



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**DESEMPEÑO AGROECOLÓGICO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
DE LECHE DE VACA EN TRES ZONAS DEL MUNICIPIO DE
ACULCO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

LUCERO MORENO BECERRIL

Asesores

Ph. D. Carlos Galdino Martínez García

MVZ. Eliot Gamaliel López Rojas

Dra. en CARN. Dalia Andrea Plata Reyes

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. Octubre de 2025



ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
I. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
1.1. Producción de leche de ganado bovino en México.....	3
1.2. Sistemas de producción de leche en México	4
1.2.1. Sistemas de producción de leche en pequeña escala.....	5
1.3. Agroecología.....	5
1.3.1. Agroecosistema	6
1.4. Sostenibilidad vs Sustentabilidad.....	7
1.4.1. Importancia de medir la sostenibilidad	7
1.5. Herramienta para la evaluación del desempeño agroecológico (TAPE)	8
1.5.1. Paso 0. Descripción de los sistemas y el contexto	9
1.5.2. Paso 1. Caracterización de la Transición Agroecológica (CAET).....	9
1.5.2.1. Paso 1bis. Tipología de transición	12
1.5.3. Paso 2. Criterios básicos de desempeño	13
II. JUSTIFICACIÓN	16
III. HIPÓTESIS	17
IV. OBJETIVOS.....	18
4.1. General.....	18

4.2. Específicos	18
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
5.1. Materiales.....	19
5.2. Selección y recolección de datos	19
5.2.1. Descripción de la zona de estudio	19
5.2.2. Selección de productores y colección de datos	23
5.3. Análisis estadístico.....	24
VI. LÍMITE DE ESPACIO	27
6.1. Localización del área de estudio	27
VII. LÍMITE DE TIEMPO.....	28
VIII. RESULTADOS	29
8.1. Resultados del Paso 0.....	29
8.1.1. Diferencias entre Zonas.....	29
8.1.2. Correlación entre CAET y las variables que componen al Paso 0.....	31
8.2. Resultados del Paso 1.....	31
8.2.1. Diferencias entre Zonas.....	31
8.2.2. Correlación de entre el CAET y los 10 elementos de la agroecología.....	33
8.2.3. Gráfica de radar	34
8.3. Resultados Paso 2	35
8.3.1. Diferencias entre Zonas.....	35
8.3.2. Correlación entre CAET y las variables que componen al Paso 2.....	37
8.3.3. Resultados del Paso 2 a través de Ji-Cuadrada	38
IX. DISCUSIÓN.....	41
X. CONCLUSIONES.....	46

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
XII. ANEXOS	55
12.1. Anexo 1. Cuestionario aplicado en campo	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Elementos agroecológicos y sus índices descriptivos	11
Tabla 2. Tipología de transición para Sistemas de Producción de Leche en Pequeña Escala (SIPLEPE).	12
Tabla 3. Los 10 criterios básicos de desempeño	14
Tabla 4. Comunidades del municipio de Aculco que han participado en proyectos anteriores.	22
Tabla 5. Cronograma de actividades	28
Tabla 6. Diferencias entre zonas respecto a las variables que evalúan a la granja (Paso 0). 29	
Tabla 7. Correlación entre las variables del Paso 0 y el CAET, por zonas	31
Tabla 8. Diferencias entre zonas con respecto a los 10 elementos de la agroecología.....	32
Tabla 9. Correlación entre los 10 elementos agroecológicos y el CAET, por zona	34
Tabla 10. Diferencia entre zonas con respecto a las variables del Paso 2.	36
Tabla 11. Correlación entre las variables del Paso 2 y el CAET, por zona.....	38
Tabla 12. Comparación de los criterios básicos de desempeño entre zonas con el enfoque de semáforo.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de leche en México: A. Producción de leche de bovino comparativo del avance acumulado 2022 y 2023; B. Producción Nacional de leche de bovino años 2011-2023.	3
Figura 2. Mapa de la localización del área de estudio y delimitación de zonas geográficas (Poniente, Centro y Oriente).....	27

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Diferencia entre zonas para las variables significativas (Paso 0).	30
Gráfica 2. Diferencias entre zonas, Cultura y tradiciones alimentarias.....	33
Gráfica 3. Desempeño agroecológico de cada zona	35
Gráfica 4. Diferencias entre variables del Paso 2	37
Gráfica 5. Criterios básicos de desempeño Paso 2	40

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe un creciente interés en la agroecología como alternativa para avanzar hacia sistemas agrícolas y alimentarios más sostenibles. Sin embargo, la evidencia respecto a la contribución de la agroecología a la sostenibilidad sigue siendo fragmentada debido a métodos y datos heterogéneos, diferentes escalas y marcos temporales que generan lagunas de conocimiento. Frente a estos desafíos, 70 representantes de organizaciones relacionadas con la agroecología en todo el mundo participaron en el desarrollo de la herramienta para la evaluación del desempeño agroecológico (TAPE por sus siglas en inglés *Tool for Agroecology Performance Evaluation*), con la finalidad de producir y consolidar evidencia sobre la evaluación integral y multidimensional de los sistemas de producción a través del enfoque agroecológico (Mottet et al., 2020).

La herramienta TAPE se compone de cuatro pasos (0, 1, 2 y 3): Paso 0, es el paso preliminar que incluye una descripción de las principales características socioeconómicas y demográficas de los sistemas agrícolas y alimentarios y un análisis del entorno propicio en términos de impulsores relevantes de políticas, mercado, tecnología, socioculturales y/o históricos. El Paso 1, considera la Caracterización de la Transición Agroecológica (CAET), basada en los 10 Elementos de la Agroecología adoptados por la FAO y sus países miembros, utilizando escalas descriptivas para establecer puntajes y evaluar el grado de transición, con información de la escala de finca/hogar y comunidad/territorio. El Paso 2 incluye 10 Criterios Básicos de Desempeño, que enumeran las dimensiones clave consideradas relevantes para

abordar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): Medio ambiente y cambio climático; Salud y Nutrición; Sociedad y cultura; Economía y Gobernanza (Mottet et al., 2020).

El trabajo que a continuación se presenta se llevó a cabo en el noroeste del Estado de México, específicamente en el municipio de Aculco, donde una de las principales actividades económicas es la producción de leche y quesos frescos artesanales (Sainz-Sánchez et al., 2017). La elaboración de quesos deriva de pequeñas agroindustrias especializadas de carácter rural (Castañeda-Martínez et al., 2009).

Los sistemas de producción de leche en pequeña escala desempeñan un papel relevante en el desarrollo rural del país (Arriaga-Jordán et al., 1999), principalmente por la generación de ingresos económicos a las familias y generación de empleos en la zona, a través de la mano de obra familiar y mano de obra de trabajadores externos (Espinoza-Ortega et al., 2007).

En estos sistemas de producción, la evaluación de la sustentabilidad (Fadul-Pacheco et al., 2013; Prospero-Bernal et al., 2020) ha sido un punto crucial en la implementación de mejoras para el desarrollo debido a que exponen la situación agropecuaria y se presentan como una guía para desarrollar prácticas de manejo y gestión en los sistemas de producción. Además del incremento en la demanda poblacional y agenda pública respecto a la necesidad de sistemas de producción sostenibles (Zahm et al., 2006).

I. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Producción de leche de ganado bovino en México

En el año 2023, México, se registró un volumen de 13,332,738 de litros de leche (Figura A), lo que representó un incremento anual de 1.7% (Figura B). El Estado de Jalisco durante este año se colocó como el Estado líder en producción de leche, seguido de Coahuila, Durango y Chihuahua. El resto de los Estados de la República Mexicana presentaron una producción de 2,697,577 de litros de leche como se puede observar en la Figura 1 (SADER, 2023).

**Leche de bovino
Comparativo del avance acumulado
2022 y 2023
(miles de litros)**

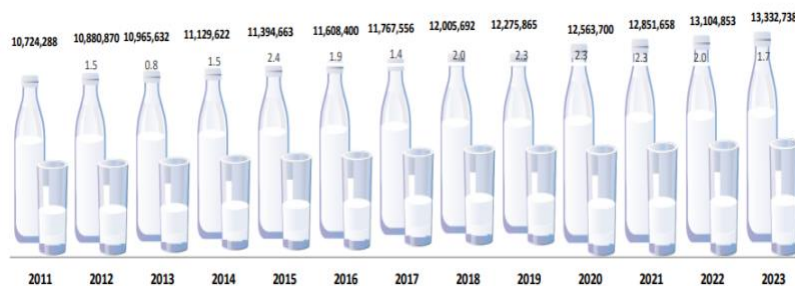
A

Estado	Año		Variación	
	2022	2023	Absoluta	Relativa
Nacional	13,104,853	13,332,738	227,885	1.7
Jalisco	2,753,101	2,799,041	45,939	1.7
Coahuila	1,507,637	1,537,748	30,111	2.0
Durango	1,476,878	1,515,250	38,372	2.6
Chihuahua	1,242,356	1,262,218	19,862	1.6
Guanajuato	896,518	912,848	16,330	1.8
Veracruz	793,677	807,075	13,398	1.7
Chiapas	455,561	463,510	7,949	1.7
Puebla	456,601	462,639	6,037	1.3
Aguascalientes	434,241	440,729	6,488	1.5
México	428,700	434,103	5,403	1.3
Resto	2,659,581	2,697,577	37,996	1.4

Nota: El total nacional podría no coincidir con la suma de las cifras estatales debido al redondeo.
Fuente: SIAP.

**Producción nacional de leche de bovino
(miles de litros y variación porcentual)**

B



Fuente: SIAP.

Figura 1. Producción de leche en México: A. Producción de leche de bovino comparativo del avance acumulado 2022 y 2023; B. Producción Nacional de leche de bovino años 2011-2023.

1.2. Sistemas de producción de leche en México

En función de sus características, la producción lechera en México se desarrolla en tres diferentes modalidades de producción. La primera modalidad; sistemas de carácter intensivo, ubicados fundamentalmente al norte del país, en los Estados de Durango y Coahuila (Comarca Lagunera). Sin embargo, en el centro del país, principalmente en el Estado de Querétaro, se ha presentado un incremento en las unidades especializadas en producción de leche. La segunda modalidad, sistemas de producción de carácter extensivo que se ubican en las regiones tropicales asociadas a la producción de doble propósito (García, 2001). La tercera y última modalidad, sistemas de carácter familiar, los cuales se ubican principalmente en los Estados de Jalisco y Aguascalientes.

Así mismo, en México, se pueden identificar tres sistemas de producción de leche: el especializado, pequeña escala (o campesino) y el de doble propósito. El especializado se caracteriza por tener el mayor tamaño del hato, que se encuentra estabulado y mecanizado para el ordeño y producción de forraje. Los sistemas de producción en pequeña escala y de doble propósito presentan menor tamaño de hato “de entre 6 a 30 vacas”, menor tecnificación, emplean cruza de las razas Holstein, Pardo Suizo y Mestizo, predomina la mano de obra familiar y el rendimiento de leche por vaca oscila de entre los seis y nueve kilogramos de leche por vaca por día (Cervantes et al., 2001; Hernández-Morales et al., 2013).

De tal modo que los sistemas de producción de leche presentan características propias del contexto en el cual se desenvuelven, es decir, acorde a las condiciones climatológicas,

agroecológicas y tecnológicas de cada región, además de las características socioeconómicas de los productores (Pizarro et al., 2025).

1.2.1. Sistemas de producción de leche en pequeña escala

En el Estado de México los sistemas de producción de leche característicos son de tipo familiar, campesinos o en pequeña escala. Destacan por poseer menos de 10 ha destinadas para las actividades agropecuarias, incluso en ocasiones no cuentan con superficie de tierra agrícola; presentan un tamaño del hato menor a 30 animales (Castelán-Ortega et al., 1997); la alimentación del ganado se basa en el uso de subproductos agrícolas como el rastrojo de maíz (Estrada-Flores et al., 2006), pastoreo de pastos nativos (Sainz-Sánchez et al., 2017), corte y acarreo de forraje (Pincay-Figueroa et al., 2016) o pastoreo de pasto Kikuyo o praderas de clima templado (Plata-Reyes et al., 2021). Si bien, estos sistemas presentan un nivel de tecnificación bajo, esto no es un impedimento para que la producción y venta de leche líquida represente el mayor porcentaje de los ingresos de la familia, los cuales suelen ser complementados mediante otras actividades dentro o fuera de la unidad de producción (Ruiz-Torres et al., 2022).

1.3. Agroecología

La agroecología es definida por Altieri (2002) como el estudio holístico de los agroecosistemas, incluidos todos los elementos ambientales y humanos. Centra su atención sobre la forma, la dinámica y función de sus interrelaciones y los procesos en los cuales están envueltas. Un área usada para producción agrícola, por ejemplo, un campo, es visto como un sistema complejo en el cual los procesos ecológicos que se encuentran en forma natural pueden ocurrir. Tal es el caso del reciclaje de nutrientes, interacciones predador-presa,

competencia, simbiosis y cambios en la cadena trófica o en los sucesos. Una idea implícita en las investigaciones agroecológicas parte del entendimiento de las interrelaciones y los procesos ecológicos, donde los agroecosistemas son manejados para mejorar la producción de forma más sustentable, con menores impactos negativos ambientales y sociales con un menor uso de insumos externos.

1.3.1. Agroecosistema

Un agroecosistema, es una interacción compleja donde convergen procesos sociales, externos e internos, procesos biológicos y ambientales, pueden ubicarse espacialmente a nivel del terreno de cultivo, pero a menudo también incluyen una dimensión temporal (Restrepo et al., 2000).

Los agroecosistemas son diferentes para cada contexto en el que se desenvuelven y son producto de múltiples variables como el clima, el suelo, las relaciones económicas y la estructura social (Restrepo et al., 2000).

Los elementos determinantes de un agroecosistema dirigen el tipo de agricultura de cada región, estos determinantes se dividen en: a) Físicos (radiación, temperatura, lluvia, provisión de agua (humedad crítica), condiciones del suelo, pendiente del terreno, disponibilidad de tierras; b) Biológicos (plagas de insectos y enemigos naturales, población de malezas, enfermedades de plantas y animales, la biota del suelo, riqueza natural vegetal, eficiencia fotosintética, patrones de cultivo, rotación de cultivos); c) Socioeconómicos (densidad poblacional, organización social, económicos (precios, mercado, crédito capital), asistencia técnica, implementos de cultivo, grado de comercialización, disponibilidad de mano de obra)

y d) Culturales (conocimientos tradicionales, creencias, ideología, principios de género (aspectos), acontecimientos históricos (Restrepo et al., 2000).

1.4. Sostenibilidad vs Sustentabilidad

A lo largo del tiempo, los conceptos de sostenibilidad y sustentabilidad han sido objeto de amplias discusiones, frecuentemente malinterpretados y utilizados de manera indistinta como si fueran sinónimos. No obstante, esta equiparación resulta imprecisa. En este trabajo se establece una distinción clara entre ambos términos, definiéndolos conforme a su significado y uso específico dentro del marco analítico adoptado.

Entonces, la sostenibilidad refiere, a la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social (CINIF, 2001). Por otro lado, la sustentabilidad es la medida de la habilidad de un agroecosistema para mantener la producción a través del tiempo, en la presencia de repetidas restricciones ecológicas y presiones socioeconómicas (Altieri and Nicholls, 2000).

1.4.1. Importancia de medir la sostenibilidad

A nivel mundial, las problemáticas ambientales, económicas y sociales han generado la necesidad de crear nuevas estrategias de desarrollo agrícola para asegurar una producción estable de alimentos en línea con la calidad ambiental. Entre otros, los objetivos que se persiguen son: la seguridad alimentaria, erradicar la pobreza, conservar y proteger el medio ambiente y los recursos naturales (Altieri and Nicholls, 2000).

La sostenibilidad es la capacidad para hacer uso de los recursos naturales sin comprometer a las generaciones futuras y se describe por primera vez en el Informe Brundtland que fue publicado en 1987 para las Naciones Unidas orientado a describir las características del desarrollo económico actual y su relación con la sostenibilidad. En Norte y Sur del Estado de México se han desarrollado estudios tendientes a la evaluación de la sostenibilidad. Sin embargo, los resultados de esas evaluaciones se limitan a escalas y plazos específicos que no consideran el enfoque agroecológico (Fadul-Pacheco et al., 2013; Salas-Reyes et al., 2015).

Los resultados de la sostenibilidad en el Estado de México reportan que en mayor parte de los sistemas de producción evaluados los productores desarrollan las prácticas de manejo de manera muy heterogénea sin incorporar cambios o innovaciones, por lo que es necesario evaluar la sostenibilidad de estas unidades de producción (UP) a través del tiempo, para identificar sus perspectivas a futuro, así como áreas de oportunidad (Prospero-Bernal et al., 2020).

La evaluación de la sostenibilidad, a través de la incorporación de la evaluación del desempeño agroecológico y la vinculación con los ODS, permite una evaluación integral y holística de los sistemas de producción (Mottet et al., 2020; Wattiaux et al., 2023; Pizarro et al., 2025).

1.5. Herramienta para la evaluación del desempeño agroecológico (TAPE)

En el año 2018, la FAO propuso la herramienta TAPE, para la evaluación integral de los sistemas de producción a través de un enfoque agroecológico. TAPE se basa en un enfoque de tipo escalonado; es decir, un enfoque que permite un análisis gradual o por etapas (Pasos),

que supone una agregación secuencial de etapas lógicas a través de las cuales se abordan diferentes dimensiones o aristas de una temática, para posteriormente obtener, a partir del análisis de las partes en que se disecciona el objeto de estudio, una visión o perspectiva de conjunto (FAO, 2021). La herramienta TAPE, consta de cuatro pasos que se describen brevemente a continuación:

1.5.1. Paso 0. Descripción de los sistemas y el contexto

En este paso se incluye una descripción de las principales características y contextos socioeconómicos, ambientales y demográficos de los sistemas, tales como ubicación, tamaño del hogar, activos productivos, zona agroecológica, accidentes geográficos, bosques, acceso a la tierra, productos básicos producidos y sistemas de producción en la región. De igual manera, se incluye una descripción del entorno propicio (o incapacitante) para la transición agroecológica, en escalas más altas que el sistema evaluado (provincial o nacional). Este paso se puede llevar a cabo a nivel comunitario o territorial con una variedad de actores (por ejemplo, agentes gubernamentales, líderes comunitarios, grupos comunitarios, cooperativas de agricultores, agentes de organizaciones no gubernamentales (ONG) y agentes de extensión), pero también es necesario que se realice en cada unidad de producción muestreada (Mottet et al., 2020; FAO, 2021).

1.5.2. Paso 1. Caracterización de la Transición Agroecológica (CAET)

Este consiste en caracterizar el nivel de transición a la agroecología de los sistemas de producción a partir del puntaje de los diez elementos agroecológicos (Tabla 1) (FAO, 2021). Los 10 Elementos Agroecológicos permiten enmarcar la agroecología de forma inclusiva, sin

privilegiar una definición, un grupo de interés o una región, y proporcionan una estructura para otras entidades que contribuyen a impulsar la adopción de la agroecología. Los 10 Elementos Agroecológicos pueden utilizarse como herramienta analítica o modelo mental para proporcionar a los responsables políticos, profesionales y otras partes interesadas en la planificación, gestión y evaluación de las transiciones agroecológicas. De este modo, pueden facilitar la identificación de puntos de partida para la exploración, el análisis y la disección de teorías plausibles de cambio transformador hacia una agricultura y unos sistemas alimentarios sostenibles (Barrios et al., 2020).

