



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RURALES

**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN EL SISTEMA DE
GANADO BOVINO DOBLE PROPÓSITO Y SILVOPASTORIL EN
CONDICIONES TROPICALES.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES PRESENTA:

JOEL GALVEZ LUIS

Toluca, Estado de México, 2026.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RURALES

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN EL SISTEMA DE GANADO
BOVINO DOBLE PROPÓSITO Y SILVOPASTORIL EN CONDICIONES
TROPICALES.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

JOEL GALVEZ LUIS

COMITÉ TUTORIAL:

DIRECTOR DE TESIS: DR. FELIPE LÓPEZ GONZÁLEZ

CODIRECTOR DE TESIS: DR. CARLOS GALDINO MARTÍNEZ GARCÍA

TUTORA ADJUNTO: DR. GILBERTO YONG ÁNGEL

Toluca, Estado de México, 2026.

RESUMEN

Antecedentes. La ganadería enfrenta desafíos para continuar creciendo por la demanda de alimentos, así como, implementar sistemas sustentables. Los sistemas ganaderos bovinos doble propósito (SGBDP) y sistemas silvopastoriles (SSP) producen leche y carne en condiciones tropicales, siendo fundamentales para el desarrollo de las comunidades rurales y conservación del medio ambiente.

Objetivo. Utilizar el método IDEA en el análisis de las dimensiones de los sistemas ganaderos (SG), permitiendo evaluar la sustentabilidad de manera objetiva.

Metodología. La evaluación se realizó en 24 SSP y 13 SGBDP de la región Valle Zoque de Chiapas, México utilizando el método IDEA, los indicadores resultantes se analizaron con el paquete estadístico IBM SPSS determinando su normalidad, asociación y diferencia de los valores obtenidos.

Resultados. La sustentabilidad en los SSP está determinada por la escala socio-territorial (54.26), en los SGBDP predomina la influencia de la escala económica (48.92). Estadísticamente no hay diferencias significativas en los indicadores de sustentabilidad entre ambos sistemas.

Implicaciones. Los SG estudiados, aunque tienen niveles similares, la sustentabilidad están determinadas por distintos factores. Esta divergencia indica que, mientras los SSP priorizan la sustentabilidad holística mediante sinergias agroecológicas, los SGBDP enfrentan el desafío de equilibrar rentabilidad con prácticas ambientalmente responsables.

Conclusiones. La ausencia de diferencias significativas en la sustentabilidad, denota que las prácticas de manejo son determinantes en la gestión de la sustentabilidad en los SG. Se

requieren más investigaciones que evalúen la sustentabilidad de las UPP, implementar políticas públicas que normen el uso responsable de los recursos naturales y la transferencia de tecnologías que fomenten sistemas ganaderos más sustentables.

Palabras claves: Agroecológica, socio territorial, económica, sustentabilidad, silvopastoril.

INDICE

Contenido

I. INTRODUCCIÓN	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1. Importancia de la ganadería	12
2.2. Sistemas de ganado bovino doble propósito	13
2.3. Sistemas silvopastoriles.....	15
2.4. Sustentabilidad en el sector ganadero.....	17
2.5. Economía en la ganadería.....	18
2.6. Evaluación de la sostenibilidad en sistemas ganaderos	20
2.6.1. Evaluación ambiental	22
2.6.2. Evaluación social.....	23
2.6.3. Evaluación económica	24
2.7 Limitaciones de los enfoques actuales y necesidad de adaptación	25
2.8 Adaptación del método IDEA a sistemas tropicales (IDEA-T).....	26
2.9 Índice de Sustentabilidad Ganadera Tropical (ISGT).....	26
2.10 Modelo Integral de Sustentabilidad Ganadera Tropical (MISGT).....	27
III. JUSTIFICACIÓN	29
IV. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	31
V. HIPOTESIS	32
VI. OBJETIVOS.....	33
VII. MATERIALES Y METODOS	34
7.1. Localización del Sitio de estudio.....	34
7.2. Selección de las unidades de producción.....	34
7.3. Medición de la sustentabilidad en sistemas silvopastoriles	35
7.4. Análisis estadístico	37
VIII. RESULTADOS	38
8.1. Artículo publicado en la revista Agro Productividad en septiembre de 2025.	38
8.2. Artículo publicado en la revista del 17º Congreso Mesoamericano de Investigación UNACH, octubre 2025.	41

