultivo en la Costa Chica de Guerrero, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 9(2), 149-165. Recuperado en 06

- de febrero de 2024 de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722012000200004&lng=es&tlng=es.
52. Noriero, Lucio 2010 “Desarrollo local y saberes ante la nueva relación campo-ciudad en la región Atenco- Texcoco”, tesis doctoral, Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México.
 53. Olmos, M. A., & Santos, W. G. (2013). El valor de la sustentabilidad. *Ciencia y Agricultura*, 10(1), 91-100.
 54. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2011). El estado mundial de la agricultura y la alimentación: Las mujeres en la agricultura. FAO. <https://www.fao.org/publications>
 55. Osorio-García, N., López-Sánchez, H., Ramírez-Valverde, B., Gil-Muñoz, A., & Gutiérrez- Rangel, N. (2015). Producción de maíz y pluriactividad de los campesinos en el Valle de Puebla, México. *Nova scientia*, 7(14), 577-600.
 56. Piña Cano, Mario. 2000. Límites de la agricultura sustentable en el contexto de la globalización. XIV Congreso Internacional de Administración Agropecuaria. México. Universidad Autónoma Chapingo: 354-363.
 57. Ramírez-Silva, J. H., Ramírez-Jaramillo, G., Lozano-Contreras, M. G., & Arellano-Martín, F. (2019). Fertilidad del suelo en una milpa maya de Yucatán, México. *Revista del Centro de Graduados e Investigación, Instituto Tecnológico de Mérida*, 34(78), 255-259.
 58. Rasgado Cabrera, Víctor Ernesto; Ernesto Castañeda Hidalgo; Salvador Lozano Trejo; María Isabel Pérez León; Gisela Margarita Santiago Martínez (2019) Sustentabilidad de agroecosistemas de maíz de la planicie costera del Istmo, Oaxaca, México. *Rev. Fac. Agron. Vol 118 (2): 1-12*. <https://doi.org/10.24215/16699513e028>
 59. Registro Agrario Nacional [RAN]. (2021). Informe sobre tenencia de la tierra en ejidos. Gobierno de México.
 60. Reyes-Jaramillo, I. (2016). Propiedades edáficas de parcelas cultivadas con milpa usando labranza mínima en la Sierra de Oaxaca, donde crecía bosque mesófilo de montaña. *Polibotánica*, 41, 133-151. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62144761009>
 61. Richards, L. A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils (Manual 60). USDA.
 62. Rocheleau, Dianne, Thomas-Slyter, Barbara, y Wangari, Esther. (2004). Género y ambiente: una perspectiva de la ecología política feminista. En Verónica Vázquez y Margarita Velázquez (Eds.), *Miradas al futuro. Hacia la construcción de sociedades sustentables con equidad de género* (pp. 343-372). Ciudad de México: UNAM y Colegio de Postgraduados.
 63. Rodríguez Gamiño, M. de L., & López Blanco, J. (2006). Caracterización de unidades biofísicas a partir de indicadores ambientales en Milpa Alta, Centro de México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 60, 46-61.
 64. Salvador, R. (2001). Maíz. Publicaciones del Programa Nacional de Etnobotánica. México.
 65. Sánchez, P., Ocampo, I., Parra, F., Sánchez, J., María, A., y Argumedo, A. (2014). Evaluación de la sustentabilidad del Agroecosistema maíz en la Región de Huamantla, Tlaxcala, México. *Agroecología*, 9(1 y 2):111-122.
 66. Sánchez, P., y Romero, O. (2017). Evaluación de la sustentabilidad del sistema milpa en el