Tabla 1. Elementos agroecológicos y sus índices descriptivos

1. Diversidad	6. Cultura y tradiciones alimentarias
1. Animales 2. Árboles 3. Cultivos agrícolas 4. Actividades, productos y servicios	1. Identidad y conocimiento local 2. Uso de variedades locales 3. Alimentación apropiada
2. Sinergias	7. Co-creación e intercambio de conocimientos
1. Conectividad entre elementos del paisaje 2. Integración cultivo-ganado-acuicultura 3. Integración de árboles 4. Gestión del sistema de cobertura del suelo	1. Participación en redes 2. Acceso al conocimiento agroecológico 3. Plataformas para co-creación
3. Eficiencia	8. Valores humanos y sociales
1. Uso de entradas externas 2. Productividad y necesidades del hogar 3. Gestión de la fertilidad del suelo 4. Manejo de plagas	1. Empoderamiento de las mujeres 2. Bienestar animal 3. Empoderamiento y migración de jóvenes 4. Condiciones productivas
4. Reciclaje	9. Economía circular y solidaria
1. Reciclaje de biomasa y nutrientes 2. Manejo de semillas y razas 3. Ahorro de agua 4. Uso y producción de energías renovables	1. Productos y servicios 2. Sistema alimentario local 3. Redes de productores
5. Resiliencia	10. Gobernanza responsable
1. Endeudamiento 2. Diversidad 3. Estabilidad de ingresos 4. Mecanismos para reducir la vulnerabilidad	1. Participación de los productores 2. Empoderamiento de los productores 3. Organización y asociación de productores

Fuente: FAO, 2019

1.5.2.1. Paso 1bis. Tipología de transición

Cuando se evalúa un gran número de casos utilizando el puntaje global de la CAET dentro de un territorio o escala espacial relativamente homogéneo, y se demuestra que son bastante uniforme en sus varianzas es deseable recurrir a una submuestra de sistemas (o estudios de caso) antes de proceder con los criterios de desempeño (Paso 2) (FAO, 2021; Mottet et al., 2020). La selección de estos estudios de caso puede hacerse por medio de una tipología. El Paso 1bis (FAO, 2021) se propone como un paso opcional que consiste en analizar y categorizar las fincas/hogares individuales. Los criterios utilizados pueden ser la ubicación en el paisaje, la orientación principal de la producción o cualquier criterio relevante para el análisis. Los resultados del puntaje global CAET también pueden usarse para definir la tipología. La Tabla 2, muestra la tipología usada para este proyecto (FAO, 2021; Lucatoni et al., 2023). Las fincas/hogares pueden agruparse a lo largo de un gradiente de transición agroecológico, de acuerdo con su puntaje agregado, el del CAET sobre los 10 Elementos (Mottet et al., 2020).

Tabla 2. Tipología de transición para Sistemas de Producción de Leche en Pequeña Escala (SIPLEPE).

Calificación CAET	Tipología correspondiente
≤50%	SIPLEPE no agroecológico
50 - 60%	SIPLEPE en transición inicial
60 - 70%	SIPLEPE en transición agroecológica
≥70%	SIPLEPE agroecológico

SIPLEPE = Sistema de Producción de Leche en Pequeña Escala. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FAO, 2021.

1.5.3. Paso 2. Criterios básicos de desempeño

En este paso, se mide de forma cualitativa y cuantitativa el impacto de los sistemas de producción a través de un enfoque agroecológico y considera las dimensiones de la sostenibilidad (Mottet et al., 2020; Lucatoni et al., 2023).

Concretamente, las dimensiones son áreas de trabajo prioritarias en las que los responsables de la formulación de políticas tienen como objetivo que la alimentación y la agricultura sean más sostenibles, estas dimensiones son: medio ambiente y cambio climático, salud y nutrición, sociedad y cultura, economía y gobernanza (FAO, 2021; Mottet et al., 2020).

Del mismo modo, el Paso 2, es relevante para todos los contextos, zonas agroecológicas y sistemas de producción. Además, debe ser suficientemente simple como para usarlo en un tiempo limitado y con recursos limitados. Los criterios utilizados para evaluar el rendimiento de los sistemas de producción deben generar datos armonizados en todas las regiones, pero también deben ser lo suficientemente flexibles para reflejar prioridades específicas en el contexto local. El Paso 2, también debe ser simple, factible, fácilmente comunicable y requerir un mínimo de capacitación para ser aplicado, que fue una de las recomendaciones más sólidas del taller de expertos y del Grupo de Trabajo Técnico. Para dar cumplimiento a estas recomendaciones durante el desarrollo del Paso 2, se utilizó un enfoque generalista basado en los marcos de evaluación de la sostenibilidad existentes (como el MESMIS), en el que se definen criterios para cada dimensión y luego se definen indicadores para cada criterio.

Tabla 3. Los 10 criterios básicos de desempeño

Dimensión principal	#	Criterio básico de desempeño	Método propuesto para su calificación.
Gobernanza	1	Tenencia segura de la tierra	Tipo de tenencia sobre la tierra propiedad, arrendamiento + duración, verbal, no explícita (papeles legales).
	2	Productividad	Valor de la producción agrícola por hectárea, por persona o por animal.
Economía	3	Ingresos	Ganancia de las plantas, animales, otras actividades de la granja, subsidios y renta de terrenos – (costos de operación + depreciación + impuestos + costo laboral + intereses + costo de renta de terrenos) + subsidios.
	4	Valor agregado	Valor de la producción agrícola – (gasto de insumos + gasto de intermediarios + depreciación).
Salud y nutrición	5	Exposición a pesticidas	Uso de estos, cantidad aplicada, área en la que se aplica, toxicidad y riesgo por equipo/prácticas de mitigación y destino de los desechos.
	6	Diversidad alimentaria	Diversidad Alimentaria Mínima de la mujer, basada en el consumo de 10 grupos de alimentos en las últimas 24 horas.
Sociedad y cultura	7	Empoderamiento de las mujeres	Índice de empoderamiento de las mujeres en la agricultura (A-WEAI).
	8	Oportunidades de empleo para jóvenes	Acceso a trabajo, formación, educación u otras actividades; migración.
Medio ambiente y cambio climático	9	Biodiversidad agrícola	Importancia de las variedades de cultivos, especies animales, árboles y entornos seminaturales en explotación (uso de Gini-Simpson).
	10	Salud del suelo	SOCLA basado en 10 indicadores para evaluar la salud del suelo.

Fuente: Mottet et al., 2020

Todos los criterios básicos de desempeño del Paso 2 (Tabla 3) se nutren de indicadores simples en torno a las prácticas de gestión y manejo que fueron identificadas por la FAO con expertos en cada uno de los campos técnicos en cuestión.

Todos los indicadores o mediciones se recopilan con una encuesta en la granja u hogar que se deriva de las métricas necesarias para su evaluación, la expresión de resultados para el Paso 2, consiste en un enfoque de semáforo, con tres categorías destacadas con color (verde, amarillo y rojo) para indicar el nivel de sostenibilidad como: 1 = Insostenible 2 = Aceptable 3= Deseable, respectivamente para cada criterio de desempeño. El enfoque de “semáforo” se utiliza para permitir una evaluación homogénea debido a que cada criterio de desempeño posee métodos y escalas propias para su evaluación individual (Mottet et al., 2020, FAO, 2021).

II. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad los sistemas de producción de leche en pequeña escala han modificado el uso de los recursos naturales debido a una disminución de prácticas agroecológicas como la quema de rastrojos, el uso indiscriminado de herbicidas, dependencia de fertilizantes y pesticidas químicos, establecimiento de monocultivos y ausencia del uso de energías renovables. Lo anterior, repercute en su sostenibilidad. El desarrollo en campo de la herramienta para la evaluación del desempeño agroecológico permitirá identificar, describir y proponer alternativas de mejora en función de los resultados del desempeño agroecológico a partir de los procesos productivos presentes en los sistemas de producción de tres zonas geográficas (poniente, centro y oriente) del municipio de Aculco, Estado de México.

III. HIPÓTESIS

No existen diferencias entre las características generales, transición agroecológica y los criterios básicos de desempeño de unidades de producción de leche de vaca en pequeña escala de tres zonas geográficas; poniente, centro y oriente del municipio de Aculco, Estado de México, utilizando la metodología de la herramienta, para la evaluación del desempeño agroecológico (TAPE).

IV. OBJETIVOS

4.1. General

Comparar las características generales, transición agroecológica y los criterios básicos de desempeño de las unidades de producción de leche en pequeña escala de tres zonas geográficas; poniente (ZP), centro (ZC) y oriente (ZO) del municipio de Aculco, Estado de México utilizando la metodología de la herramienta para la evaluación del desempeño agroecológico (TAPE).

4.2. Específicos

- Comparar las características generales (variables del Paso 0) de las unidades de producción de leche en pequeña escala de la zona poniente, centro y oriente del municipio de Aculco, e identificar la influencia de las variables del Paso 0, en la caracterización de la transición agroecológica (CAET).
- Comparar la caracterización de la transición agroecológica (CAET, Paso1), de las unidades de producción de leche en pequeña escala de la zona poniente, centro y oriente del municipio de Aculco, e identificar la influencia de los 10 elementos agroecológicos en el CAET.
- Comparar los criterios básicos de desempeño (Paso 2), de unidades de producción de leche en pequeña escala de la zona poniente, centro y oriente e identificar la influencia de los 10 criterios básicos de desempeño en el CAET.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

Material de campo

Cuestionarios impresos, tablas sujetas a papeles, bolígrafos, vehículo, equipo portátil GPS, cámara de video y cámara fotográfica.

Material de oficina

Equipo de cómputo con paquetería Office, equipo de cómputo portátil, artículos científicos, software estadístico SPSS y libros especializados.

5.2. Selección y recolección de datos

5.2.1. Descripción de la zona de estudio

Municipio de Aculco

El municipio de Aculco está conformado por valles, pequeños lomeríos y montañas; el río principal es Ñadó, que nace en la presa del mismo nombre y desemboca en la presa de San Ildefonso. Se han identificado dos arroyos primordiales el primero: Arroyo Zarco que fluye del precisamente del poblado de Arroyo Zarco a Polotitlán; y el segundo llamado Maxhidó, que recorre desde el Colorado hasta la unión con el río de Arroyo Zarco, cuenta con 29 manantiales y dos acueductos. La superficie total es de 46, 570 hectáreas, de las cuales 45% se destinan a la agricultura, 20.92% al uso pecuario y 19.48% son de uso forestal. De las 9,071 hectáreas forestales, el 64% corresponde a bosques y el resto a superficie arbustiva que comprende material vegetal dominada por arbustos, plantas leñosas perennes que generalmente no superan los 5 metros de altura y se ramifican desde la base (Martínez, 2009).

El principal cultivo básico en la zona en general es el maíz. Además, la producción de cultivos forrajeros se fundamenta en la avena o praderas inducidas, base para mantener la producción de leche relativamente constante a lo largo del año (Castañeda, 2005; Plata-Reyes et al., 2021).

En el año 2020, la población total registrada del municipio de Aculco fue de 49,266 habitantes, siendo el 51% mujeres y el 48.9% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población se registraron entre los 10 a 14 años (4,852 habitantes), los 5 a 9 años (4,696 habitantes) y los 15 a 19 años (4,672 habitantes) (DATA MEXICO, 2020).

Aculco cuenta con 36 comunidades cuya economía se fundamenta principalmente en la producción de leche de vaca en pequeña escala. La producción tradicional de quesos frescos en Aculco deriva de un conjunto de 37 agroindustrias rurales que intervienen en el proceso de producción. Las 37 agroindustrias que se desarrollan en Aculco se encuentran distribuidas en cuatro comunidades. El 40.5% de las empresas se localiza en el centro del municipio, el 27% en la localidad de Encinillas, el 13.5% en Arroyo Zarco y el 19% en Santa Ana Matlavatl (Castañeda-Martínez et al., 2009).

En el municipio de Aculco se ha desarrollado la infraestructura carretera correspondiente al norte por la autopista México-Querétaro, San Juan del Río, Tepeji del Río y Tulancingo; y, por otro lado, la carretera panamericana en la sección Toluca-Querétaro (México 55) que comunica con Acambay, Atlacomulco e Ixtlahuaca lo que facilita la comercialización de los productos que se elaboran en la zona (Espinosa-Ayala et al., 2013; INEGI, 2020).

Para el desarrollo de este estudio, a partir de los resultados de un trabajo previo (García-Villegas et al., 2020) se identificó la localización de las diferentes comunidades que han

participado en proyectos de investigación en el municipio de Aculco, Estado de México, así como sus principales características ambientales con el objetivo de identificar tres principales zonas geográficas: poniente, centro y oriente como se observa en la Tabla 4.

Las comunidades que se ubican en la ZP son el Tixhiñu y La Concepción Ejido. El Tixhiñu se ubica a 2, 444 metros a nivel del mar, cuenta con una población de 343 habitantes (175 mujeres y 168 hombres). Su principal actividad económica se basa en la industria alimentaria (INEGI, 2020). Por otro lado, La Concepción Ejido se ubica a 2,397 metros sobre el nivel del mar, su población total es de 500 habitantes, a diferencia del Tixhiñu el cultivo de productos agrícolas, principalmente el maíz es la principal actividad económica (INEGI, 2020).

Las comunidades de Gunyo Centro, Gunyo Oriente, Santa Ana Matlavat Centro, Santa María Nativitas y Santa María Nativitas Segundo Cuartel se ubican en la ZC del Municipio de Aculco. Gunyo Centro presenta una población total de 972 habitantes, la principal actividad económica es la crianza de ganado bovino y aves, a diferencia de Gunyo Oriente que la principal actividad económica es el cultivo de maíz, además de la crianza de animales para consumo propio y venta (INEGI, 2020). Santa Ana Matlavat Centro se ubica a 2, 441 metros sobre el nivel del mar, su población es de 851 habitantes y su actividad económica es el cultivo de maíz, al igual que Santa María Nativitas, comunidad con 1634 habitantes (INEGI, 2020). Santa María Nativitas Segundo Cuartel se ubica a 2,481 metros sobre el nivel del mar, el cultivo de frijol y maíz son las principales actividades económicas, su población es de 789 habitantes (INEGI, 2020).

En la ZO se ubican las comunidades Encinillas Ejido, Jurica y Las Lajas. La crianza de ganado bovino es la principal actividad económica de la comunidad de Encinillas Ejido, al igual que la comunidad de Las Lajas. En Jurica se dedican al cultivo de maíz y frijol, esta población cuenta con 551 habitantes (INEGI, 2020).

Tabla 4. Comunidades del municipio de Aculco que han participado en proyectos anteriores.

Zona geográfica	Comunidades
Poniente	La Concepción Ejido
	El Tixhiñú
	Gunyo Centro
	Gunyo Oriente
Centro	Santa Ana Matlavat Centro
	Santa María Nativitas
	Santa María Nativitas Segundo Cuartel
	Encinilla Ejido
Oriente	Jurica
	Las Lajas

Fuente: Elaboración propia

5.2.2. Diseño del cuestionario

Este estudio se basa en la aplicación en campo de la herramienta TAPE (cuestionario) disponible en línea que evalúa el contexto de las UP, las políticas públicas, y los desafíos del medio ambientales (Paso 0), 10 elementos agroecológicos (Paso 1) y 10 criterios de desempeño (Paso 2). Antes de la aplicación de la herramienta TAPE, el equipo de trabajo recibió asesoría y capacitación por parte del Profesor Michel Wattiaux y el Dr. Dante Mauricio Pizarro Paz, quienes ya contaban con la experiencia respecto al desarrollo de TAPE a partir de un estudio simultáneo realizado en la Amazonia de Perú con sistemas de producción de leche (Pizarro et al., 2025). Para permitir un análisis detallado de las

características tanto de la unidad de producción como de la unidad familiar, se incluyeron siete preguntas en el Paso 0. Posteriormente, se realizó una encuesta piloto con la presencia de todos los integrantes del equipo de investigación y que permitió la triangulación de las preguntas y verificación de las respuestas para definir la versión final del cuestionario (Anexo 1). Las características del cuestionario TAPE refieren la participación del hombre y la mujer de la UP, así como la evaluación complementaria del suelo agrícola a través de un análisis visual siguiendo la metodología de la Sociedad Latinoamérica de agroecológica (SOCLA). Durante el desarrollo de la herramienta TAPE en Aculco, la aplicación del cuestionario y el análisis visual del suelo, fue una tarea asignada siempre a una misma persona, respectivamente (López-Rojas et al., 2024).

5.2.2. Selección de productores y colección de datos

La selección de productores se llevó a cabo mediante un muestreo intencional, seguido de un muestreo de bola de nieve (Vogt and Johnson, 2016), con la finalidad de identificar a 10 productores por zona geográfica.

El muestreo intencional considera el tamaño de hato de los SIPLEPE, es decir, que su tamaño de hato fuera de 3 a 35 vacas sin incluir a los reemplazos (becerras) (Ruiz-Torres et al., 2022) además de que su principal fuente de ingresos fuera la venta de leche.

El muestreo no probabilístico de bola de nieve (Vogt and Johnson, 2016), considera obtener información de los primeros productores entrevistados con la finalidad de llegar a otros productores que cumplan con las características anteriormente mencionadas, pudiendo ser vecinos, familiares o conocidos.

El cuestionario TAPE fue aplicado siguiendo los lineamientos de la FAO (2021) durante un lapso de 2h 30 min a 3h, aproximadamente.

5.3. Análisis estadístico

La base de datos (n=30) fue organizada según lo recomiendan Broman y Woo, (2018). Se realizó un análisis exploratorio, con gráficas de caja y bigote para identificar datos atípicos y perdidos (Martínez-García et al., 2015). Los datos atípicos se sustituyeron con el valor de la media siguiendo la recomendación de Field (2024). Los 30 productores fueron clasificados en tres grupos considerando la zona geográfica (poniente, centro y oriente) como variable de agrupación. De tal modo que el grupo uno estuvo conformado por productores de la zona poniente (ZP), el grupo dos por productores de la zona centro (ZC), y el grupo tres por productores de la zona oriente (ZO) del municipio de Aculco, Estado de México.

Para los resultados del Paso 0 respecto a las 11 variables que describen a la unidad familiar (UF) y la unidad de producción (UP) se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Field, 2024). Debido a que las variables presentaron distribución normal ($P < 0.05$). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía (Tabla 6). Para identificar las diferencias entre zonas se utilizó la prueba post-hoc de Tukey, la cual es sugerida cuando los grupos cuentan con un mismo tamaño de muestra (Field, 2024). Las variables que presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) fueron representadas mediante una gráfica de caja y bigote, utilizando la media como medida de tendencia central (Gráfica 1).

Se utilizó una correlación bivariada paramétrica de Pearson (Field, 2024) para identificar la influencia de las variables definidas en el Paso 0, en la caracterización de la transición agroecológica (CAET) de cada zona de estudio (Tabla 7).

Los resultados del Paso 1 que consideran los 10 elementos agroecológicos, así como el puntaje global del CAET presentaron distribución normal ($P > 0.05$) con la prueba de Shapiro-Wilk (Field, 2024). Así, la comparación de zonas se realizó a través de una prueba de ANOVA de una vía (Tabla 8). Para identificar diferencias entre zonas, se realizó la prueba de Tukey (Field, 2024). Las variables que presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) fueron ilustradas mediante una gráfica de caja y bigote utilizando la media como medida de tendencia central (Gráfica 2).

Se utilizó un análisis de correlación bivariada paramétrica de Pearson (Field, 2024) para identificar la influencia de los 10 elementos de la agroecología (Paso 1), en la caracterización de la transición agroecológica (CAET) de cada zona (Tabla 9).

La calificación promedio obtenida en cada uno de los 10 elementos agroecológicos, así como el CAET global para cada zona, fue representado en una gráfica de radar (Gráfica 3), de acuerdo con la FAO (2021).

Los resultados de las variables del Paso 2, no presentaron distribución normal ($P < 0.05$) con la prueba de Shapiro-Wilk (Field, 2024). Por lo tanto, la comparación entre zonas con respecto a los 10 criterios básicos de desempeño se realizó a través de la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 10). Las diferencias entre zonas fueron identificadas a través de una comparación por pares ($P < 0.05$) (Field, 2024). Las variables que presentaron significancia

($P < 0.05$) fueron ilustradas mediante una gráfica de caja y bigote utilizando la media como medida de tendencia central (Gráfica 4).

Un análisis de correlación bivariada no paramétrica de Spearman, permitió identificar cuáles de los 10 criterios básicos de desempeño influyen en el CAET global (Tabla 11).

Para identificar en nivel de sostenibilidad de las UP de cada zona, siete de los 10 criterios básicos de desempeño del Paso 2, fueron considerados y evaluados a partir del enfoque de semáforo (FAO, 2021). El enfoque de semáforo considera que cada color, indica el nivel de sostenibilidad (Insostenible: Rojo; Aceptable: Amarillo y Deseable: Verde) en el que se encuentra cada zona. Para identificar diferencias entre zonas con respecto a los siete criterios básicos de desempeño, se realizó una prueba de Ji Cuadrada, con prueba z y con una corrección de Bonferroni (Tabla 12) (Hair et al., 2018; Field, 2024). Antes de realizar la prueba de Ji Cuadrada, se homogeneizaron los resultados de los siete criterios básicos de desempeño en una escala ordinal del 1 al 3, donde: 1: Insostenible, 2: Aceptable y 3: Deseable. Finalmente, los resultados también fueron representados mediante una gráfica de columnas apiladas (Gráfica 5) (El mujtar et al., 2023).

Los análisis de los datos, se realizaron mediante el programa estadístico SPSS (Ver. 22). La versión final de las gráficas que se presentan, fueron ajustadas con Microsoft PowerPoint.

VI. LÍMITE DE ESPACIO

6.1. Localización del área de estudio

Este estudio se realizó en el Municipio de Aculco, localizado en el noroeste del Estado de México (Figura 2), entre las coordenadas 20° 06' y 20° 17' LN y 99° 40' y 100° 00' LW con una altitud media de 2440 metros sobre el nivel del mar, un clima sub-húmedo templado y una estación de lluvias de mayo a octubre (INEGI, 2014). Aculco se ha caracterizado por la producción de leche y la presencia de agroindustrias rurales para el procesamiento de lácteos (Crespo et al., 2014). Así, la producción de leche y queso juega un papel importante en el área de estudio.

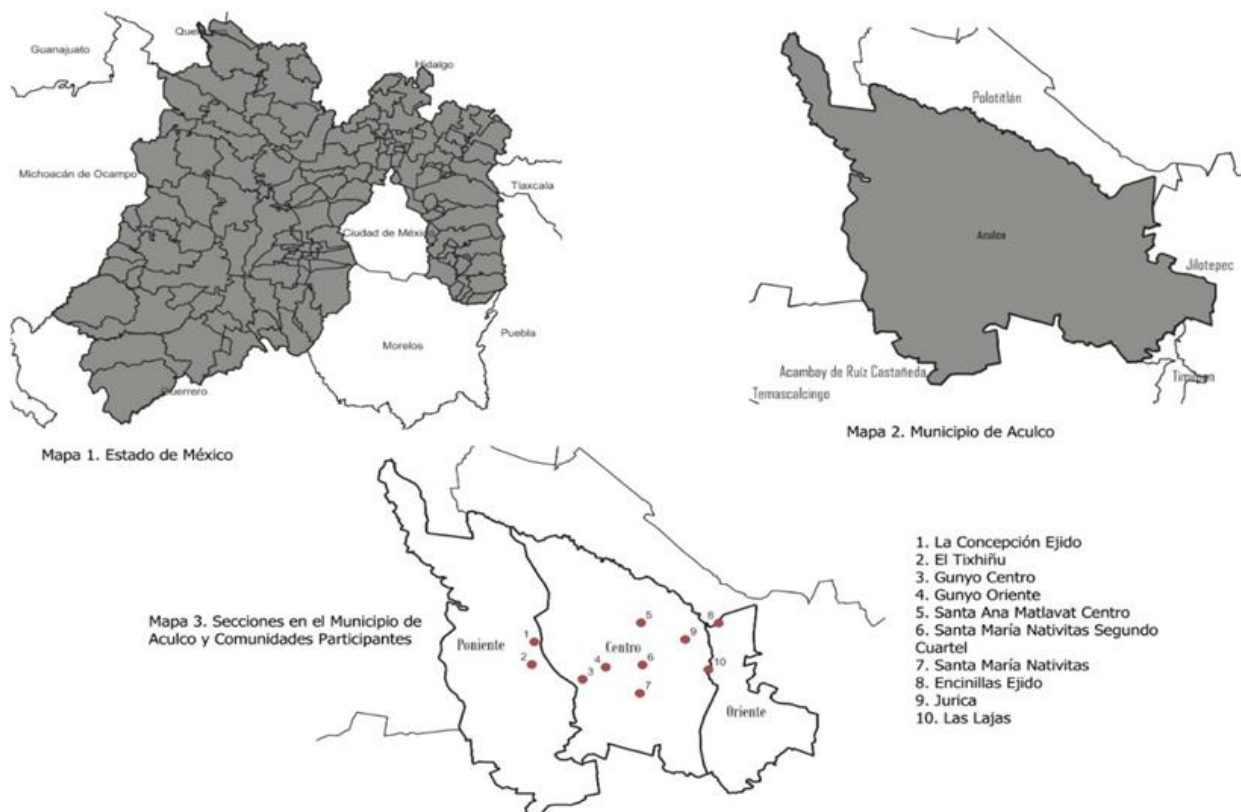


Figura 2. Mapa de la localización del área de estudio y delimitación de zonas geográficas (Poniente, Centro y Oriente).

Fuente: Adaptado de López-Rojas et al., 2024.

VII. LÍMITE DE TIEMPO

La revisión bibliográfica se realizó del mes de marzo al mes de mayo del año 2023 (1). Las pruebas piloto del cuestionario se realizaron durante el mes de marzo (2). Las adecuaciones y ajustes del cuestionario aplicado en la prueba piloto se realizaron durante el mes de marzo (3). La aplicación de la versión final del cuestionario TAPE se realizó durante los meses de marzo a mayo (4), la captura y el análisis de los datos se realizó desde julio hasta el fin del año 2023 (5) como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Cronograma de actividades

Actividad	MES											
	M	A	M	Jn	Jl	A	S	O	N	D		
1) Revisión bibliográfica (artículos científicos, libros y tesis).	*	*	*									
2) Prueba piloto de la aplicación del cuestionario (TAPE) en campo.	*											
3) Adecuaciones del cuestionario basado en los resultados de la prueba piloto.	*											
4) Aplicación del cuestionario (TAPE) en los sistemas de producción de leche en pequeña escala.			*	*	*							
5) Captura, análisis e interpretación de los datos obtenidos en los cuestionarios.							*	*	*	*	*	

M=Marzo, A=Abril, M=Mayo, Jn= Junio, Jl= Julio, A=Agosto, S=Septiembre, O=Octubre, N=Noviembre y D=Diciembre.

VIII. RESULTADOS

8.1. Resultados del Paso 0

8.1.1. Diferencias entre Zonas

La Tabla 6 muestra las características generales de las unidades de producción de leche en pequeña escala de las tres zonas geográficas; poniente (ZP), centro (ZC) y oriente (ZO). De las 11 variables analizadas del Paso 0, ocho presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre grupos.

Tabla 6. Diferencias entre zonas respecto a las variables que evalúan a la granja (Paso 0)

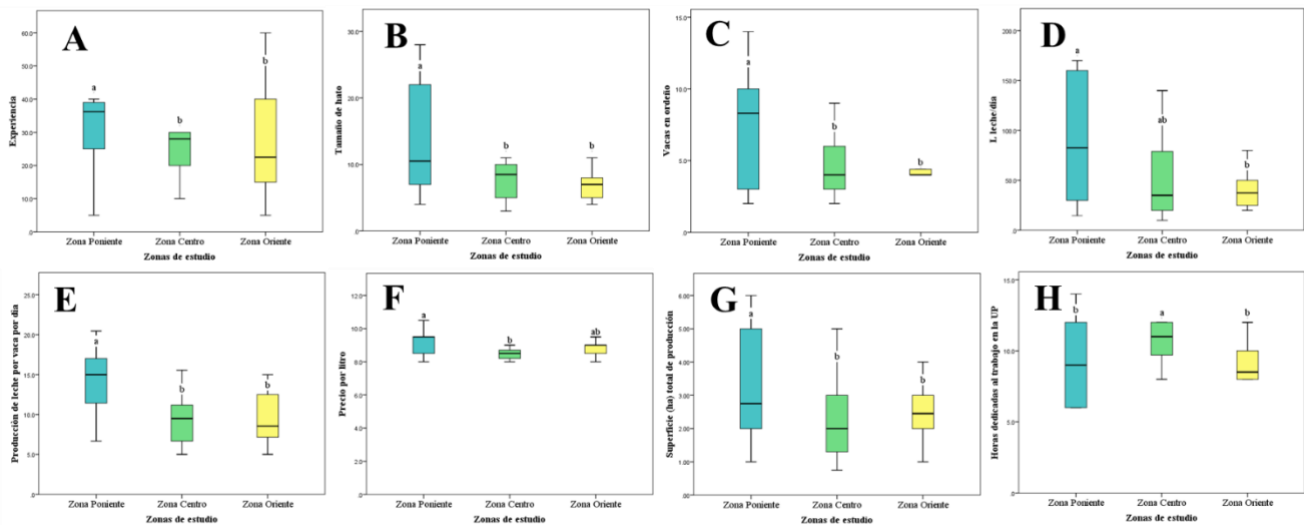
Variables Paso 0	ZP (n=10) Media	ZC (n=10) Media	ZO (n=10) Media	¹SEM	²P
Experiencia (años)	29.94 ^a	23.60 ^b	26.50 ^b	2.3298	<0.048
Tamaño del hato	12.80 ^a	7.70 ^b	7.10 ^b	1.0410	<0.043
Vacas en ordeño	7.26 ^a	4.30 ^b	4.16 ^b	0.5238	<0.018
Producción de leche al día (L)	91.96 ^a	49.70 ^b	41.00 ^b	8.8884	<0.037
Producción de leche (L/vaca/día)	14.62 ^a	9.30 ^b	9.40 ^b	0.7758	<0.003
Precio por litro (pesos mexicanos)	9.20 ^a	8.50 ^b	8.80 ^b	0.1097	<0.016
Superficie total en producción (ha)	3.15 ^a	2.30 ^b	2.39 ^b	0.2465	<0.049
Horas de trabajo dedicado a la UP	9.40 ^b	10.57 ^a	9.10 ^b	0.3928	<0.047
Total de personas que viven en la ³ UP	3.70	4.50	4.60	0.3285	0.487
Total de personas que viven y trabajan en la ³ UP	1.90	2.50	2.70	0.2116	0.284
Total de especies de traspatio	3.00	3.20	3.60	0.2667	0.661

¹SEM=Error Estándar de la Media; ²P= valor de ANOVA de una vía; ³UP = Unidad de producción. ^{ab} Diferentes superíndices indican la diferencia entre zonas según la prueba Tukey ($p < 0.05$). ZP=Zona Poniente; ZC=Zona Centro; ZO=Zona Oriente.

La ZP presentó mayor experiencia en la producción de leche, cuenta con mayor cantidad de animales en el hato y en producción, mayor producción de leche, un mejor pago por litro de

leche y una mayor disponibilidad de tierras. Los productores de la ZP dedican una cantidad de horas de trabajo a la unidad de producción, semejante a la ZO. La ZC presenta características semejantes a la ZO; sin embargo, la ZC se caracterizó por presentar una mayor cantidad horas de trabajo dedicadas a la UP. Las tres zonas no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$), con respecto a las variables total de personas que viven en la UP, el total de personas que viven y trabajan en la UP y el total de especies de traspato. La Gráfica 1 muestra la representación visual de la diferencia entre las zonas de obtenidos a través de la prueba de Tukey de los ocho elementos agroecológicos que mostraron una diferencia significancia ($P<0.05$) en la prueba ANOVA.

Gráfica 1. Diferencia entre zonas para las variables significativas (Paso 0).



A= Diferencia entre zonas con respecto a los años de experiencia que presentan los productores; B= Diferencia entre zonas con respecto al tamaño de hato; C= Diferencia entre zonas con respecto a las vacas en ordeño; D= Diferencia entre zonas con respecto a la producción de leche al día (L); E= Diferencia entre zonas con respecto a la producción de leche por vaca al día; F= Diferencia entre zonas con respecto al precio por litro de la leche; G= Diferencia entre zonas con respecto a la superficie total en producción; H= Diferencia entre zonas con respecto a las horas dedicadas al trabajo en la UP. ^{ab}=Diferentes superíndices indican la diferencia entre zonas con la prueba de Tukey ($P<0.05$).

8.1.2. Correlación entre CAET y las variables que componen al Paso 0

Las correlaciones entre las variables del Paso 0 y el CAET para cada zona se observan en la Tabla 7. El CAET solamente se correlacionó positivamente significativo ($P < 0.05$) con la variable de producción de leche en ZC lo que indica que los productores de esta zona presentan un mejor desempeño agroecológico al tener una mayor producción de leche al día.

Tabla 7. Correlación entre las variables del Paso 0 y el CAET, por zonas

Variables Paso 0	Correlación (r) con ¹ CAET ZP (n=10)	Correlación (r) con ¹ CAET ZC (n=10)	Correlación (r) con ¹ CAET ZO (n=10)
Experiencia (años)	0.055 ^{ns}	0.556 ^{ns}	-0.567 ^{ns}
Tamaño del hato	0.336 ^{ns}	-0.391 ^{ns}	-0.019 ^{ns}
Vacas en ordeño	0.163 ^{ns}	0.343 ^{ns}	-0.406 ^{ns}
Producción de leche al día (L)	0.089 ^{ns}	0.528 ^{ns}	0.003 ^{ns}
Producción de leche (L/vaca/día)	0.030 ^{ns}	0.676*	0.215 ^{ns}
Precio por litro (\$)	-0.214 ^{ns}	0.059 ^{ns}	-0.491 ^{ns}
Superficie total en producción (ha)	0.575 ^{ns}	-0.089 ^{ns}	0.042 ^{ns}
Trabajo dedicado a la granja (horas)	0.445 ^{ns}	-0.612 ^{ns}	-0.498 ^{ns}
Total de personas que viven en la ² UP	0.616 ^{ns}	-0.319 ^{ns}	-0.397 ^{ns}
Total de personas que viven y trabajan en la ² UP	0.340 ^{ns}	-0.136 ^{ns}	-0.129 ^{ns}
Experiencia (años)	0.448 ^{ns}	0.527 ^{ns}	0.436 ^{ns}

¹CAET=Caracterización de la Transición Agroecológica; ²UP = Unidad de producción; *Correlaciones bivariadas de Pearson ($P < 0.05$, dos colas); ^{ns} no significativo. ZP=Zona Poniente; ZC=Zona Centro; ZO=Zona Oriente.

8.2. Resultados del Paso 1

8.2.1. Diferencias entre Zonas

En la Tabla 8 se observa que las tres zonas no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) en la mayoría de los elementos agroecológicos. Las tres zonas presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el elemento agroecológico Cultura y

Tradiciones Alimentarias, en el cual la ZP y ZO presentaron los puntajes más altos. Las tres zonas no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) en el puntaje de CAET.

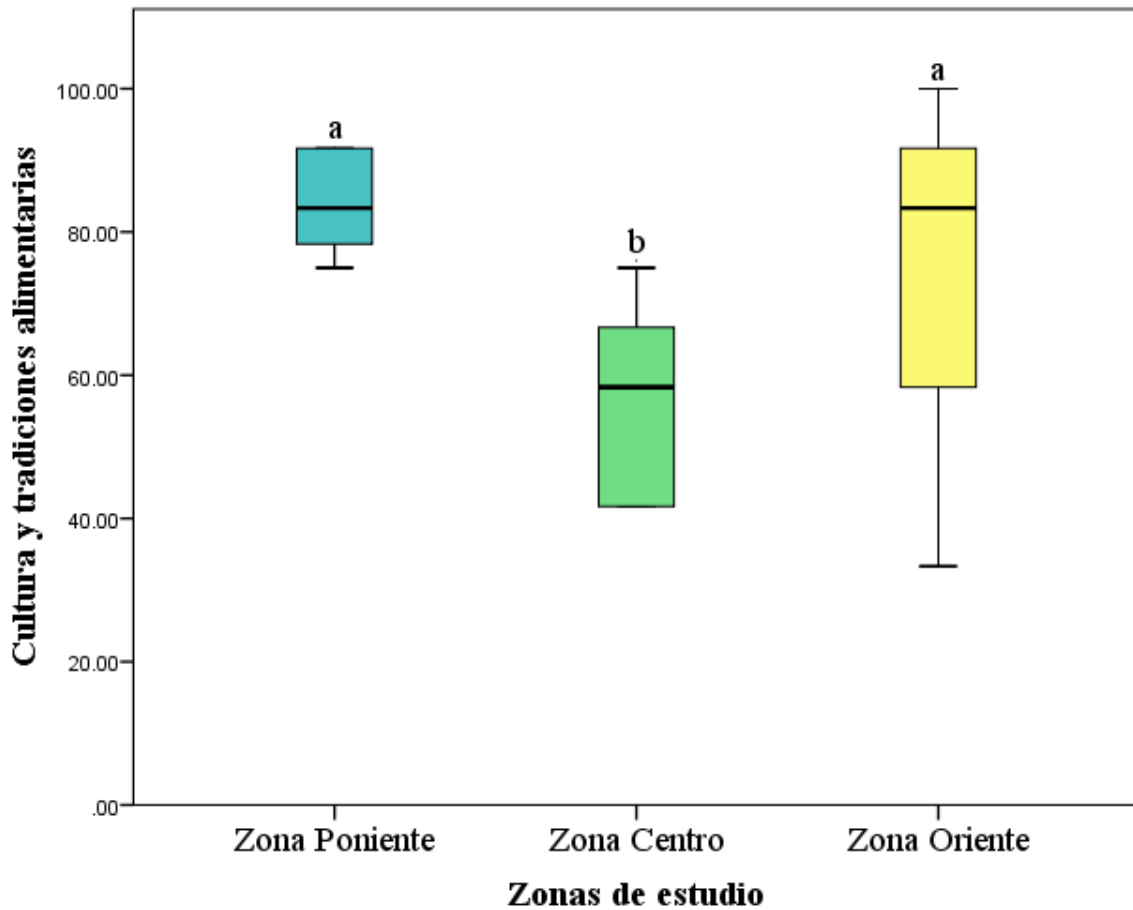
Tabla 8. Diferencias entre zonas con respecto a los 10 elementos de la agroecología

Elementos de la agroecología, Paso 1	ZP (n=10) Media	ZC (n=10) Media	ZO (n=10) Media	¹ SEM	² p
Diversidad	41.87	36.25	33.12	2.9956	0.498
Sinergias	46.25	34.37	41.25	2.5205	0.156
Eficiencia	35.62	26.87	36.87	2.4187	0.187
Reciclaje	46.25	36.87	44.37	3.0618	0.432
Resiliencia	39.72	42.98	38.46	2.6598	0.786
Cultura y tradiciones alimentarias	78.33^a	56.66^b	73.33^a	3.7124	<0.038
Co-creación e intercambio de conocimientos	20.93	28.33	29.76	2.7305	0.379
Valores humanos y sociales	53.12	45.62	51.87	2.3876	0.403
Economía circular y solidaria	54.16	53.33	60.83	4.4659	0.767
Gobernanza responsable	43.33	36.66	33.33	2.9014	0.371
³ CAET	45.96	39.78	44.32	1.6419	0.293

¹SEM = Error Estándar de la Media; ²p = valor de ANOVA unidireccional; ³CAET = Caracterización de la Transición Agroecológica; ^{ab} Diferentes superíndices indican la diferencia entre zonas según la prueba Tukey ($P<0.05$). ZP=Zona Poniente; ZC=Zona Centro; ZO=Zona Oriente.

La Gráfica 2 muestra la representación visual de la diferencia entre las zonas, obtenidos a través de la prueba de Tukey del único elemento agroecológico que mostró una diferencia significativa ($P<0.05$) en la prueba de ANOVA.

Gráfica 2. Diferencias entre zonas, Cultura y tradiciones alimentarias



Diferencia entre zonas con respecto al elemento de Cultura y tradiciones alimentarias. ^{ab} = Diferentes superíndices indican la diferencia entre zonas según la prueba Tukey ($P < 0.05$).