67. Sarandón, S.J. & C.C. Flores. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*. (4): 19-28.
68. Sarandón, S.J., M.S. Zuluaga, R. Cieza, L. Janjetic & E. Negrete. 2008. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina,
69. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2019). *Diagnóstico de la Fertilidad de Suelos en México*. SADER.
70. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación.
71. Segrelles, J. A. (2005). El problema de los cultivos transgénicos en América Latina: una "nueva" Revolución Verde.
72. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Cierre de la producción agrícola por estado. Puebla, disponible en www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/.
73. SILIPRANDI, Emma. "Mujeres y agroecología. Nuevos sujetos políticos en la agricultura familiar".
74. Smith, S. E., & Read, D. J. (2010). *Mycorrhizal symbiosis* (3rd ed.). Academic Press.
75. Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2015). La memoria biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icaria Editorial.
76. Tsui, C. C., Chen, Z. S., & Hsieh, C. F. (2004). Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. *Geoderma*, 123, 131-143.
77. Universidad Autónoma Chapingo.
78. Vandermeer, J., Perfecto, I., & Philpott, S. (2018). *Ecological complexity and agroecology*. Routledge.
79. Vásquez, Verónica, Martínez, Sac Nicté, Pérez, María Antonia, Clemente, José, López, y Juan Carlos. (2020). Género, soberanía alimentaria y maíz en el Istmo de Tehuantepec, México. *La Manzana de la Discordia*, 15(1), 121-144. doi: 10.25100/lamanzanadeladiscordia.v15i1.8692
80. Vidal, L. M., Pacheco, H. R. S. and Ruiz, G. S., 2014. Participación social de las mujeres en la toma de decisiones y gestión de microempresas en las zonas rurales de Guerrero. D
81. Wilkes, G. Teosinte and the Other Wild Relatives of Maize. En: Recent Advances in the Conservation and Utilization of Genetic Resources: Proceedings of The Global Maize Germplasm Workshop. México. D.F. CIMMYT, 1988. p. 70-80.
82. Wilkes, H. G. y Goodman, M. M. Mystery and Missing Links: The origin of Maize. En: Maize Genetics Resources. Taba, S (Eds.). Maize Program Special Report. México, D.F. CIMMYT, 1995.

Anexo 1.

Tabla 22. Encuestas aplicadas

Sistema de cultivo	Milpa	Milpa	Milpa	Monocultivo	Milpa	MIAF	Monocultivo	MIAF	MIAF	MIAF	MIAF	MIAF	Monocultivo	Monocultivo	Milpa	Milpa	Monocultivo
DIAGNÓSTICO SOCIAL																	
¿Qué edad tiene?	38	35	68	52	57	54	54	93	45	58	68	54	67	43	32	57	38
¿Cuántos hijos tiene y qué edad tienen?	Uno, 14 años	3 hijos, de 8, 13 y 17 años	3 hijos de 46, 41 y 36 años		3 hijos de 25, 26 y 28 años	4 hijos	5 hijos	9 hijos	Tres hijos	Dos hijos de 27 y 24 años	Cuatro hijos de 46, 45, 42 y 38 años	Dos hijos de 29, 24 años	2 hijos de 40 y 28 años	No tiene hijos	2 hijos de 10 y 12 años	5 hijos de 41, 39, 38, 35 y 28 años	No tiene hijos
¿Hasta qué año estudió?	Secundaria	Secundaria	Primaria	Primaria	Secundaria	Secundaria	Secundaria	5 años	Primaria	Secundaria	Primaria	Preparatoria	Primaria	Primaria	Secundaria	Secundaria	Primaria
¿Hasta qué año han estudiado su esposo y sus hijos?	Secundaria	No tengo esposo y primaria secundaria y bachillerato	Secundaria		Primaria	Primaria secundaria y universidad	Primaria bachiller y universidad		Universidad	Universidad y preparatoria	Secundaria, universidad y preparatoria	Secundaria y licenciatura	Secundaria y bachiller		Bachiller y primaria	Primaria secundaria y bachiller	
¿Por qué dejó la escuela?	Por trabajo	Por trabajo	Falta de recursos	Falta de recursos	Falta de recursos	Por trabajo	Por trabajo	Por la economía	Para trabajar	Para trabajar	Para trabajar	Para trabajar	Sólo había primaria	Por economía	Para trabajar	Por falta de recursos económicos	Por la situación económica
¿Tiene algún familiar en el extranjero?	No	No	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Hoy no
¿Quién y desde cuándo?	No	No	Su hija hace 23 años			Cuñado				Sus hijos	Su hija	Hermanos				Una hija desde hace 19 años	
¿Por qué se fue?	No	No	Por trabajo			Por trabajo		Para vivir mejor		Para trabajar	Para trabajar	Para trabajar				Por trabajo	
¿Usted ha pensado en irse al extranjero?	No	Sí	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Si	No	Sí	Sí	No	No	No	Sí	No
¿Por qué motivos?	No	Por la economía	Para conocer		Por la situación económica			Para vivir mejor	Por trabajo		Para pasear					Hoy a visitar a mi hija	

¿Tiene energía eléctrica?	Si	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Si	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
¿Cuenta con agua entubada y con drenaje?	Agua si, drenaje no.	Agua si, drenaje no	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí, sí	Si	Sí	Sí	Sí	Sí
¿De qué material es su vivienda?	Block	Block	Block	Block	Cemento	Block	Cemento y block	Cemento y block	Mampostería y tabique	Mampostería	Tabique	Block	Adobe	Concreto y tabique	Block	De vigas y de block	Concreto y block