8.2.2. Correlación de entre el CAET y los 10 elementos de la agroecología

En la Tabla 9 se observa que en la ZP, el valor de CAET presentó dos correlaciones positivas significativas ($P < 0.05$) con los elementos de Cultura y Tradiciones Alimentarias ($r = 0.610$, p (2-colas) < 0.05) y Valores Humanos y Sociales ($r = 0.612$, p (2-colas) < 0.05). En la ZC, el valor de CAET presentó correlación con tres elementos agroecológicos: Diversidad, Eficiencia y Co-creación e Intercambio de Conocimiento. Lo que implica que los factores

socioculturales son los que permiten a esta zona una calificación más alta. En la ZO, una mayor cantidad de elementos agroecológicos mostraron correlación positiva significativa ($P<0.05$) con el CAET, esto indica que al menos la mitad de los 10 elementos agroecológicos son clave para obtener un mejor desempeño agroecológico para esta zona. Destacan los elementos de Diversidad y Co-creación e intercambio de conocimientos al estar correlacionados con CAET para la ZC y ZO, indicando áreas de oportunidad en las cuales se pueden ver beneficiados dichas zonas.

Tabla 9. Correlación entre los 10 elementos agroecológicos y el CAET, por zona

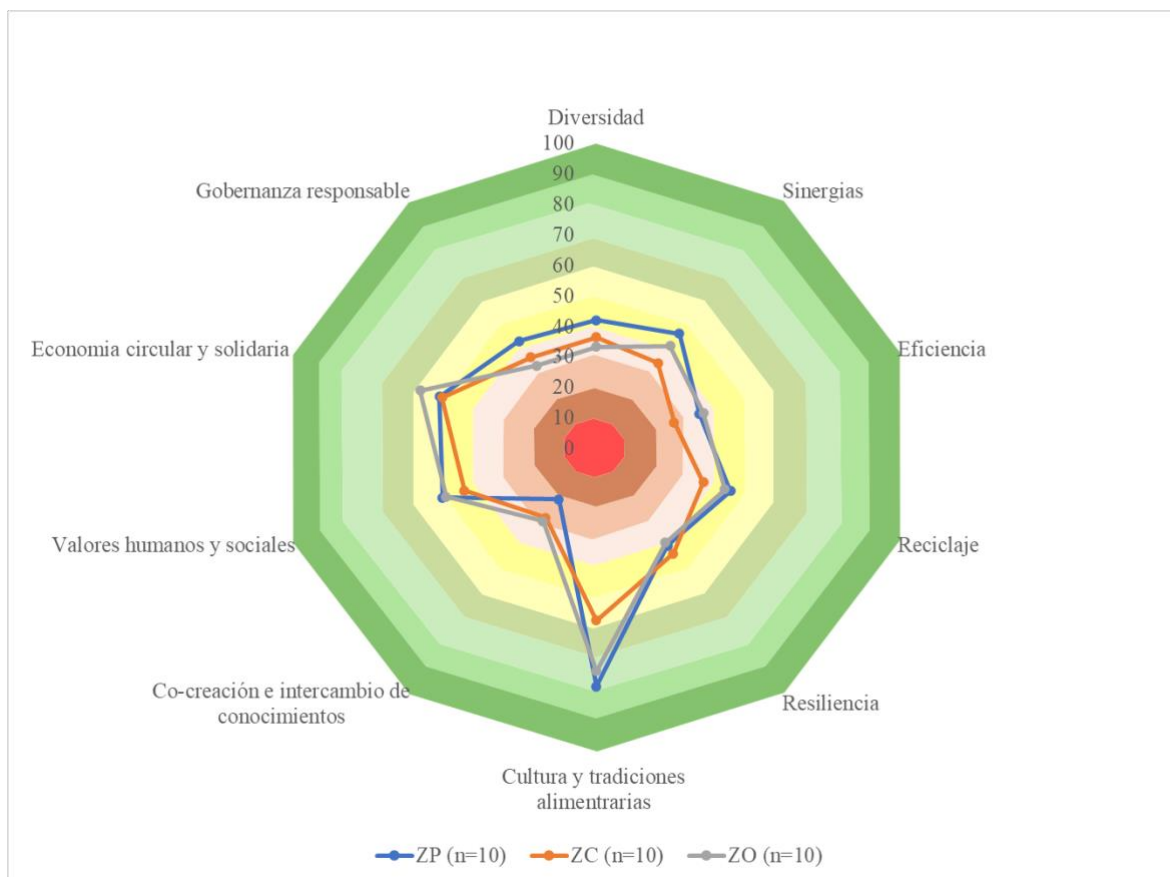
Elementos de la agroecología, Paso 1	Correlación (r) con ¹ CAET ZP (n=10)	Correlación (r) con ¹ CAET ZC (n=10)	Correlación (r) con ¹ CAET ZO (n=10)
Diversidad	0.499 ^{ns}	0.682*	0.668*
Sinergias	0.246 ^{ns}	0.533 ^{ns}	0.591 ^{ns}
Eficiencia	0.381 ^{ns}	0.672*	0.509 ^{ns}
Reciclaje	0.526 ^{ns}	0.307 ^{ns}	0.579 ^{ns}
Resiliencia	0.553 ^{ns}	0.593 ^{ns}	0.527 ^{ns}
Cultura y tradiciones alimentarias	0.610*	-0.052 ^{ns}	0.649*
Co-creación e intercambio de conocimientos	0.462 ^{ns}	0.843**	0.674*
Valores humanos y sociales	0.612*	0.308 ^{ns}	0.745*
Economía circular y solidaria	0.460 ^{ns}	0.563 ^{ns}	0.871**
Gobernanza responsable	0.526 ^{ns}	0.518 ^{ns}	0.242 ^{ns}

¹CAET=Caracterización de la Transición Agroecológica; *Correlaciones bivariadas de Pearson ($P<0.05$, dos colas); **Correlaciones bivariadas de Pearson ($P<0.001$, dos colas), ^{ns} no significativo; ZP=Zona Poniente; ZC=Zona Centro; ZO=Zona Oriente.

8.2.3. Gráfica de radar

En la Gráfica 3 se observa el puntaje de cada uno de los 10 elementos agroecológicos. El elemento de Cultura y tradiciones alimentarias presenta la mayor calificación en las tres zonas, caso contrario, el elemento de Co-creación e intercambio de conocimientos es el que presenta el menor puntaje para las tres zonas.

Gráfica 3. Desempeño agroecológico de cada zona



Fuente: Elaboracion propia.

8.3. Resultados Paso 2

8.3.1. Diferencias entre Zonas

En la Tabla 10 se presenta la comparación de las tres zonas con respecto a los 10 criterios básicos de desempeño. Seis de los 10 elementos presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre zonas.

Tabla 10. Diferencia entre zonas con respecto a las variables del Paso 2.

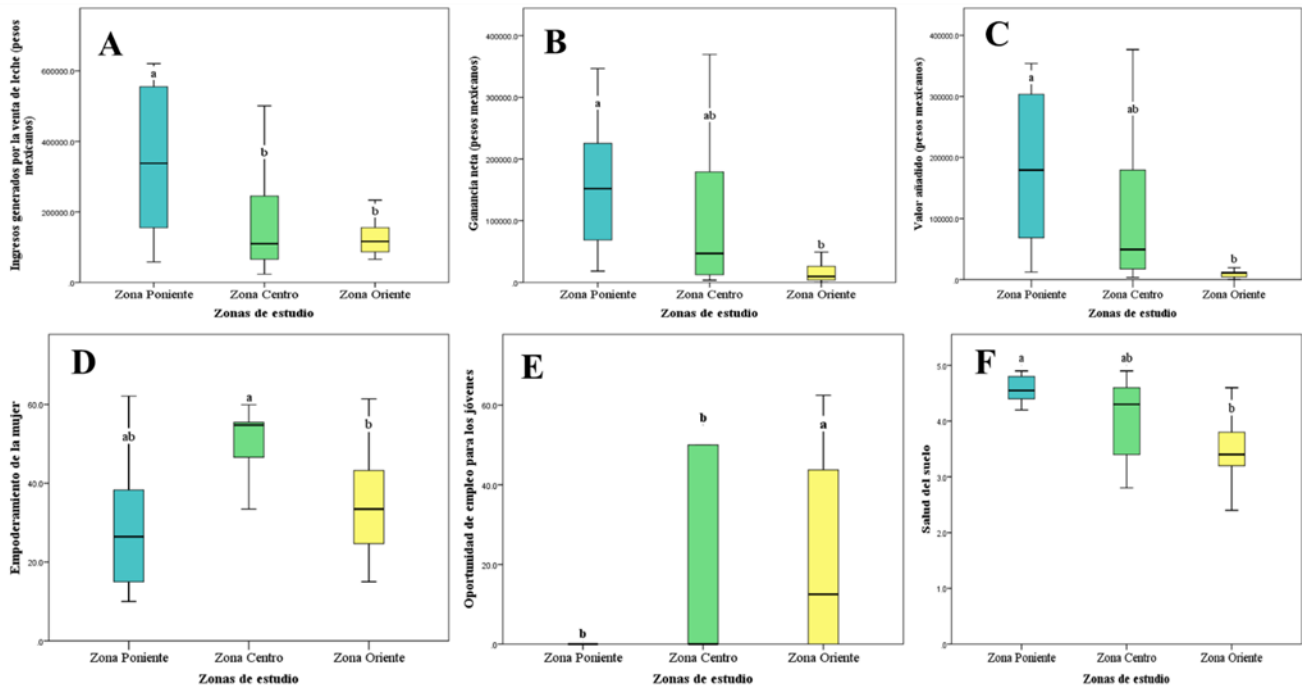
Criterios básicos de desempeño, Paso 2	ZP (n=10) Mediana (¹RIC)	ZC (n=10) Mediana (¹RIC)	ZO (n=10) Mediana (¹RIC)	²p
Tenencia segura de la tierra (0/3)	2.0 (2.0)	3.0 (1.3)	3.0 (2.0)	0.482
Ingresos generados por la venta de leche (pesos mexicanos)	380,512.5^a (431,612.5)	109,682.5^b (191,214.4)	116,343.0^b (81,212.5)	<0.027
Ganancia neta (pesos mexicanos)	156,750.0^a (222,550.4)	46,897.2^b (170,606.9)	9,995.0^c (36,497.4)	<0.004
Valor añadido (pesos mexicanos)	211,500.0^a (273,225.4)	49,263.5^b (164,752.2)	12,210.0^c (37,431.5)	<0.008
Exposición a pesticidas (pesos mexicanos)	1,000.0 (2,312.5)	875.0 (1,455.0)	900.0 (1,512.5)	0.650
Diversidad alimentaria (0/10)	8.0 (3.3)	6.5 (2.8)	5.0 (1.0)	0.115
Empoderamiento de la mujer (0/100)	26.4^b (23.5)	54.8^a (11.9)	33.5^b (22.5)	<0.017
Oportunidad de empleo para los jóvenes (0/100)	0.0^b (0.0)	0.0^b (0.0)	12.5^a (44.5)	<0.003
Biodiversidad agrícola (0/100)	67.7 (20.7)	64.0 (13.5)	66.1 (29.1)	0.790
Salud del suelo (0/5)	4.5^a (0.4)	4.3^a (1.3)	3.4^b (0.6)	<0.004

¹RIC = Rango Intercuartil; ²P = valor de la prueba de Kruskal-Wallis; ^{ab} = Diferentes superíndices indican la diferencia entre zonas según la prueba entre pares (P<0.05). ZP=Zona Poniente; ZC=Zona Centro; ZO=Zona Oriente.

La ZP destaca al presentar los valores más altos en cuatro de los seis criterios básicos de desempeño que mostraron diferencias entre zonas. La ZC tiende a mostrar un comportamiento semejante a ambas o a una de las otras zonas en la mayoría de los criterios; no obstante, destaca al presentar la mediana más alta para el Empoderamiento de la mujer, lo que destaca un nivel de participación por parte de las mujeres tanto en la UP como en la UF. Finalmente, la ZO mostró los valores más bajos para la mayoría de los criterios. No obstante, destaca al ser la única zona donde existe la Oportunidad de empleo para los jóvenes.

La Grafica 4 muestra la representación visual de la diferencia entre zonas con respecto a las variables del paso 2 que mostraron una diferencia significativa (P<0.05).

Gráfica 4. Diferencias entre variables del Paso 2



A= Ingresos generados por la venta de leche (\$); B=Ganancia neta (\$); C=Valor añadido (\$); D= Empoderamiento de la mujer; E= Oportunidad de empleo para los jóvenes; F=Salud del suelo

8.3.2. Correlación entre CAET y las variables que componen al Paso 2

La Tabla 11 muestra que solo dos de los 10 criterios básicos de desempeño mostraron correlaciones significativas ($P < 0.05$) positivas con el CAET de ZC y ZO; el resto de los criterios básicos de desempeño no mostró correlaciones significativas ($P > 0.05$), de igual manera, el CAET de la ZP no presentó ninguna correlación. Respecto a la oportunidad de empleo para jóvenes, se observó una correlación con el CAET en la ZO lo que refuerza la importancia de este criterio para estos productores, ya que el contar con mayor mano de obra de jóvenes, permite un mejor desempeño agroecológico. Finalmente, el criterio de salud del suelo mostró una correlación con el CAET en la ZC implicando que para esta zona contar con un suelo saludable es clave para incrementar su desempeño agroecológico.

Tabla 11. Correlación entre las variables del Paso 2 y el CAET, por zona.

Variables Paso 2	Correlación (r) con ¹CAET ZP (n=10)	Correlación (r) con ¹CAET ZC (n=10)	Correlación (r) con ¹CAET ZO (n=10)
Tenencia segura de la tierra	0.272 ^{ns}	0.322 ^{ns}	-0.180 ^{ns}
Ingresos generados por la venta de leche (pesos mexicanos)	0.079 ^{ns}	0.438 ^{ns}	0.115 ^{ns}
Ganancia neta (pesos mexicanos)	-0.079 ^{ns}	0.552 ^{ns}	0.370 ^{ns}
Valor añadido (pesos mexicanos)	-0.079 ^{ns}	0.527 ^{ns}	0.176 ^{ns}
Exposición a pesticidas	0.280 ^{ns}	0.146 ^{ns}	0.006 ^{ns}
Diversidad alimentaria	-0.019 ^{ns}	0.401 ^{ns}	-0.151 ^{ns}
Empoderamiento de la mujer	0.116 ^{ns}	0.333 ^{ns}	0.309 ^{ns}
Oportunidad de empleo para los jóvenes	0.0 ^{ns}	0.0 ^{ns}	0.666*
Biodiversidad agrícola	0.127 ^{ns}	-0.527 ^{ns}	0.600 ^{ns}
Salud del suelo	0.098 ^{ns}	0.669*	0.293 ^{ns}

¹CAET: Caracterización de la Transición Agroecológica; * Correlaciones bivariadas de Spearman (P< 0.05, dos colas); ^{ns} no significativo. ZP=Zona Poniente; ZC=Zona Centro; ZO=Zona Oriente.

8.3.3. Resultados del Paso 2 a través de Ji-Cuadrada

La Tabla 12 presenta los resultados del análisis de Ji-cuadrada. La tenencia segura de la tierra no presentó diferencias estadísticas significativas (P>0.05) entre zona; sin embargo, la ZC y ZO presentaron el mayor porcentaje de productores en la clasificación de deseable. En las tres zonas, se observa una alta exposición de los productores a pesticidas (90-100%). La diversidad alimentaria en la ZP y ZC más del 50% de los productores presentaron una calificación de deseable, mientras que la ZO el 80% se caracterizó por un puntaje de aceptable. También, se identificó que el empoderamiento de la mujer se encontró en la categoría de aceptable para la ZC e insostenible para la ZP y ZO.

Tabla 12. Comparación de los criterios básicos de desempeño entre zonas con el enfoque de semáforo.

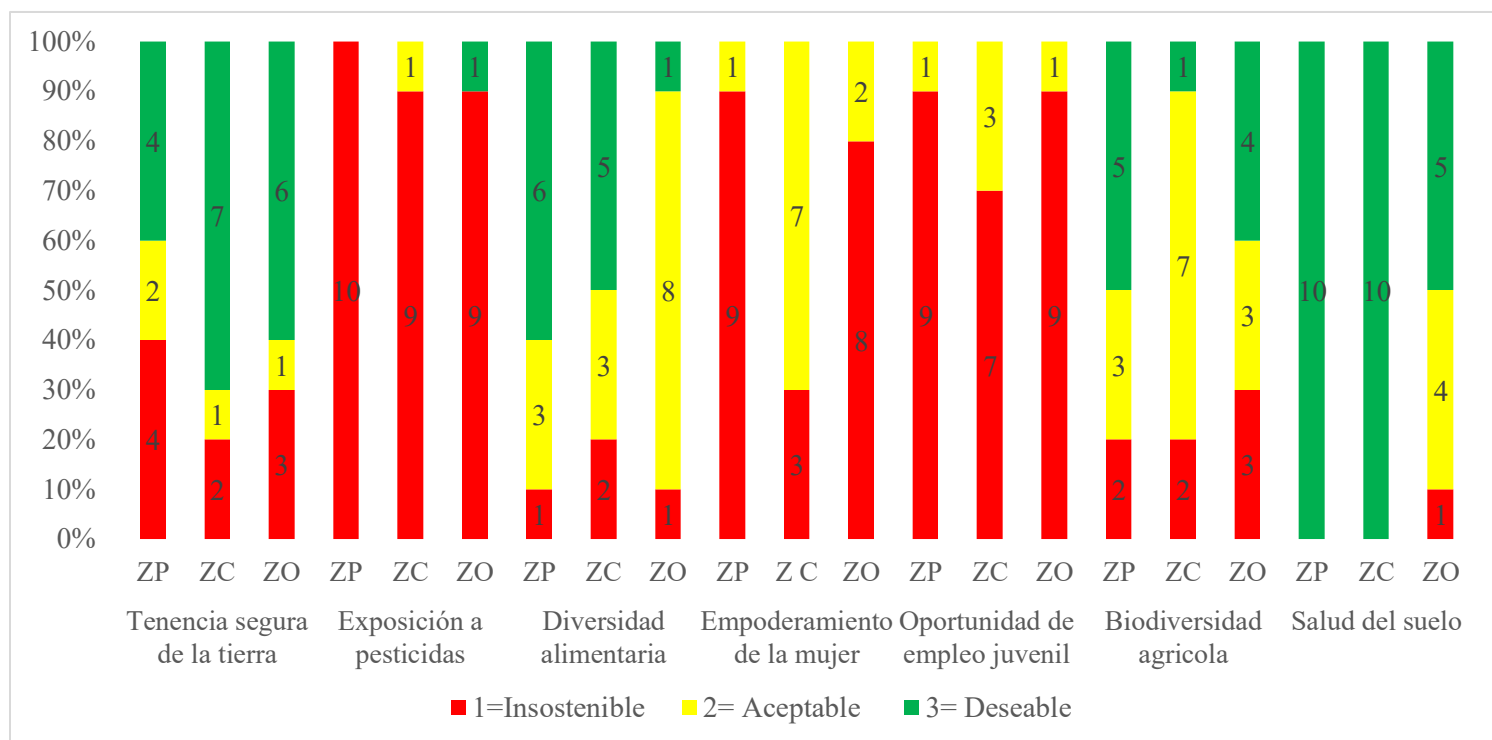
Criterio básico de desempeño	Semáforo	ZP (n=10) %Productores	ZC (n=10) %Productores	ZO (n=10) %Productores	¹ p
Tenencia segura de la tierra	1	40.0	20.0	30.0	0.769
	2	20.0	10.0	10.0	
	3	40.0	70.0	60.0	
Exposición a pesticidas	1	100.0	90.0	90.0	1.000
	2	0.0	10.0	0.0	
	3	0.0	0.0	10.0	
Diversidad alimentaria	1	10.0	20.0	10.0	<0.010
	2	30.0 ^b	30.0 ^b	80.0 ^a	
	3	60.0	50.0	10.0	
Empoderamiento de la mujer	1	90.0 ^a	30.0 ^b	80.0 ^a	< 0.014
	2	10.0 ^b	70.0 ^a	20.0 ^b	
	3	0.0	0.0	0.0	
Oportunidad de empleo juvenil	1	90.0	70.0	90.0	0.576
	2	10.0	30.0	10.0	
	3	0.0	0.0	0.0	
Biodiversidad agrícola	1	20.0	20.0	30.0	0.283
	2	30.0	70.0	30.0	
	3	50.0	10.0	40.0	
Salud del suelo	1	0.0	0.0	10.0	< 0.007
	2	0.0	00.0	40.0	
	3	100.0 ^a	100.0 ^b	50.0 ^b	

1= Insostenible; 2=Aceptable; 3=Deseable. ZP=Zona Poniente; ZC=Zona Centro; ZO=Zona Oriente.

En cuanto a la oportunidad de empleo juvenil, las tres zonas presentaron el mayor porcentaje de productores (70% - 90%) en la categoría de insostenible. No se identificaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) para los valores de Biodiversidad agrícola; sin embargo, la ZC presentó la mayor cantidad de productores (70%) en la categoría de aceptable. La ZP y ZC con el 100% de los productores en la categoría de deseable, presentaron la mayor salud del suelo, la ZO con el 50% también se categorizo como deseable.

En el Gráfico 5, se presentan visualmente los resultados correspondientes al Paso 2, a través del enfoque de semáforo.

Gráfica 5. Criterios básicos de desempeño Paso 2



IX. DISCUSIÓN

En función de las diferencias entre zonas respecto a las variables que describen a la UP, los resultados permiten inferir que la mayor experiencia de los productores de la zona poniente (ZP), les proporciona la capacidad para mantener un mayor tamaño de hato y, por lo tanto, mayor número de vacas en ordeño, así como una mayor producción de leche al día y por vaca relacionado con un mayor número de vacas en producción. Tal como lo menciona Sámano-Rentería (2013), donde se indica que precisamente la experiencia de los productores es un factor que les permite desarrollar actividades agropecuarias con un potencial de mejora en sus procesos productivos. Además, la ZP presenta una infraestructura carretera que le permite acortar las distancias y facilitar el acceso (Zepeda-Ortega et al., 2019) entre UP, razón por la cual hay una mayor circulación para la recolección y distribución de la producción diaria de leche (Sainz-Sánchez et al., 2017). Del mismo modo, la superficie total de hectáreas es mayor en estas UP, probablemente debido al tamaño de hato. Ya que, al tener un mayor número de animales, los productores necesitan mayor producción de cultivos o áreas para pastoreo (Prospero-Bernal et al., 2020). No obstante, el mayor número de animales en comparación con la ZC y ZO, así como la menor dedicación al trabajo en la UP, demuestran la eficiencia de las UP. Lo anterior, resulta importante debido a que en los sistemas de producción de leche en pequeña escala, las actividades agropecuarias le dan un valor agregado a la mano de obra familiar como se ha reportado con anterioridad en estudios desarrollados por diversos autores en las zonas de estudio de Aculco (Espinoza-Ortega et al., 2007; Posadas-Domínguez et al., 2014). El número total de especies de traspatio se relaciona con mayor diversidad

(Grilli et al., 2024). Lo anterior se observó en este estudio, donde los productores de la ZO fueron quienes registraron un mayor número de especies animales de traspatio.

La correlación entre el CAET y la variable del Paso 0 correspondiente a la producción de leche se asocia con el mayor número de vacas (Lazarini et al., 2019).

Las diferencias entre zonas para el puntaje de los 10 elementos agroecológicos se encuentran por debajo del 50% para 8 de los 10 elementos agroecológicos; solo dos elementos agroecológicos obtuvieron puntaje superior al 50% como se observa en la Tabla 8. Al respecto, los elementos agroecológicos de Cultura y tradiciones alimentarias y Economía circular y solidaria se destacan como elementos con mayor contribución al puntaje global de la caracterización de la transición agroecológica (CAET) probablemente debido a un mayor arraigo a las tradiciones y costumbres de la localidad por parte de los productores y a la eficiencia en el uso de los recursos naturales de la zona (Blundo-Canto et al., 2025).

La Diversidad fue uno de los elementos agroecológicos con correlación positiva respecto al CAET, para la ZC y ZO de Aculco. Lo anterior probablemente porque en esas dos zonas geográficas el tamaño del hato es menor, con menor disponibilidad de superficie agrícola y mayor cantidad de especies de traspatio lo anterior se asocia a que los productores al tener menor cantidad de vacas en producción deben diversificar las actividades agropecuarias para satisfacer la demanda económica de las familias y el mantenimiento de la UP. Se ha reportado que en los sistemas de producción agropecuarios, la diversidad permite su viabilidad en el tiempo y además garantiza la seguridad alimentaria de las familias rurales (Grilli et al., 2024; Blundo-Canto et al., 2025). Durante el desarrollo de la herramienta TAPE en campo, fue posible identificar que la Co-creación e intercambio de conocimiento es uno de los elementos

que presentan los puntajes más bajos. Lo anterior se ratifica con los resultados de la correlación entre este elemento agroecológico y el CAET en la ZC y ZO. Como se presenta en un estudio realizado en por Salgado-Tello et al. (2024), reportan en el Ecuador la necesidad de un cambio cultural para contribuir con la rentabilidad de los sistemas de producción. De tal modo, que la correlación positiva significativa entre el CAET y Valores humanos y sociales y Economía circular y solidaria de la ZO se asocian con un mayor acercamiento y vínculo entre productores así como una disminución de los insumos externos que deriva de las características geografías (de Oliveira et al., 2024), ya que la ZO es la más alejada de las tres zonas, por lo que los productores reportaron una mayor participación de los integrantes de comunidad lo que permite realizar un manejo integral en sus UP, a través de la adopción del uso de energías renovables como tracción animal o calentadores solares e incluso el uso de biodigestores, aspectos clave para el desempeño agroecológico como lo reportan diversos estudios respecto a la evaluación del desempeño agroecológico en otras partes del mundo (Ángel-Lozano et al., 2023; Álvarez-Lima et al., 2023).

Del mismo modo, el mayor puntaje para el elemento agroecológico de Cultura y tradiciones alimentarias se relaciona con la identidad campesina de los productores y el arraigo a sus tradiciones y costumbres como se ha reportado anteriormente en estudios con productores de comunidades rurales, la identidad campesina conserva las tradiciones y costumbres de la región (Sámano-Rentería, 2013). La mayor ganancia neta de los productores de la ZP se relaciona con un mayor tamaño del hato, la mayor producción de leche por vaca por día y el valor añadido lo anterior refleja que en las UP evaluadas, los aspectos económicos son un área de oportunidad y se encuentran dentro del promedio del Estado de México, esto permite

a los sistemas de producción de leche en pequeña escala, la posibilidad de adaptarse a los escenarios inestables de la producción de la leche de bovino del país. Además, estos resultados se encuentran en línea con los reportados por Altieri y Toledo (2011), quienes relacionan la rentabilidad de las UP con prácticas agroecológicas al reducir la demanda de insumos externos y optimizar recursos locales. Las diferencias en políticas locales o acceso a mercados de productos diversificados (Gliessman, 2015).

La principal fuente de empleo para los SPLPE es representada por la familia, una de las principales debilidades de las UP, tanto para el empoderamiento de la mujer como para las oportunidades de empleo para jóvenes. En primer término, las mujeres contribuyen con el desarrollo de las actividades agropecuarias, pero no siempre pueden tomar decisiones respecto a las actividades agropecuarias o la adopción de innovaciones tal como lo reportan en ese sentido es importante destacar el papel de las mujeres en la adopción de prácticas sostenibles y la seguridad alimentaria de las comunidades rurales (Pizarro-Paz et al., 2025). En segundo término, debido a que en la mayoría de las UP no había jóvenes o no se dedicaban a la actividad agropecuaria de sus padres además se encontraban ansiosos de irse en busca de un trabajo asalariado o bien continuar con su educación por lo que fue posible identificar el abandono juvenil del sector agropecuario. Vizcarra-Bordi et al. (2015), refieren que el relevo generacional es una de las estrategias para asegurar el desarrollo de las actividades agropecuarias en México. Sin embargo, las condiciones laborales y la falta de oportunidades propician que los jóvenes no acepten estas actividades como alternativas para su medio de vida.

En los sistemas de producción de leche en pequeña escala, del municipio de Aculco, la rotación de cultivos es una práctica poco desarrollada (Plata-Reyes et al., 2021). Sin embargo este trabajo permitió identificar que no se observa una repercusión directa en la salud del suelo del municipio de Aculco, ya que las tres zonas evaluadas presentaron el mayor porcentaje de sus UP como deseables (3) y de igual manera, presentan una calificación promedio de 4.06 ± 0.58 en una escala del 0 al 5, al respecto de acuerdo con Bünemann et al. (2018), suelos saludables son la base de sistemas de producción resilientes.

La capacitación para el manejo agrícola con la reducción del uso de pesticidas sintéticos proporcionará una alternativa para disminuir su uso y hacer conciencia de los problemas medio ambientales que genera como se reporta en Ecuador en un estudio sobre la capacitación para la transferencia de tecnología en el uso y manejo seguro de pesticidas agrícolas (Cruz-Romero et al., 2021). Adoptar estas estrategias de capacitación en los sistemas de producción podría repercutir sobre los valores del semáforo del Paso 2.

X. CONCLUSIONES

A partir de los hallazgos con base en la puntuación global del CAET obtenido para la ZP, ZC y ZO se demuestra que ninguna zona cuenta con UP agroecológicas. A pesar de que la Zona ZP obtuvo el mayor puntaje de CAET, la UP a un no se encuentran en transición inicial, lo que también nos indica que hay áreas de oportunidad para mejorar y seguir encaminadas a convertirse en UP agroecológicas.

El trabajo demostró que, a pesar de compartir un mismo contexto geográfico, retos y oportunidades, las UP del Municipio de Aculco, exhiben diferencias en su transición agroecológica y sostenibilidad. La ZP con productores más experimentados y mayor infraestructura, mostro un puntaje de CAET y grado de sostenibilidad mayor. La ZC destacó en el empoderamiento de la mujer y la ZO en generación de empleo juvenil. No obstante, todas las zonas presentaron áreas de mejora: únicamente dos de los 10 elementos de la agroecología superaron el 50% de calificación CAET; de igual manera, varios criterios de desempeño requieren atención para lograr una sostenibilidad integral.

El trabajo presentado ofrece un marco operativo para potenciar sistemas lácteos más resilientes y sostenibles, alineados a los objetivos y marcos globales de desarrollo sostenible y a las particularidades socioeconómicas del municipio de Aculco.

Finalmente, aun cuando se cuenta con evidencia fragmentada y heterogénea, el trabajo permite evidenciar que los productores muestran un creciente interés en la agroecología como vía a sistemas alimentarios sostenibles.

La implementación de programas de extensión por parte de los tomadores de decisiones, a través de políticas públicas capaces de contribuir al incremento del puntaje del desempeño agroecológico, son necesarios para difundir aspectos relacionados con la promoción de prácticas de producción respetuosas con el medio ambiente.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M. 2002 “Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables” en Saradón, S.J. (ed), *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas, La plata.
- Altieri, M. y Nicholls, C.I. 2000. *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México
- Altieri, M. and Toledo, V. 2011. The Agroecological Revolution in Latin America: Rescuing Nature, Ensuring Food Sovereignty and Empowering Peasants. *The Journal of Peasant Studies*. 38. 587-612. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>.
- Ángel-Lozano, G.D. Escalona-Aguilar, M. Á., Baca del Moral, Julio, y Cuevas-Reyes, Venancio. (2023). Principios y prácticas agroecológicas para la transición hacia una ganadería bovina sostenible. Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 14(3), 696-724. Epub 08 de septiembre de 2023. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i3.6287>.
- Alvarez-Lima, J., Morejón-Mesa, Y., Oliva-Suárez, J.C., Pozo-Rodríguez, P.P. 2023. Evaluation of energy sustainability in a conventional dairy agroecosystem, Pastos y Forrajes, 46(7). <https://www.redalyc.org/journal/2691/269176991007/html/>
- Arriaga-Jordán, C. M., Espinoza-Ortega, A., Guadarrama-Rojo, H., Valdes-Martinez, J.L., Sanchez Vera, E., Wiggings, S. 1999. Socio-Economic Aspects of Smallholder (Peasant) Dairy farming in the Toluca Valley I. Initial Economic Analysis. *Agroeciencia*, 33: 4, 483-499.
- Barrios, E., Gemmill-Herren, B., Bicksler, A., Siliprandi, E., Brathwaite, R., Moller, S., Tittonell, P. 2020. The 10 Elements of Agroecology: enabling transitions towards sustainable agriculture and food systems through visual narratives. *Ecosystems and People*, 16(1), 230–247. <https://doi.org/10.1080/26395916.2020.1808705>.
- Bünemann, E., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R., Deyn, G.B., R. G. M., Goede, F., Luuk, Geissen, V., Kuyper, T., Mäder, P., Pulleman, M., Sukkel, W., Van, G., Jan, W., Brussaard, L. 2018. Soil quality - A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*. 120. 105. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.01.030>.
- Blundo-Canto, G., Kangogo, D., Castella, J.C., Biénabe1, E., Fauzi, D., Van Der Meer Simo, A. 2025. Assessing the multidimensional impacts of agroecological practices in Southeast Asia. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 45:24. *Agronomy for Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1007/s13593-025-01021-6>.

- Broman, K.W. and Woo, K.H. 2018. Data organization in spreadsheets. *The American Statistician* 72, 2–10. <https://doi.org/10.1080/00031305.2017.1375989>
- Castañeda, T. (2005) *Análisis del riego en el noroeste del Estado de México y su contribución a la actividad agropecuaria*. Tesis de maestría, Toluca, Estado de México, UAEM, 137 pp.
- Castañeda-Martínez, T., Espinosa-Ayala, E., Boucher, F., Arriaga-Jordán, C., Sánchez Vera, E. y Espinoza-Ortega, A. 2009. La cuenca quesera artesanal de Aculco, Estado de México: los retos de competitividad de la air, desde la dinámica de las redes socio-productivas. ICAR, UAEM, CIRAD.
- Castañeda Martínez, Tirzo, Boucher, Francois, Sánchez Vera, Ernesto, y Espinoza Ortega, Angélica. (2009). La concentración de agroindustrias rurales de producción de quesos en el noroeste del Estado de México: un estudio de caracterización. *Estudios sociales*, 17(34), 73-109. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572009000200003&lng=es&tlng=es.
- Castelán-Ortega, O., Matthewman, R., González, M.E., Burgos, G.R., Cruz, J.D. 1997. Caracterización y evaluación de los sistemas campesinos de producción de leche. El caso de dos comunidades del Valle de Toluca. *Ciencia Ergo Sum* 4: 316-326.
- Cervantes, E.F., Santoyo, CH, Álvarez MA. 2001. Lechería familiar, factores de éxito para el negocio. 1ra ed. UACH/CIESTAAM-PIAI. Plaza y Valdés. México, D.F. 230 pp.
- Cruz-Romero, C.E., Moran-Castro, E.C., Carrasco-Schuldt, Á.S., Torres-Jaramillo, L.A. 2021. Training for technology transfer in the safe use and handling of agricultural pesticides. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 7(3):1410-1422. ISSN: 2477-8818. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.2063>
- CINIF. 2001. Consejo Mexicano DE normas DE Información Financiera, a.C. Org.Mx. Recuperado el 15 de mayo de 2025, de https://www.cinif.org.mx/blog_post.php
- Crespo, J., Réquier-Desjardins, D. and Vicente, J. 2014. Why can collective actions fail in Local Agri-food Systems? A social network analysis of cheese producers in Aculco, Mexico. *Food Policy*. 46: 165-177. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.03.011>.
- de Oliveira, A.M., Santos, M.A.S.d., Silva, J.A.R.d., Santos, W.M.d., Rodrigues, T.C.G.d.C., Silva, W.C.d., Hamid, S.S., Lourenço-Júnior, J.d.B. 2024. Spatial Distribution and Sources of Growth of Dairy Farming in the State of Pará, Brazil. *Sustainability*, 16, 122. <https://doi.org/10.3390/su16010122>.

- DATA MEXICO. 2020. Aculco Municipio. Disponible en <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/aculco#economy> Consulta 20 Junio 2025
- El Mujtar, V.A, Zamor, R., Salmerón, F., Guerrero, A. del S., Loborda, L., Tiftonell, P. and Hogan, R. 2023. Lexical analysis improves the identification of contextual drivers and farm typologies in the assessment of transitions to agroecology through TAPE - A case study from rural Nicaragua. *Agricultural Systems*, 209:103686, 15 p. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103686>
- Estrada-Flores, J., González-Ronquillo, M., Mould, F.L, Arriaga-Jordán, C.M., Castelán-Ortega, O.A. 2006. Chemical composition and fermentation characteristics of grain and different parts of the stover from maize land races harvested at different growing periods in two zones of Central México. *Animal Science* 82: 1-9.
- Espinoza-Ortega, A., Espinosa-Ayala, E., Bastida-López, J., Castañeda-Martínez, T. and Arriaga-Jordán C. M. 2007. Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture*, 43, 241 – 256.
- Espinosa-Ayala, E., Arriaga-Jordán, C.M., Francois, B. and Espinoza- Ortega, A. 2013. Generación de valor en un Sistema Agroalimentario Localizado (SIAL) productor de quesos tradicionales en el centro de México. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 112, 36-44.
- Fadul-Pacheco, L., Wattiaux, M., Espinoza-Ortega, A., Sánchez-Vera, E., Arriaga-Jordán CM. 2013. Evaluation of sustainability of smallholder dairy production systems in the highlands of Mexico during the rainy season. *Agroecología and Sustainable Food Systems* 37: 882–901. <https://doi.org/10.1080/21683565>
- FAO. 2021. Instrumento para la evaluación del desempeño agroecológico (TAPE) - Proceso de desarrollo y directrices para la aplicación. Versión de prueba. Roma. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca7407es>
- Field, A. 2024. *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics*, 6th Edn., SAGE Publications.
- García, L.A. 2001. Estrategias de las agroindustrias lecheras latinoamericanas. Estudio comparativo ante el proceso de globalización económica. *Revista Mexicana de Agronegocios* (9):263-273.
- García-Villegas, J. de D. *et al.* 2020. ‘Use of information and communication technologies in small-scale dairy production systems in central Mexico’, *Experimental Agriculture*, 56(5), pp. 767–779. <https://doi.org/10.1017/S0014479720000319>.