DIAGNÓSTICO ECONÓMICO

¿Qué tipo de tenencia de tierra tiene?	3 ejidales	Propia	3 ejidal	2 ejidales	1 ejidal	2 ejidales	2 ejidales	2 ejidales	Ejidal	Ejidal	Propia	Ejidal	1 ejidal	1 ejidal	2 ejidales	1 ejidal	1 ejidal
¿Cuál es la extensión total de su tierra?	Media hectárea, 0.75 hectáreas.	1/4 de hectárea	3 1/4 de hectárea, 3 hectáreas y media hectárea	1 hectárea y 3/4 de hectárea	3/4 de hectárea	3 hectáreas y cuatro hectáreas	2 hectáreas	2 hectáreas	Mediana hectárea	3.5 ha	3 ha	1:30 hectáreas	3/4 de hectárea	Mediana hectárea	Una hectárea y por 1/4 de hectárea	2500 m²	Una hectárea
¿Cuál es la extensión cultivable?	La misma	1/4 de hectárea	Toda	Toda	Toda	7 hectáreas	2 hectáreas	2 hectáreas	Mediana hectárea	3.5 ha	3 ha	1:30 hectáreas	3/4 de hectárea	Mediana hectárea	1.25 hectáreas	2500 m²	Mediana hectárea
¿Por qué nada más cultiva esa extensión?	Porque es lo que tengo	Porque no cuento con más terreno			Porque es lo que tengo	Es lo que tengo				Es el total	El total				Es el total del terreno	Es el total del terreno	Sólo se puede cultivar media hectárea
¿Tiene otro ingreso a parte de la parcela?	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí		Sí,	No	Sí	No	Sí	Sí
¿De qué tipo?,	Comercio	Trabajo doméstico cultivo de hongo	Venta de gallinas y marranos		Jornalero	Por parte de mis hijos	Mi esposo es herrero		Tengo marraños	Borregos		Albañil		Una tienda		Mi esposo es albañil	Proyectos gallinos
¿Desde cuándo?	Desde niña	Desde niña	Desde niña		Desde niño		2 años		Desde niño	Desde hace tres años		Hace 34 años		Desde hace 5 años		Hace 40 años	
¿Por qué se dedica a la producción agrícola?	Para consumo	Para consumo	Por necesidad	Por necesidad	Porque me gusta el campo	Por costumbre	Por costumbre	Costumbre	Por herencia	Por qué se tiene tierra para trabajar		Por herencia	Costumbre	Por herencia y costumbre	Costumbre	Costumbre	Para autocostumbre

¿Hace cuánto tiempo práctica la agricultura?	Desde niña	Desde niña	Desde niña	Toda la vida	Desde niño	20 años	25 años	Toda la vida	Toda la vida	Desde niño		Toda la vida	Toda la vida	Hace 35 años hace 35 años	Hace 10 años	40 años	Desde niña
¿El ingreso obtenido de su parcela es suficiente para satisfacer sus necesidades familiares?	No	No	No	Sí	No	Si ayuda	No es suficiente pero sí ayuda	No	No	Si cuando se da bien el cultivo, pero depende de la temporada		No	No	No	Sí	No nos alcanza	No
¿Tiene algún apoyo gubernamental?	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Si	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No
¿Cuál?	No		Sembrando vida y apoyo por la tercera edad	Pro campo		Sembrando vida	Sembrando vida	Tercera edad	Sembrando vida	Sembrando vida			Procampo y adulto mayor	Producción para el bienestar		Bienestar	

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO

¿Qué prácticas agrícolas aplica en sus tierras?	Integración de maleza	Integración de residuos de animales	Uso de fertilizantes, abono orgánico y aplico lixiviado de frutas	Uso de abonos orgánicos	Uso de herbicidas fertilizantes y agroquímicos	Uso de abono orgánico y fertilizantes	Preparación de tierras recolecta de semillas	Uso de fertilizantes y abonos	Abono animal			Barbecho rastre o subsele	Uso de fertilizantes	Abonos orgánicos	Rastraya barbecho	Barbecho rastraya cosecha	Integración de rastros, abonos orgánicos y químicos
¿Desde cuándo las aplica?	Desde siempre	Desde siempre	Desde que tengo uso de razón	Todo el tiempo	Hace 10 años	Hace 20 años	25 años	Toda la vida	Toda la vida			Desde siempre	Desde hace 2 años	Hace 10 años	Más de 40 años	3 años y 2 años	
¿Por qué?	Costumbre	Costumbre	Por costumbre		Costumbre	Para producir	Costumbre	Costumbre	Costumbre			Costumbre	Por costumbre	Por que los beneficia	Por costumbre	Costumbre	Costumbres
¿Dañan la tierra o la benefician?	No ayuda en mucho	La benefician	Los orgánicos la benefician los fertilizantes dañan el terreno	La beneficia	La benefician	La benefician	La benefician					Las beneficia	Se beneficia	Se beneficia	Se beneficia	Se beneficia	La benefician
¿De qué forma la dañan o benefician?	Ninguna	Crece más	Se da mejor el campo pero el fertiliza	No sé	Por el uso moderado de	Produciendo	Produciendo						Cuando llueve se beneficia			Es más fácil beneficiar la parcela	Por los abonos y los