- Grilli, G., Pagliacci, F., Gatto, P. 2024. Determinants of agricultural diversification: What really matters? A review, *Journal of Rural Studies*, 110, 103365, ISSN 0743
- Gliessman, S.R., 2015. *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*, 3rd edition. ed. CRC Press, Boca Raton.
- Hernández-Morales, P, Estrada-Flores, J. G., Avilés-Nova, F., Yong-Angel, G., López-González, F., Solís-Méndez, A. D., y Castelán-Ortega, O.A. 2013. Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del estado de México. *Universidad y ciencia*, 29(1), 19-31. Recuperado en 25 de mayo de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018629792013000100003&lng=es&tlng=es
- INEGI. 2014. *Encuesta Nacional Agropecuaria 2014*. Disponible en <http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/encagro/ena/2014/doc/minimonografia/prodbovena14.pdf>. Consulta: 22 enero 2025
- INEGI. 2020. *México en cifras*. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=15118#collapse-Resumen>. Consulta: 20 Julio 2025.
- Lazzarini, B., Baudracco, J., Tuñon, G., Gastaldi L., Lyons N., Quattrochi, H., Lopez-Villalobos, N. 2019. Review: Milk production from dairy cows in Argentina: Current state and perspectives for the future, *Applied Animal Science*, Volume 35, Issue 4, 426-432, ISSN 2590-2865. <https://doi.org/10.15232/aas.2019-01842>.
- López-Rojas, E., Martínez-García, C. y Plata-Reyes, D. (2024). Herramienta para la evaluación del desempeño agroecológico en sistemas de producción de leche en pequeña escala. *Revista Investigium IRE: Ciencias Sociales y Humanas*, 15(1), 148-163. <https://doi.org/10.15658/INVESTIGIUMIRE.241501.09>
- Lucantoni, D., Rassoul, M., Goïta, M., Veyret-Picot, M., Vicovaro, M., Bicksler, A., y Motet, A. 2023. Evidence on the multidimensional performance of agroecology in Mali using TAPE. *Agricultural Systems*, 204, 103499. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103499>
- Martínez, E. 2009. La lechería en el Estado de México: sistema productivo, cambio tecnológico y pequeños productores familiares en la región de Jilotepec. México: UNAM.
- Martínez-García, C. G., Rayas-Amor, A., Anaya, J.P., Martínez, F.E., Espinoza, A., Prospero F. y Arriaga C.M. (2015). Performance Of Small-Scale Dairy Farms In The Highlands Of Central Mexico During The Dry Season Under Traditional Feeding Strategies. *Tropical Animal Health and Production*, 47, 331-337. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0724-0>

- Mottet, A., Bicksler, A., Lucantoni, D., De Rosa, F., Scherf, B., Scopel, E., López-Ridaura, S., Gemmil-Herren, B., Bezner Kerr, R., Sourisseau, J.-M., Petersen, P., Chotte, J.-L., Loconto, A., Tiftonell, P. 2020. Assessing Transitions to Sustainable Agricultural and Food Systems: A Tool for Agroecology Performance Evaluation (TAPE). *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 579154. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.579154>
- Pincay-Figueroa, P.E., López-González, F., Velarde-Guillén, J., Heredia-Nava, D., Martínez-Castañeda, F.E., Vicente, F., Martínez-Fernández, A. and Arriaga-Jordán, C.M. 2016 Cut and carry vs. grazing of cultivated pastures in smallscale dairy systems in the central highlands of Mexico. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 110, 349-363. <https://doi.org/10.12895/jaeid.20162.496>
- Pizarro, D.M., Ericjson, M.G., Gómez-Bravo, C.A., Picaso, V.D., Lucantoni, D., Mottet, A. and Wattiaux, M.A. 2025. Agroecological performance of smallholder dairy cattle systems in the Peruvian Amazon. *Agricultural Systems*, 223, 104199. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2024.104199>
- Plata-Reyes, D.A., Hernández-Mendo, O., Vieyra-Alberto, R. et al. 2021. Kikuyu grass in winter–springtime in small-scale dairy systems in the highlands of central Mexico in terms of cow performance and fatty acid profile of milk. *Tropical Animal Health and Production* 53, 225. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02672-9>
- Prospero-Bernal, F., López-González, F., Martínez-García, C.G., Arriaga-Jordán, C.M. 2020. Evaluación de la sostenibilidad entre 2010 y 2015 de sistemas de producción de leche en pequeña escala en el altiplano central de México. ITEA, información técnica económica agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA), 116 (1) 41-56.
- Posadas-Domínguez, R.R., Arriaga-Jordán, C.M., and Martínez-Castañeda, F.E. 2014. Contribution of family labour to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production systems in central Mexico
- Ruiz-Torres, M.E., García-Martínez, A., Arriaga-Jordán, C.M., Dorward, P., Rayas-Amor A.A., Martínez-García, C.G. 2022. Papel de los sistemas de producción lechera de pequeña escala en el centro de México en la reducción de la pobreza rural. *Agricultura Experimental*. 8: e40. <https://doi.org/10.1017/S0014479722000369>
- Restrepo, J., Ángel, Diego. Y M. Prager. 2000. *Agroecología*. República dominicana. CEDAF
- Sainz-Sánchez, P.A. López-González, F. Martínez-García, C. G. Estrada-Flores, J. G. and Arriaga-Jordán, C. M. 2017. Effect of stocking rate and supplementation on performance of dairy cows grazing native grassland in small-scale systems in

- the highlands of central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*.
<https://doi.org/10.1007/s11250-016-1178-3>.
- SADER. Panorama de la lechería en México 2023
<https://www.gob.mx/agricultura/prensa/al-alza-produccion-lechera-en-mexico-crece-9-en-los-ultimos-cinco-anos> Consultado el 12 de abril de 2025.
- Salas-Reyes, I.G., Arriaga-Jordán, C.M., Rebollar-Rebollar, S., García-Martínez, A., Albarrán-Portillo, B. 2015. Assessment of the sustainability of dual-purpose farms by the IDEA method in the subtropical area of central Mexico, *Tropical Animal Health and Production* 47: 1187- 1194. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0846-z>
- Vogt, W. and R. Johnson, 2016. *Dictionary of statistics and methodology: a non-technical guide for the social sciences*. 5th ed. United States of America: Sage Publications.
- Salgado-Tello, I., Sánchez, H., T., Oleas, M., Vaca-Cárdenas, M. 2024. Economía circular para el desarrollo agroindustrial y social en Ecuador. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*. 26. 297-322. <https://doi.org/10.36390/telos261.19>.
- Sámano-Rentería, M. A. 2013. La agroecología como una alternativa de seguridad alimentaria para las comunidades indígenas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(8), 1251-1266. Recuperado en 16 de julio de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342013000800011&lng=es&tlng=es.
- Vizcarra-Bordi, I., Thomé-Ortiz, H. y Hernández-Linares, C.D. 2015. “Miradas al futuro: el relevo generacional en el desarrollo de la conciencia social como estrategia de conservación de los maíces nativos”, en *Carta Económica Regional*, vol. 1, núm. 115, México: Universidad de Guadalajara.
- Vogt, W. and R. Johnson, 2016. *Dictionary of statistics and methodology: a non-technical guide for the social sciences*. 5th ed. United States of America: Sage Publications.
- Wattiaux, M.A., 2023. Sustainability of dairy systems through the lenses of the sustainable development goals. *Front. Anim. Sci.* 4, 1135381. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1135381>.
- Zahm F., Viaux, P., Vilain L., Girardin F., and Mouchet C. 2006. Assessing Farm Sustainability with the IDEA Method – from the Concept of Agriculture Sustainability to Case Studies on Farms. *Sustainable Development*. 16: 271-281.
- Zepeda-Ortega, I., Castro, G., Carrillo-Murillo, D. 2019. Infraestructura carretera y crecimiento económico en México. *Problemas del Desarrollo*. Revista

Latinoamericana de Economía. 50. <https://doi.org/10.22201/ieec.20078951e.2019.198.66383>.

XII. ANEXOS

12.1. Anexo 1. Cuestionario aplicado en campo

Propuesta de prueba piloto TAPE- Aculco, Estado de México- Equipo TAPE-ICAR

PASO 0 - DESCRIPCION DE SISTEMAS Y CONTEXTO

1. País:
2. Ubicación (región): Localidad: Ejidos (identificar región (poniente, norte, oriente
3. Coordenadas de la Vivienda (GPS):
4. Tipo de sistema agropecuario de producción: sistemas de producción de leche a pequeña escala
- 4.1. Características de la unidad de producción

Tabla 1. Tamaño del hato

Total de vacas	Vacas en ordeño	Becerras	Macho	Hembras	Litros producidos /semana (o día)

6) Caracterización del riego

Tabla 2. Disposición de agua

Captación de agua	Costo por cada riego (\$)	Cantidad de agua (l)	Duración del riego (hrs)	Época de riego	Fecha de inicio y fecha de fin de riego
Bordo					
Por gravedad					

6. Nombre del sistema de producción evaluado:

- 6.1 Nombre de la persona encuestada:
- 6.2 Razón de que responde:
- 6.3 Dirección de correo electrónico:
- 6.4. Número telefónico de la persona encuestada:

Tabla 3. Características de la unidad familiar

Género y edad	7. Número de personas que viven en el hogar	8. Trabajan en la unidad de producción	9. Horas dedicadas al trabajo en la UP
Hombres >25 años			
Mujeres >25 años			
Jóvenes de 15 a 24 años			
Niños <15 años			

Niñas<15 años			
Viudo (a)			

10. ¿Algún trabajador externo trabajo en su unidad de producción durante los últimos 12 meses? Sí
No

10.2. ¿Cuánto tiempo destino al trabajo en la unidad de producción?

a) De 3 a 4 horas

b) De 5 a 8 horas

c) De 8 horas a 10 horas

10.3. ¿Por qué?

10.4. ¿Cuántos trabajadores externos fueron?

10.5. ¿El trabajo fue remunerado?

Actividades productivas

11. Superficie (ha) total en producción: _____

12- 13. ¿Cuál es el principal destino previsto de la producción agrícola?

a) Venta

b) Sobre todo venta y una pequeña parte de autoconsumo

c) Igual venta y autoconsumo

d) Principalmente autoconsumo y una pequeña parte de la venta

e) Autoconsumo

Ambiente Propicio (Común para todas las unidades de producción) (lo contestamos nosotros)

14. Describa brevemente el contexto natural en el que se encuentra el sistema:

Tipo de agroecosistema:

Clima:

Desafíos ambientales:

Sequías:

Inundaciones:

Contaminación:

15. }
16. } Nosotros lo respondemos

PASO
TRANSICION AGROECOLOGICA
(Marque solo uno)

1 – CARACTERIZACION DE LAS

1. DIVERSIDAD

A. CULTIVOS (AGRICOLAS Y PASTIZALES)

Tabla 4. Cultivos agrícolas

Cultivos y productos agrícolas

*Desempeño agroecológico de sistemas de producción de leche de vaca en tres
zonas del municipio de Aculco*

Nombre, Especie o tipo	Área que ocupa (ha)	Producción total (kg)	Finalidad	Cantidad consumida (kg)	Cantidad vendida (kg)	Precio a la puerta (\$)
Maíz						
Trigo						
¿Realiza cultivos en Asociación? Si/no						
Superficie (ha) total en producción						
Número total de variedades/esp ecies producidas						

0 - monocultivo o sin cultivos.

1 - un cultivo cubre más del 80% del área cultivada

2 - Dos o tres cultivos con una superficie cultivada importante.

3 - Más de 3 cultivos con una superficie cultivada significativa adaptada a las condiciones climáticas locales y cambiantes.

4 - Más de 3 cultivos de diferentes variedades adaptados a las condiciones locales y finca espacialmente diversificada con cultivos múltiples, policultivos o intercalados.

A. ANIMALES (INCLUYENDO PECES E INSECTOS)

0 - No se crían animales.

1 - Solo una especie.

2 - Dos o tres especies, con pocos animales.

3 - Más de tres especies con un número significativo de animales.

4 - Más de tres especies con diferentes razas bien adaptadas a las condiciones climáticas locales y cambiantes.

B. ÁRBOLES (Y OTRAS PLANTAS PERENNES)

0 - Sin árboles (ni otras plantas perennes).

1 - Pocos árboles (y/u otras plantas perennes) de una sola especie.

2 - Algunos árboles (y/u otras plantas perennes) de más de una especie.

3 - Número significativo de árboles (y/u otras plantas perennes) de diferentes especies.

4 - Gran cantidad de árboles (y/u otras plantas perennes) de diferentes especies integrados en la tierra de cultivo.

C. DIVERSIDAD DE ACTIVIDADES, PRODUCTOS Y SERVICIOS

- 0 - una sola actividad productiva (por ejemplo, vender una sola cosecha).
- 1 - Dos o tres actividades productivas (por ejemplo, venta de 2 cultivos, o un cultivo y un tipo de animales).
- 2 - Más de 3 actividades productivas.
- 3 - Más de 3 actividades productivas y un servicio (por ejemplo, procesamiento de productos en la finca, ecoturismo, transporte de bienes agrícolas, capacitación, etc.).
- 4 - Más de 3 actividades productivas y varios servicios.

2. SINERGIAS

A. INTEGRACIÓN CULTIVO-GANADO-ACUICULTURA

- 0 - Sin integración: los animales, se alimentan con concentrados comprados y su estiércol no se utiliza para la fertilidad del suelo.
- 1 - Baja integración: los animales se alimentan principalmente con concentrados comprados, su estiércol se utiliza como fertilizante.
- 2 - Integración media: los animales se alimentan mayoritariamente con piensos producidos en la explotación, su estiércol se utiliza como fertilizante.
- 3 - Alta integración: los animales se alimentan mayoritariamente con concentrados producidos en la explotación (residuos y subproductos de cultivos), su estiércol se utiliza como fertilizante y les proporciona tracción.
- 4 - Integración completa: los animales se alimentan exclusivamente con concentrados producidos en la granja; todo su estiércol se recicla como fertilizante y brindan más de un servicio (alimento, productos, tracción, etc.).

B. GESTIÓN DEL SISTEMA DE COBERTURA DE SUELO

- 0 - El suelo esta descubierto después de la cosecha. Sin cultivos intercalados. Sin rotaciones de cultivos (o sistemas de pastoreo rotacionales). Fuerte alteración del suelo (biológica, química o mecánica).
- 1 - Muy poca superficie del 20% de la tierra cultivable está cubierta con residuos o cultivos de cobertura (leguminosas, las gramíneas (granos forrajeros), las brásicas, los nabos, los rábanos, etc.). Más del 80% de los cultivos se producen en monocultivo y cultivo continuo (o sin pastoreo rotativo).
- 2 - La mitad del suelo está cubierto de residuos o cultivos de cobertura. Algunos cultivos se rotan o intercalan (o se realiza algún pastoreo rotativo).
- 3 - La mayoría de la superficie del suelo está cubierto de residuos o cultivos de cobertura. Los cultivos se rotan con regularidad o se intercalan (o el pastoreo rotativo es regulado). Se minimiza la alteración del suelo.
- 4 - Todo el suelo está cubierto de residuos o cultivos de cobertura. Los cultivos se rotan regularmente y el cultivo intercalado es común (o el pastoreo rotativo es regulado). Hay poca o ninguna alteración del suelo.

¿Cuenta con cultivos de cobertura? Sí No ¿Qué superficie tiene?

Tabla 5. Cultivo de cobertura

Tipo de cultivo	Hectáreas	¿Con qué frecuencia rotan?	¿Por qué?

¿Utiliza algún cultivo de cobertura? Sí No

¿Cuál?

C. INTEGRACIÓN CON ÁRBOLES (AGROFORESTERÍA, SILVOPASTORALISMO, AGROSILVOPASTORALISMO)

Árboles y perenes sirven o no para algo

0 - Sin integración: los árboles (y otras plantas perenes) no tienen un papel para los humanos, ni en la producción de cultivos o animales.

1 - Baja integración: una pequeña cantidad de árboles (y otras plantas perenes) solo proporcionan un producto (frutas, madera, forraje, sustancias medicinales o bio plaguicidas, etc.) o servicio (por ejemplo, sombra para los animales, mayor fertilidad del suelo, retención de agua, barrera para erosión del suelo, etc.) para humanos, cultivos y/o animales.

2 - Integración media: un número significativo de árboles (y otras plantas perenes) proporcionan al menos un producto o servicio.

3 - Alta integración: un número significativo de árboles (y otras plantas perenes) proporcionan varios productos y servicios.

4 - Integración completa: muchos árboles (y otras plantas perenes) proporcionan varios productos y servicios.

- ¿Los árboles (y plantas perenes) cumplen con alguna función?

- a) Consumo (animal/humano)
- b) Maderables
- c) Bio plaguicidas
- d) Forraje
- e) ¿Recreación? (o en dado caso podría quedar en la sección de abajo)

- ¿Los árboles (y plantas perenes) cumplen con algún servicio?

- a) Sombra (animales/humanos)
- b) Fertilidad
- c) Retención de agua
- d) Barrera (para erosión, límite territorial, cerco vivo)

D. CONECTIVIDAD ENTRE ELEMENTOS DEL AGROECOSISTEMA Y EL PAISAJE

0 - Sin conectividad: sin ambientes semi naturales, sin zonas de compensación ecológica.

1 - Baja conectividad: se pueden encontrar algunos árboles, arbustos, cercas naturales, un estanque o una pequeña zona de compensación ecológica.

2 - Conectividad media: varios elementos naturales junto a cultivos y/o pastos o una gran zona de compensación ecológica.

3 - Conectividad significativa: se pueden encontrar varios elementos naturales entre parcelas de cultivo y/o pastos o varias zonas de compensación ecológica (árboles, arbustos, vegetación natural, pastos, canales, etc.).

4 - Alta conectividad: el agroecosistema presenta un mosaico y paisaje diversificado, muchos elementos como árboles, arbustos, vallas o estanques se pueden encontrar entre cada parcela de cultivo o pasto, o varias zonas de compensación ecológica.

3. EFICIENCIA

A. USO DE ENTRADAS EXTERNAS (INSUMOS EXTERNOS)

0 - Todos los insumos se compran en el mercado.

1 - La mayoría de los insumos se compran en el mercado.

2 - Algunos insumos se producen en la finca/dentro del agroecosistema o se intercambian con otros miembros de la comunidad.

3 - La mayoría de los insumos se producen en la finca/dentro del agroecosistema o se intercambian con otros miembros de la comunidad.

4 - Todos los insumos se producen en la finca/dentro del agroecosistema o se intercambian con otros miembros de la comunidad.

Tabla 6. Fertilizantes, plaguicidas, semillas y animales

Insumos	Se compran	Se producen en la UP/intercambio con otros productores
Fertilizantes		
Plaguicidas		
Semillas		
¿Animales?		

B. GESTIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

0 - Los fertilizantes sintéticos se utilizan regularmente en todos los cultivos y/o pastizales (o no se utilizan fertilizantes por falta de acceso, pero no se utiliza ningún otro sistema de gestión).

1 - Los fertilizantes sintéticos se usan regularmente en la mayoría de los cultivos; hay algunas prácticas orgánicas (por ejemplo, estiércol o composta) se aplican a algunos cultivos y/o pastizales.

2 - Los fertilizantes sintéticos se utilizan solamente en pocos cultivos específicos, en los demás se usa estiércol u otro abono orgánico.

3 - Los fertilizantes sintéticos solo se utilizan excepcionalmente; hay uso común de prácticas orgánicas (la rotación de cultivos o la labranza cero (matar cultivos cobertura sin químicos).

4 - No se utilizan fertilizantes sintéticos, la fertilidad del suelo se maneja solo a través de prácticas orgánicas.

C. MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

0 - Solamente se utilizan pesticidas y medicamentos químicos para el manejo de plagas y enfermedades, además es de forma regular.

1 - Se utilizan pesticidas y medicamentos químicos únicamente para un cultivo/animal específico, además también se aplican a veces sustancias biológicas y prácticas orgánicas.

- 2 – Se hace manejo de plagas y enfermedades mediante prácticas orgánicas y los pesticidas químicos se utilizan solo en casos específicos.
- 3 - No hay uso de pesticidas ni medicamentos químicos, solamente se usan sustancias biológicas.
- 4 - No se utilizan pesticidas ni medicamentos químicos. Las plagas y enfermedades se gestionan mediante una variedad de sustancias biológicas y medidas de prevención.

D. PRODUCTIVIDAD Y NECESIDADES DEL HOGAR

- 0 - No se satisfacen las necesidades esenciales del hogar.
- 1 - La producción cubre solo las necesidades alimentarias, pero no hay excedente como ganancia.
- 2 - Se cubre la alimentación y hay excedente en efectivo para comprar lo esencial.
- 3 – Se cubre la alimentación del hogar, hay excedente para comprar lo esencial y, además se puede ahorrar a veces.
- 4 - Todo se satisface, y hay ahorros regulares.

4. RECICLAJE

A. RECICLAJE DE BIOMASA Y NUTRIENTES

- 0 Los residuos y subproductos no se reciclan (por ejemplo, se dejan para descomponer o quemar). Se descargan o se queman grandes cantidades de desechos.
- 1 Una pequeña parte de los residuos y subproductos se recicla (por ejemplo, residuos de cultivos como alimento para animales, uso de estiércol como fertilizante, producción de compost a partir de estiércol y desechos domésticos, abono verde). Los desechos se descargan o se queman.
- 2 Se recicla más de la mitad de los residuos y subproductos. Algunos residuos se descargan o se queman.
- 3 La mayoría de los residuos y subproductos se reciclan. Solo se descarga o quema una pequeña cantidad de desechos.
- 4 Se reciclan todos los residuos y subproductos. No se descarga ni se quema ningún residuo.

B. AHORRO DE AGUA

- 0 - Sin equipos ni técnicas para la recolección o el ahorro de agua.
- 1 - Un tipo de equipo para la recolección o el ahorro de agua (Riego por goteo, Tanque Bordo)
- 2 - Un tipo de equipo para la recolección o el ahorro de agua y el uso de una práctica para Limitar el uso del agua (Riego temporal Cultivos de cobertura)
- 3 - Un tipo de equipo para la recolección o ahorro de agua y diversas prácticas para limitar el uso de agua
- 4 - Varios tipos de equipos para la recolección o ahorro de agua y diversas prácticas para limitar el uso de agua

5. MANEJO DE SEMILLAS Y RAZAS

- 0 - Todas las semillas y/o recursos genéticos animales (por ejemplo, pollitos, animales jóvenes, semen) se compran en el mercado
- 1 - Más del 80 % de las semillas/recursos zoo genéticos se compran en el mercado.

2- Aproximadamente la mitad de las semillas son de producción propia o de intercambio, la otra mitad se compra en el mercado. Aproximadamente la mitad de la cría se realiza con granjas vecinas.

3 - La mayoría de las semillas/recursos zoo genéticos son de producción propia o de intercambio. Algunas semillas específicas se compran en el mercado.

4 - Todas las semillas/recursos zoo genéticos se producen por sí mismos, se intercambian con otros agricultores o se gestionan colectivamente, lo que garantiza una renovación y diversidad suficientes.

6. USO Y PRODUCCION DE ENERGIAS RENOVABLES

0 - No se utiliza ni se produce energía renovable.

1 - La mayor parte de la energía se compra en el mercado. Una pequeña cantidad es de producción propia (Tracción animal, Viento, Turbina, Hidráulica, Biogás, Madera).

2 - La mitad de la energía utilizada es de producción propia, la otra mitad se compra.

3 - Producción significativa de energía renovable, mínimo uso de combustible y otras fuentes no renovables.

4 - Toda la energía utilizada es renovable y/o auto producida. El hogar es autosuficiente para el suministro energético, que está garantizado en todo momento. El uso de combustibles fósiles es mínimo.

7. RESILIENCIA (adaptabilidad ante adversidades)

A. ESTABILIDAD DE INGRESOS/PRODUCCION Y CAPACIDAD PARA RECUPERARSE DE LAS PERTURBACIONES

0 - Los ingresos están disminuyendo año tras año, la producción es muy variable a pesar del nivel constante de insumos y no hay capacidad de recuperación después de choques/perturbaciones.

1 - Los ingresos están en tendencia decreciente, la producción es variable de año a año (con insumos constantes) y hay poca capacidad de recuperación después de choques/perturbaciones.

2 - Los ingresos son estables y la producción varía año con año

3 - Los ingresos y la producción tienden a incrementar año con año

B. MECANISMOS PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD

0 - Sin acceso a crédito, sin seguro, sin mecanismos de apoyo comunitario.

1 - La comunidad no brinda mucho apoyo y su capacidad de ayudar después de las crisis es muy limitada. Y/o el acceso al crédito y al seguro es limitado.

2 - La comunidad es solidaria pero su capacidad de ayudar después de las crisis es limitada y/o el acceso al crédito está disponible, pero es difícil de obtener en la práctica. El seguro es poco común y no permite una cobertura completa de los riesgos.

3 - La comunidad brinda mucho apoyo tanto a hombres como a mujeres, pero su capacidad de ayudar después de las crisis es limitada. Y/o acceso a crédito está disponible y el seguro cubre solo productos/riesgos específicos.

4 - La comunidad es un gran apoyo tanto para hombres como para mujeres y puede ayudar significativamente después de las crisis. Y/o el acceso al crédito es casi sistemático y el seguro cubre la mayor parte de la producción.

C. ENDEUDAMIENTO

0 - La deuda es mayor que los ingresos.

1 - La deuda es más de la mitad de los ingresos. La capacidad de reembolso es limitada.

2 - La deuda es aproximadamente la mitad de los ingresos.

3 - La deuda es limitada y la capacidad de reembolso es total.

4 - Sin deuda.

8. CULTURA Y TRADICION ALIMENTARIA

A. ALIMENTACION APROPIADA Y CONOCIMIENTO NUTRICIONAL

0 - Insuficiencia alimentaria sistemática para satisfacer las necesidades nutricionales y desconocimiento de las buenas prácticas nutricionales.

1 - La comida periódica es insuficiente para satisfacer las necesidades nutricionales y/o la dieta se basa en un número limitado de grupos de alimentos. Falta de conocimiento de buenas prácticas nutricionales.

2 - Seguridad alimentaria general a lo largo del tiempo, pero diversidad insuficiente en los grupos de alimentos. Las buenas prácticas nutricionales son conocidas, pero no siempre se aplican.

3 - La comida es suficiente y diversa. Las buenas prácticas nutricionales son conocidas, pero no siempre se aplican.

4 - Alimentación sana, nutritiva y diversificada. Las buenas prácticas nutricionales son bien conocidas y se aplican.

B. IDENTIDAD Y CONOCIMIENTO LOCAL O TRADICIONAL (CAMPEÑO/INDIGENO)

0 - No se siente identidad local o tradicional (campesina/indígena).

1 - Poca conciencia de la identidad local o tradicional.

2 - Se percibe parcialmente la identidad local o tradicional, o concierne solo a una parte del hogar.

3 - Buen conocimiento de la identidad local o tradicional y respeto de las tradiciones o rituales en general.

4 - Identidad local o tradicional fuertemente percibida y protegida, alto respeto por las tradiciones y/o rituales.

C. USO DE VARIEDADES/RAZAS LOCALES Y CONOCIMIENTOS TRADICIONALES (CAMPEÑOS E INDIGENAS) PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS

0 - No se utilizan variedades/razas locales ni conocimientos tradicionales para la preparación de alimentos.

1 - Se consume la mayoría de las variedades/razas exóticas/introducidas, o se utilizan poco los conocimientos y prácticas tradicionales para la preparación de alimentos.

2 - Se producen y consumen variedades/razas locales y exóticas/introducidas. Se identifican los conocimientos y prácticas locales o tradicionales para la preparación de alimentos, pero no siempre se aplican.

3 - La mayoría de los alimentos consumidos proviene de variedades/razas locales y se implementan los conocimientos y prácticas tradicionales para la preparación de alimentos.

4 - Se producen y consumen varias variedades/razas locales. Los conocimientos y prácticas tradicionales para la preparación de alimentos se identifican, aplican y reconocen en marcos oficiales y/o eventos específicos.

9. CO-CREACION E INTERCAMBIO DE CONOCIMIENTOS

A. PLATAFORMAS PARA LA CREACIÓN Y TRANSFERENCIA HORIZONTAL DE CONOCIMIENTO Y BUENAS PRÁCTICAS

0 - Los productores no disponen de plataformas de co-creación y transferencia de conocimiento.

- 1 - Existe al menos una plataforma para la co-creación y transferencia de conocimiento, pero no funciona bien y/o no se utiliza en las prácticas.
- 2 - Existe y está funcionando al menos una plataforma para la co-creación y transferencia de conocimientos, pero no se utiliza para compartir conocimientos sobre agroecología específicamente.
- 3 - Existen una o varias plataformas para la co-creación y transferencia de conocimiento, están funcionando y se utilizan para compartir conocimientos sobre agroecología, incluidas las mujeres.
- 4 - Varias plataformas bien establecidas y en funcionamiento para la co-creación y transferencia de conocimiento están disponibles y generalizadas dentro de la comunidad, incluidas las mujeres.

B. ACCESO AL CONOCIMIENTO AGROECOLÓGICO E INTERÉS DE LOS PRODUCTORES EN AGROECOLOGÍA

- 0 - Falta de acceso al conocimiento agroecológico: los productores desconocen los principios de la agroecología.
- 1 - Los principios de la agroecología son en su mayoría desconocidos para los productores y/o hay poca confianza en ellos.
- 2 - Los productores conocen algunos principios agroecológicos y existe interés en difundir la innovación, facilitando el intercambio de conocimientos dentro y entre las comunidades e involucrando a las generaciones más jóvenes
- 3 - La agroecología es bien conocida y los productores están dispuestos a implementar innovaciones, facilitando el intercambio de conocimientos dentro y entre las comunidades e involucrando a las generaciones más jóvenes y a hombres y mujeres por igual
- 4 - Acceso generalizado al conocimiento agroecológico tanto de hombres como de mujeres: los productores conocen bien los principios de la agroecología y están ansiosos por aplicarlos, facilitando el intercambio de conocimientos dentro y entre las comunidades e involucrando a las generaciones más jóvenes.

C. PARTICIPACIÓN DE PRODUCTORES EN REDES Y ORGANIZACIONES DE BASE

- 0 - Los productores están aislados, casi no tienen relación con su comunidad local y no participan en reuniones y organizaciones de base.
- 1 - Los productores tienen relaciones esporádicas con su comunidad local y rara vez participan en reuniones y organizaciones de base.
- 2 - Los productores mantienen relaciones regulares con su comunidad local y algunas veces participan en los eventos de sus organizaciones de base, pero no tanto para las mujeres
- 3 - Los productores están bien interconectados con su comunidad local y a menudo participan en los eventos de sus organizaciones de base, incluidas las mujeres
- 4 - Los productores (con participación equitativa de hombres y mujeres) están altamente interconectados y brindan apoyo y muestran un compromiso y participación muy altos en todos los eventos de su comunidad local y organizaciones de base

10. VALORES HUMANOS Y SOCIALES

A. EMPODERAMIENTO DE LAS MUJERES

- 0 - Las mujeres normalmente no tienen voz (ni en el hogar ni en la comunidad).
- 1 - Las mujeres pueden tener voz en casa, pero no en la comunidad. Existe una forma de asociación de mujeres, pero no es funcional.
- 2 - Las mujeres pueden influir en la toma de decisiones (casa y comunidad), aunque no las toman. No tienen acceso a los recursos y, si existen asociaciones de mujeres, no son funcionales.

3 - Las mujeres participan plenamente en los procesos de toma de decisiones, pero no tienen acceso total a los recursos, además hay organizaciones de mujeres funcionales.

4 - Las mujeres están completamente empoderadas en la toma de decisiones y acceso a recursos, además hay organizaciones de mujeres operativas.

B. TRABAJO (CONDICIONES PRODUCTIVAS, DESIGUALDADES SOCIALES)

0 - El suministro agrícola está integrado y administrado por la agroindustria. Hay distancia social y económica entre terratenientes y trabajadores. No hay condiciones de trabajo decentes, el salario es bajo y están expuestos a riesgos.

1 - Condiciones laborales duras, los trabajadores tienen salarios medios y pueden exponerse a riesgos
2 - La agricultura se basa principalmente en la familia, pero las y los productores tienen un acceso limitado al capital y a los procesos de toma de decisiones Los trabajadores tienen las condiciones laborales mínimas decentes

3 - La agricultura se basa principalmente en la familia y, las y los productores tienen acceso al capital y a los procesos de toma de decisiones Los trabajadores tienen condiciones laborales dignas

4 - La agricultura se basa en agricultores familiares que tienen pleno acceso a capital y procesos de toma de decisiones en equidad de género Existe una proximidad social y económica entre agricultores y empleados

C. EMPODERAMIENTO Y EMIGRACIÓN DE LOS JÓVENES

0 - Las y los jóvenes con negativa en el sistema de producción y ansiosos por emigrar.

1 - La mayoría de los jóvenes piensa que el trabajo en el sistema de producción es demasiado duro y desean emigrar

2 - La mayoría de los jóvenes no quieren emigrar, a pesar de las duras condiciones laborales, y desean mejorar las condiciones de vida dentro de su comunidad

3 - La mayoría de las y los jóvenes están satisfechos con las condiciones laborales y no quieren emigrar

4 - Las y los jóvenes ven su futuro en la agricultura y están ansiosos por continuar y mejorar la unidad de producción (los productores son jóvenes)

D. BIENESTAR ANIMAL

Presencia/ ausencia Salud/enfermedades, tipo de sacrificio

0 - Los animales sufren de hambre y sed, estrés y enfermedades durante todo el año, además son sacrificados sin evitar dolores innecesarios

1 - Los animales sufren estacionalmente de hambre y sed, estrés o enfermedades, y son sacrificados sin evitar dolores innecesarios

2 - Los animales no padecen de hambre o sed, pero sufren estrés, pueden ser propensos a enfermedades y pueden sufrir dolor en el momento del sacrificio

3 - Los animales no padecen hambre, sed o enfermedades, pero pueden sufrir estrés, especialmente en el momento del sacrificio

4 - Los animales no sufren estrés, hambre, sed, dolor o enfermedades, y son sacrificados de manera que se eviten dolores innecesarios

11. ECONOMIA CIRCULAR Y SOLIDARIDAD

A. PRODUCTOS Y SERVICIOS COMERCIALIZADOS LOCALMENTE

0 - Ningún producto/servicio se comercializa localmente (o no se produce suficiente

excedente), o no existe un mercado local.

- 1 - Existen mercados locales, pero casi ninguno de los productos/servicios se comercializa localmente.
- 2 - Existen mercados locales. Algunos productos/servicios se comercializan localmente.
- 3 - La mayoría de los productos/servicios se comercializan localmente.
- 4 - Todos los productos y servicios se comercializan localmente.

B. REDES DE PRODUCTORES, RELACIÓN CON CONSUMIDORES Y PRESENCIA DE INTERMEDIARIOS

- 0 - No existen redes de productores para comercializar la producción agrícola. Sin relación con los consumidores. Los intermediarios gestionan todo el proceso de mercadeo.
- 1 - Las redes existen, pero no funcionan correctamente. Poca relación con los consumidores. Los intermediarios gestionan la mayor parte del proceso de mercadeo.
- 2 - Las redes existen y están operativas, pero no incluyen mujeres. Existe una relación directa con los consumidores. Los intermediarios gestionan parte del proceso de mercadeo.
- 3 - Las redes existen y están operativas, incluidas las mujeres. Existe una relación directa con los consumidores. Los intermediarios gestionan parte del proceso de mercadeo.
- 4 - Existen redes operativas y bien establecidas con participación igualitaria de mujeres. Relación sólida y estable con los consumidores. Sin intermediarios.

C. SISTEMA ALIMENTARIO LOCAL

- 0 - La comunidad depende totalmente del exterior para comprar alimentos e insumos agrícolas y para la comercialización y procesamiento de productos
- 1 - La mayoría del suministro de alimentos e insumos agrícolas se compran en el exterior y los productos se procesan y comercializan fuera de la comunidad local
Muy pocos bienes y servicios se intercambian/venden entre productores locales
- 2 - El suministro de alimentos y los insumos se compran fuera de la comunidad y/o los productos se procesan localmente Algunos bienes y servicios se intercambian venden entre productores locales
- 3 - Las partes iguales del suministro de alimentos e insumos están disponibles localmente y se compran fuera de la comunidad y los productos se procesan localmente Los intercambios entre productores son regulares
- 4 - La comunidad es casi completamente autosuficiente para la producción agrícola y alimentaria Alto nivel de intercambio/comercio de productos y servicios entre productores

12. GOBERNANZA RESPONSABLE

10.1. ¿Visualiza la granja, como sociedad? SI NO

10.2. ¿Cuándo se toma una decisión quien decide?

- a) Esposa
- b) Esposo
- c) Ambos
- d)Otros (hijos, abuelos)

10.3. ¿El trabajo diario se hace en equipo?

- a) Nada en equipo
- b) Algunas actividades en equipo, mencione cuales:
- d)Todo el trabajo en equipo

A. EMPODERAMIENTO DE LOS PRODUCTORES

- 0 - No se respetan los derechos de los productores No tienen poder de negociación y carecen de los medios para mejorar sus medios de vida y desarrollar sus habilidades
- 1 - Se reconocen los derechos de los productores ¿No siempre se respetan los derechos? ¿Tienen poco poder de negociación? Tienen pocos medios para mejorar sus medios de vida y/o desarrollar sus habilidades?
- 2 - ¿Los derechos de los productores son reconocidos y respetados tanto para hombres como para mujeres? ¿Tienen poco poder de negociación, pero no se les estimula para mejorar sus medios de vida y/o desarrollar sus habilidades?
- 3 - ¿Los derechos de los productores son reconocidos y respetados tanto para hombres como para mujeres? ¿Tienen la capacidad y los medios para mejorar sus medios de vida y, a veces, se les estimula a desarrollar sus habilidades?
- 4 - ¿Los derechos de los productores son reconocidos y respetados tanto para hombres como para mujeres? ¿Tienen la capacidad y los medios para mejorar sus medios de vida y desarrollar sus habilidades?

B. ORGANIZACIONES Y ASOCIACIONES DE PRODUCTORES

- 0 - La cooperación entre productores es poco transparente, corrupta o inexistente. No existe ninguna organización, o no distribuyen las ganancias de manera transparente y/o equitativa ni apoyan a los productores.
- 1 - Existe una organización de productores, pero su función es marginal y el apoyo a los productores se limita al acceso al mercado.
- 2 - Existe una organización de productores que brinda apoyo a los productores para el acceso al mercado y otros servicios (por ejemplo, información, desarrollo de capacidades, incentivos ...), pero las mujeres no tienen acceso.
- 3 - Existe una organización de productores que brinda apoyo a los productores para el acceso al mercado y otros servicios con igualdad de acceso para hombres y mujeres.
- 4 - Existe más de una organización. Proporcionan acceso al mercado y otros servicios, con igualdad de acceso para hombres y mujeres.

C. PARTICIPACIÓN DE PRODUCTORES EN LA GOBERNANZA DE LA TIERRA Y LOS RECURSOS NATURALES

- 0 - Los productores están completamente excluidos de la gobernanza de la tierra y los recursos naturales. No existe equidad de género en la gobernanza de la tierra y los recursos naturales.
- 1 - Los productores participan en la gobernanza de la tierra y los recursos naturales, pero su influencia en las decisiones es limitada. No siempre se respeta la equidad de género.
- 2 - Existen mecanismos que permiten a los productores participar en la gobernanza de la tierra y los recursos naturales, pero no son plenamente operativos. Su influencia en las decisiones es limitada. No siempre se respeta la equidad de género.
- 3 - Existen y están en pleno funcionamiento mecanismos que permitan a los productores participar en la gobernanza de la tierra y los recursos naturales. Pueden influir en las decisiones. No siempre se respeta la equidad de género.
- 4 - Existen y están en pleno funcionamiento mecanismos que permitan a los productores participar en la gobernanza de la tierra y los recursos naturales. Tanto mujeres como hombres pueden influir en las decisiones.