			nte los daña por falta de agua		herbicid as								icia y no se daña la milpa				rastr jos
¿Por qué cree que pase eso?	Falta de nutrient es	Porqu e se le agrega n nutrien tes	Porque lo secan	No sé		Por el uso de abono	No sé						Por falta de agua	Por la incor porac ión de abon os orgán icos	Por el apro vecha mient o de nutrie ntes	Porque son buenas prácticas	Ayu da al terre no
¿Considera que su suelo es fértil?	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Mit ad y mitad	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
¿A cambiado la fertilidad de su suelo?	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí		Sí	Sí		Sí	Sí a largo plazo	Sí	No	Sí
¿A que lo atribuye?	No	Por el abono orgáni co	No lo sé	No lo sé	Por el producto que siembro	A las fumigaci ones	A las fumi gacio nes			Por la incor porac ión de abon os orgán icos	Por las prácticas		Al clima		A la lluvia	Falta de lluvia	A la integ ració n de abon os
¿Conoce algunas prácticas de conservación de suelos o que incrementen su fertilidad?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí		Sí	Sí	Sí, sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí
¿Cuál de las siguientes conoce?	Barrer as vivas, acequias de ladera	Barre ras vivas, acequias de ladera	Surcad o en contomo , barreras vivas, acequias de ladera, barreras de piedra	Surcad o en contomo y bordos de desagüe	Barrera s vivas	Surcad o en contomo	Esti ércol comp osta barre ras vivas de desag üe surca da en contorno	Surcad o en contomo , bordos de desagüe, barreras vivas	Surca do de contomos, barre ras vivas, barre ras de piedra de desagüe y sequí as de ladera	Barre ras vivas, barre ras de piedra de desagüe y sequí as de ladera	Surcado de contomo s, barreras de piedra bordos de desagüe, sequí as de ladera	Surca do en contomo barre ras vivas, barre ras de piedra de desagüe	Surca do de contorno y barre ras vivas	Barr eras vivas y bordos de desagüe	Surca do en contomos y bordos de desagüe	Surcaba n contomos	Surca do en contorno, bordos de desagües y barre ras vivas
¿Las aplica?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
¿Por qué no las aplica?					Siento que no sirven											El terreno no lo requiere	
¿Si existiera subsido para aplicarlas lo haría?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí, sí	Sí	Sí	Sí	No sé	Sí	Sí
¿Aplica fertilizantes en su parcela?	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí		Sí	Sí	Sí	Si	Sí	Sí	No	Sí	Sí
¿De qué tipo?			Químico y orgánico	Químicos	Nitrógeno y 18- 46-00 urea	Químico	Químico	Químicos y orgánicos	Químicos	Químicos orgánicos	Químicos	Químicos y orgánicos	Urea y dap	Urea y dap		Químicos	Urea y dap
¿Aplica pesticidas en su parcela?	Sí en casos extremos	Sí en casos extremos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Casi no	Sí	No	No	No	Sí	Sí	No
¿De qué tipo?	Plaguicidas para chapulín y talate	Plaguicidas para chapulín y talate	Plaguicidas	Insecticida y herbicida	Herbicida afalore	Insecticida y herbicida para el chapulín	Insecticida y herbicida para el chapulín	Herbicidas	Herbicidas						Insecticida para chapulín y herbicida	Insecticida para chapulines	
¿Sus tierras son de temporal o aplica riego?	Temporal	Temporal	Temporal y riego	De riego y temporal	Riego	Riego	Riego	Hoy temporal y riego	Riego	Tempo ral y riego	Temporal	Riego	Tempo ral	Am bos	Riego	Tempo ral y riego	Tempo ral
¿Qué cultivos siembra?	Maíz y frijol	Maíz frijol y calabaza	Legumbres maíz calabaza frijol y nopal	Legumbres y maíz	Cilantr o brócoli y cebollín	Maíz frijol y calabaza	Maíz frijol habas y	Maíz y frijol	Frijol, ajo, cebolla, maíz	Frijol, maíz, alfalfa	Frijol, maíz, calabaza	Maíz, frijol, haba, tecojote y	Maíz	Maíz y frijol	Maíz	Maíz frijol y calabaza	Frijol maíz y semilla de