PASO 2 – CRITERIOS BÁSICOS DE DESEMPEÑO

A) TENENCIA DE LA TIERRA

1. ¿Tiene algún reconocimiento legal de su tierra? SÍ NO
2. En caso afirmativo, ¿qué tipo de DOCUMENTO FORMAL tiene?
 - a) Título de propiedad
 - b) Certificado de tenencia habitual
 - c) Certificado de habitación
 - d) Testamento o certificado registrados de adquisición hereditaria
 - e) Certificado registrado de arrendamiento perpetuo / a largo plazo
 - f) Contrato de alquiler registrado
 - g) Otro: _____
3. Tenencia segura de la tierra: percepción y derechos:
 - a) En caso afirmativo, ¿figura su NOMBRE como propietario / titular de derechos de uso en los documentos reconocidos? Sí / No
 - b) ¿PERCIBE que su acceso a la tierra es seguro, independientemente de que este derecho este documentado? Sí / No
 - c) ¿Tiene DERECHO A VENDER alguna de las parcelas de la explotación? Sí / No
 - d) ¿Tiene DERECHO A DEJAR EN TESTAMENTO alguna de las parcelas de la explotación? Sí / No
 - e) ¿Tiene DERECHO A HEREDAR la tierra? Sí / No

B) BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA, INGRESOS Y PRODUCTIVIDAD

1. PRODUCCIÓN Y GANANCIAS (Toma como referencia el ÚLTIMO AÑO de actividad productiva)

1.1. CULTIVOS Y ÁRBOLES

- 1.1.1. Ingresos totales derivados de cultivos y árboles (pesos mexicanos):

*Desempeño agroecológico de sistemas de producción de leche de vaca en tres
zonas del municipio de Aculco*

Enumere los 10 cultivos o árboles más importantes (Tabla 7)

ÁRBOLES					
NOMBRE, ESPECIE O TIPO	CANTIDAD (Número de árboles)	FINALIDAD (Autoconsumo o venta)	CANTIDAD CONSUMIDA (kg)	CANTIDAD VENDIDA (kg)	PRECIO A LA PUERTA (\$/kg)
ÁRBOLES FRUTALES					
ÁRBOLES MADERABLES					
Pino (ocote)					
Oyamel					
Nogal					
Roble					
Encino					
Tepozán					
PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES					

Maguey (pulque)					
Nopal					
Hongos/zetas					
Número de variedades/especies producidas					

1.1.2. Vegetación natural, árboles y polinizadores

1.1.2.1 Área productiva cubierta por vegetación natural o diversa (Marque solo uno)

- a) Abundante: más del 25% del sistema está cubierto de vegetación natural o diversa
- b) Significativo: al menos el 20% del sistema está cubierto de vegetación natural o diversa
- c) Pequeño: menos del 10% del sistema está cubierto de vegetación natural o diversa
- d) Ausente: el área cubierta de vegetación natural o diversa es insignificante

1.1.2.2. Apicultura (Marque solo uno)

- a) Si, las abejas se crían dentro del agroecosistema
- b) No, las abejas no se crían, pero están muy extendidas dentro del agro ecosistema
- c) No, las abejas no se crían y son raras dentro del agro ecosistema

1.1.2.3. ¿Presencia de polinizadores y otros animales benéficos dentro del agro ecosistema? (Marque solo uno)

- a) Abundante
- b) Significativo
- c) Pequeño
- d) Ausente

1.2. ANIMALES

1.2.1. Ingresos totales derivados de la venta de animales (pesos mexicanos):

Enumere los 10 tipos de animales más importantes (Tabla 8)

*Desempeño agroecológico de sistemas de producción de leche de vaca en tres
zonas del municipio de Aculco*

ANIMALES						
ESPECIE	CANTIDAD (Número de animales)	FINALIDAD (Venta Autoconsumo Trueque)	CANTIDAD VENDIDA	PRECIO A LA PUERTA (\$/ANIMAL)	ALIMENTACIÓN	
					ELABORACIÓN PROPIA	INSUMO EXTERNO
Pollo						
Guajolotes						
Caballos						
Patos						
Puercos						
Ovejas						
Cabras						
Vacas						
Becerras						
Hembras						
Machos						

1.3. PRODUCTOS ANIMALES

1.3.1. Ingresos totales derivados de productos animales (pesos mexicanos):

Enumere los 10 productos animales más importantes (Tabla 9)

NOMBRE DEL PRODUCTO ANIMAL (Productos de origen animal)	CANTIDAD TOTAL PRODUCIDA (kg producidos al mes)	CANTIDAD VENDIDA (kg al mes)	PRECIO EN LA PUERTA (pesos mexicanos /unidad)
Leche			
Pollos			
Huevos			

1.4. OTRAS ACTIVIDADES / SERVICIOS (Tabla 10)

1.4.1. Ingresos totales de otras actividades/servicios (por ejemplo, alquiler, pequeña industria, turismo, etc.) (pesos mexicanos): _____

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD/SERVICIO PRODUCIDO O SUMINISTRADO	CANTIDAD VENDIDA (kg al mes)	INGRESOS TOTALES

1.5. GASTOS POR INSUMOS

- a) Gastos totales de ALIMENTOS para autoconsumo (pesos mexicanos): _____
- b) Gastos totales de SEMILLAS (pesos mexicanos): _____
- c) Gastos totales de FERTILIZANTES (pesos mexicanos): _____
- d) Gastos totales en CONCENTRADOS (pesos mexicanos): _____
- e) Gastos totales por SERVICIOS VETERINARIOS (pesos mexicanos): _____
- f) Gastos totales para COMPRAS DE GANADO (pesos mexicanos): _____
- g) Gastos totales para FUERZA DE TRABAJO NO FAMILIAR (pesos mexicanos): _____
- h) Número de personas contratadas: _____
- i) ¿Durante cuántos días? _____

1.6. ENERGIA, MAQUINARIA Y MANTENIMIENTO

Enumere las 10 máquinas/equipos más importantes (Tabla 11)

NOMBRE DE LA MAQUINAR IA/ EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO POR UNIDAD	¿CUANTOS AÑOS	¿CUANTOS AÑOS MAS ESTA PLANEANDO USAR	COSTO APROXIMADO POR	COSTO APROXIMADO POR USO DE COMBUSTINLE

*Desempeño agroecológico de sistemas de producción de leche de vaca en tres
zonas del municipio de Aculco*

QUE POSEE (Número de maquinaria)		HA USADO ESTA MÁQUINARI A /EQUIPO?	ESTA(S) MAQUINARIA(S)/ EQUIPO(S) (en promedio)?	MANTENIMIEN TO POR UNIDAD	(Costo por litro de combustible)

a) Gastos totales de MAQUINARIA/EQUIPO y MANTENIMIENTO (pesos mexicanos):

b) Gastos totales de COMBUSTIBLE (pesos mexicanos):

c) Gastos totales de ENERGIA (pesos mexicanos):

d) Gastos totales de TRANSPORTE (pesos mexicanos):

1.7. INFORMACIÓN FINANCIERA

a) IMPUESTOS totales pagados (pesos mexicanos):

b) SUBSIDIOS totales recibidos (pesos mexicanos):

c) INTERES total sobre préstamos pagados (pesos mexicanos):

d) INGRESOS totales DE TERRENO ALQUILADO (pesos mexicanos):

e) COSTO total POR ALQUILER DE TERRENO (pesos mexicanos):

1.8. Percepción cualitativa de ganancias y gastos

- ¿Cómo compara sus ingresos con los de hace tres años?

- a) Más ingresos
- b) Mismos ingresos
- c) Menos ingresos

1.9. Se imprime a parte y cada uno tiene su hoja.

LISTA LOS 10 PLAGUICIDAS QUÍMICOS PRINCIPALMENTE UTILIZADOS (Tabla de la sección 13)

NOMBRE DEL PLAGUICIDA	NIVEL DE TOXICIDAD	CANTIDAD DE INGREDIENTE ACTIVO (%)	CANTIDAD DE PRODUCTO UTILIZADO (l o g)	CANTIDAD DE SUPERFICIE EN LA QUE SE HA UTILIZADO (ha)	¿EN QUÉ CULTIVO?	¿PARA TRATAR QUÉ PLAGA?

1.9.1. GASTO TOTAL para plaguicidas QUÍMICOS (pesos mexicanos):

1.9.2. ¿Cuáles estrategias de mitigación se utilizan al aplicar el plaguicida? (Seleccione tantos como sea necesario)

- a) Máscara
- b) Protección corporal (gafas, guantes, etc.)
- c) Protección especial para mujeres y niños
- d) Se utilizan signos visibles de peligro después de la pulverización
- e) La comunidad está informada del peligro
- f) Eliminación segura de los envases vacíos después de su uso
- g) Otro: _____

Enumere los 10 principales plaguicidas orgánicos utilizados (Tabla 14)

NOMBRE DEL PLAGUICIDA ORGANICO	FUENTE: ¿AUTOPRODUCIDOS O ADQUIRIDOS?	CANTIDAD UTILIZADA (l o g)	CANTIDAD DE SUPERFICIE EN LA QUE SE HA UTILIZADO (ha)

1.9.3. GASTO TOTAL para pesticidas ORGÁNICOS (pesos mexicanos):

1.9.4. Manejo ecológico de plagas (Seleccione tantos como necesite)

- a) Control cultural (se eligen variedades más resistentes para la producción; las plantas y frutos que presentan signos de enfermedad se eliminan manualmente; los cultivos se cultivan en sistemas de rotación de cultivos y cultivos intercalados, etc.)
- b) Plantación de plantas repelentes naturales
- c) Uso de cultivos de cobertura para aumentar las interacciones biológicas
- d) Favorecer la reproducción de organismos benéficos para el control biológico
- e) Favorecer la biodiversidad y la diversidad espacial dentro del agroecosistema
- f) Otro: _____

1.9.5. ¿Qué tipo de pesticidas son más importantes para su producción?

- a) Los pesticidas químicos son más importantes
- b) Los pesticidas orgánicos son más importantes
- c) El uso de plaguicidas es insignificante (ni química ni orgánica), la gestión ecológica es más importante
- d) Otro: _____

1.9.6. ¿Utiliza antibióticos en su ganado?

- a) Solo para tratamiento de enfermedades
- b) Solo para la prevención de enfermedades
- c) Para promover el crecimiento
- d) No uso antibióticos en absoluto
- e) Uso tratamiento alternativo (plantas medicinales, etnoveterinaria, otros). ¿Cuáles?

C) EMPLEO Y EMIGRACIÓN JUVENIL

¿Hay miembros jóvenes (15-24 años) en el sistema evaluado? (incluidos los emigrados y que actualmente viven fuera de ella)

Si su respuesta es “Sí”, proporcione la siguiente información:

	Hombre	Mujer
1.1. Número de jóvenes (principalmente) que trabajan en la producción agrícola del sistema evaluado		
1.2. Número de jóvenes (principalmente) en educación/formación		
1.3. Número de jóvenes que no cursan estudios/formación ni trabajan en la agricultura ni en otras actividades		
1.4. Número de jóvenes (principalmente) que trabajan fuera pero que actualmente viven en el sistema evaluado		
1.5. Número de jóvenes que han abandonado la comunidad por falta de oportunidades		

1.6. Número de jóvenes que desearían continuar la actividad agrícola de sus padres		
1.7. Número de jóvenes que no quieren trabajar en la agricultura y que emigrarían si tuvieran la oportunidad		

D) EMPODERAMIENTO DE MUJERES (Para realizar solo con la mujer principal del hogar, sin la presencia de un hombre en un ambiente seguro)

- 1.1. ¿Responde la mujer en presencia de un hombre? Sí / No
- 1.2. Si su respuesta es “sí”, ¿el hombre se ha negado a irse a pesar de saber esto? Sí / No
- 1.3. Nivel de Educación
 - a) No puede leer ni escribir
 - b) Capaz de leer y escribir
 - c) Elemental
 - d) Alto
 - e) Universidad
2. Carga de tiempo (Manejo del tiempo)
 - 2.1. ¿Participa en otras actividades lucrativas fuera de la producción agrícola? Sí / No
 - 2.2. Si su respuesta es “Sí”, ¿cuáles?: _____
 - 2.3. Proporción del tiempo de trabajo dedicado a la PRODUCCIÓN AGRÍCOLA dentro del sistema evaluado
 - a) Nada a poco (<10%)
 - b) Menos de la mitad (10%–39%)
 - c) Aproximadamente la mitad (40%–59%)
 - d) La mayoría/casi todo (60%–99%)
 - e) Todo (100%)
 - 2.4. Proporción del tiempo de trabajo dedicado a la PREPARACIÓN DE ALIMENTOS y otros TRABAJOS DOMÉSTICOS
 - a) Nada a poco (<10%)
 - b) Menos de la mitad (10%–39%)
 - c) Aproximadamente la mitad (40%–59%)
 - d) La mayoría/casi todo (60%–99%)
 - e) Todo (100%)
 - 2.5. Proporción del tiempo de trabajo dedicado a otras actividades lucrativas (fuera de la producción agrícola)
 - a) Nada a poco (<10%)
 - b) Menos de la mitad (10%–39%)
 - c) Aproximadamente la mitad (40%–59%)
 - d) La mayoría/casi todo (60%–99%)
 - e) Todo (100%)
 - 2.6. En total, ¿trabaja más de 10.5 horas al día?
 - a) Más de 10.5 h/día
 - b) Menos de 10.5 h/día
3. Toma de decisiones sobre el sistema de producción
 - 3.1. ¿Las mujeres toman decisiones sobre que producir? Sí / No

3.2. ¿Las mujeres toman decisiones sobre qué hacer con los productos producidos (como el control de los ingresos o si consumirlos en casa)? Sí / No

	a) Yo misma	b) Mi marido	c) Ambos	d) Alguien más
3.3. ¿Quién es el dueño de los CULTIVOS y las SEMILLAS?				
3.4. Cuando se toman decisiones sobre PRODUCCIÓN DE CULTIVOS, ¿quién normalmente toma estas decisiones?				
3.5. ¿Quién es el dueño de los ANIMALES?				
3.6. Cuando se toman decisiones sobre PRODUCCIÓN ANIMAL, ¿quién normalmente toma estas decisiones?				
3.7. ¿Quién es el propietario de los activos para otras actividades económicas dentro del hogar?				
3.8. Cuando se toman decisiones sobre otras actividades económicas dentro del hogar, ¿quién toma normalmente estas decisiones?				
3.9. ¿Quién es el propietario de los PRINCIPALES ACTIVOS DEL HOGAR (casa, maquinarias, etc.)?				
3.10. Cuando se toman decisiones sobre los PRINCIPALES ACTIVOS DEL HOGAR, ¿quién suele tomar estas decisiones?				
3.11. ¿Quién es el propietario de los ACTIVOS MENORES DEL HOGAR (herramientas pequeñas, jardín, etc.)?				
3.12. Cuando se toman decisiones sobre ACTIVOS MENORES DEL HOGAR, ¿quién suele tomar estas decisiones?				

4. Toma de decisiones sobre INGRESOS:

	a) No ha contribuido o ha contribuido en pocas decisiones	b) Ha contribuido en algunas decisiones	c) Ha contribuido en la mayoría de las decisiones
4.1. ¿Cuánto contribuyo a las decisiones sobre el uso de los INGRESOS generados a través de la PRODUCCIÓN DE CULTIVOS?			
4.2. ¿Cuánto contribuyo a las decisiones sobre el uso de los INGRESOS generados a través de la PRODUCCIÓN ANIMAL?			
4.3. ¿Cuánto contribuyo a las decisiones sobre el uso de los INGRESOS generados a través de OTRAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS?			

5. PERCEPCIÓN SOBRE LA TOMA DE DECISIONES

	a) Creo que no puedo tomar ninguna decisión	b) Solo pequeñas decisiones	c) Algunas decisiones	d) En gran parte / totalmente
5.1. Si quisiera, ¿cree que puede tomar decisiones sobre PRODUCCIÓN DE CULTIVOS?				
5.2. Si quisiera, ¿cree que puede tomar decisiones sobre LA CRÍA DE ANIMALES?				
5.3. Si quisiera, ¿cree que puede tomar decisiones sobre				

OTRAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS?				
5.4. Si quisiera, ¿cree que puede tomar decisiones sobre los GASTOS PRINCIPALES DEL HOGAR?				
5.5. Si quisiera, ¿cree que puede tomar decisiones sobre los GASTOS MENORES DEL HOGAR?				

6. ¿TIENE ACCESO A CRÉDITO?

- a) Es posible en canales oficiales y seguros (banco o similar)
- b) Es posible en canales no oficiales
- c) Imposible. El acceso al crédito es demasiado difícil o arriesgado

7. LIDERAZGO

	¿Este grupo existe en su comunidad? Sí / no	¿Con que frecuencia participa en actividades y reuniones organizadas por este grupo? (si existe en su comunidad)			
		Nunca / Casi nunca	Algunas veces	La mayoría del tiempo	Siempre
7.1. Asociaciones y organizaciones de mujeres					
7.2. Cooperativas de producción rural					
7.3. Movimientos sociales					
7.4. Sindicatos de trabajadores rurales					
7.5. Grupos políticos vinculados a un partido					
7.6. Grupos religiosos					
7.7. Capacitación organizada para el desarrollo de capacidades					

7.8.Otros					
-----------	--	--	--	--	--

8. DIVERSIDAD ALIMENTARIA MÍNIMA PARA MUJERES

Seleccione lo que comió o bebió en las últimas 24 horas. Incluya todos los alimentos y bebidas, bocadillos o comidas pequeñas, así como las comidas principales. Recuerde incluir todos los alimentos que haya ingerido mientras preparaba comidas o preparaba comida para otras personas.

Grupos de comida:	a) Sí, lo comí en las últimas 24 h	b) No, no lo comí en las últimas 24 h
8.1. Granos, raíces blancas y tubérculos (pan, arroz, pasta, harina, papa blanca, yuca, etc.)		
8.2. Legumbres (frijoles, guisantes, semillas frescas o secas, lentejas o productos de frijoles/guisantes)		
8.3. Nueces y semillas (nueces de árbol, maní o ciertas semillas, o “mantequillas” o pastas de nueces/semillas)		
8.4. Productos lácteos (leche, queso, yogur u otros productos lácteos, pero no incluye mantequilla, helado, crema o crema agria)		
8.5. Carne, aves, pescado (res, cerdo, cordero, cabra, pollo, pescado, mariscos, órganos de animales)		
8.6. Huevos de aves de corral o de cualquier otra ave		
8.7. Verduras de hoja verde oscuro (cualquier verdura de hoja verde media a oscura, incluidas las hojas silvestres/forrajeadas)		
8.8. Frutas y verduras amarillo oscuro o anaranjado (mango, papaya, calabaza, zanahoria, calabaza, camote)		
8.9. Otras verduras (pepino, berenjena, champiñón, cebolla, tomate, etc.)		
8.10. Otras frutas (palta, manzana, piña, etc.)		

E) SALUD DEL SUELO

Para la evaluación del suelo, elija una superficie del área productiva que más refleje el estado promedio de sus suelos.

*Desempeño agroecológico de sistemas de producción de leche de vaca en tres
zonas del municipio de Aculco*

Indicadores	Características	Puntaje de 1 a 10
Estructura	Suelo suelto y polvoriento sin agregados visibles	
	Pocos agregados que se rompen con poca presión	
	Agregados bien formados difíciles de romper	
Compactación	Suelo compacto, bandera se dobla fácilmente	
	Capa fina compacta, algunas restricciones para que ingrese el alambre	
	Sin compactación la bandera puede ingresar hasta el fondo del suelo.	
Profundidad	Subsuelo expuesto	
	Suelo superficial fino	
	Suelo superficial (>10 cm)	
Efecto de los residuos	Residuos orgánicos de descomposición lenta	
	Presencia de residuos en descomposición del año pasado	
	Residuos en varias etapas de descomposición de la mayoría de los residuos bien descompuestos.	
Color, olor y materia orgánica	Pálido, olor químico y sin presencia de humus.	
	Marrón claro, inodoro y con cierta presencia de humus	
	Marrón oscuro, olor fresco y abundante humus	
Retención de agua (nivel de	Suelo seco, no retiene agua	
	Nivel de humedad limitado disponible por poco tiempo	

*Desempeño agroecológico de sistemas de producción de leche de vaca en tres
zonas del municipio de Aculco*

humedad después del riego o lluvia)	Nivel de humedad razonable durante un periodo de tiempo razonable	
Cobertura del suelo	Suelo desnudo	
	Menos del 50% del suelo cubierto por residuos o cobertura viva	
	Más del 50% del suelo cubierto por residuos o cobertura viva	
Erosión	Erosión severa, presencia de pequeños barrancos	
	Signos de erosión evidentes pero bajos	
	Sin signos visibles de erosión	
Presencia de invertebrados	Sin signos de presencia o actividad de invertebrados	
	Algunas lombrices de tierra y artrópodos presentes	
	Presencia abundante de organismos invertebrados	
Actividad microbiológica	Muy poca efervescencia después de la aplicación de peróxido de agua	
	Efervescencia ligera a media	
	Efervescencia abundante	