8.3. Artículo publicado en el 5º Congreso Internacional De Ciencias Agronómicas y Veterinarias, en marzo de 2025.	44
8.4. Artículo enviado a la Indian Journal of Animal Sciences.	47
8.5. Artículo sin enviar.	48
IX. RESULTADOS GENERALES	50
X. DISCUSIONES GENERALES	54
XI. CONCLUSIONES	58
XII. BIBLIOGRAFIA	60
XIII. ANEXOS.....	70

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería es una actividad redituable y necesaria para cubrir la creciente demanda de proteína de origen animal, demanda que desde finales del siglo XX ha ido en aumento (González-Rebeles et al 2018).

La población mundial que sufre hambre es de 821 millones, número que cada año va incrementando (Arellano-Esparza, 2022). En México el 50.8% de las personas se encuentran en situación de pobreza, de las cuales el 8.3% está en pobreza extrema, esta situación es aún más grave en el estado de Chiapas siendo la entidad federativa con el mayor índice de pobreza con 74.4% y 28.3% de pobreza extrema, además su población sufre muy alto grado de marginación y rezago social (Bienestar, 2023).

La región tropical mexicana es la de mayor potencial para mantener los hatos de cría bovina del país y para contribuir a la nutrición de las comunidades más pobres y aisladas con la producción local de leche y carne, en México alrededor de 23 millones de hectáreas se ocupan para el pastoreo produciendo el 80% del forraje del país (González-Padilla et al., 2018).

El sistema de ganado bovino de doble propósito (SGBDP) es la actividad pecuaria más común para la producción de carne y leche bajo condiciones tropicales, se caracteriza por tener sistemas de producción poco tecnificados, basado en el pastoreo con diferentes especies de forrajes con fluctuaciones en el rendimiento, composición química y calidad de los pastos a través del año debidas en buena medida a las variaciones en la precipitación pluvial y al fotoperiodo. (Calderón et al., 2012; González-Padilla et al., 2018). Los animales que predominan en el SGBDP son los encastados de *Bos taurus* x *Bos indicus* persiguiendo el objetivo de aumentar el potencial productivo de las razas europeas en combinación de la gran

adaptabilidad a las condiciones tropicales de las razas indicas (Cuevas-Reyes y Rosales- Nieto, 2018).

En Chiapas el tipo de ganadería predominante son los SGBDP con lactancias promedio de 800 l/vaca/año, el índice de carga animal es de 1.8 UA/ha/año, el peso promedio de los becerros al destete es de 154 kg de peso vivo (PV) y el intervalo Inter partos es entre los 17 a 20 meses (Albarrán-Portillo et al. 2015).

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son opciones agroforestales viables y sustentable para la producción de leche y carne en las regiones tropicales, así como para revertir los efectos negativos generados por la explotación ganadera tradicional en pastoreo extensivo, toda vez que involucran la presencia de árboles y arbustos interactuando en el mismo tiempo y espacio que las especies forrajeras tradicionales, fomentando así una estrategia diferente de producir, promoviendo la conservación de los componentes del ecosistema proveyendo a la vez más recursos forrajeros y mayor disponibilidad de proteína alimenticia (Murgueitio et al., 2013). Los SSP son rentables en escenarios ganaderos de leche o carne porque se eleva hasta cuatro veces la producción pecuaria comparada con la de sistemas de pastoreo extensivo y también porque producen a menores costos que los sistemas intensivos con pastos fertilizados, regados y con oferta de alimentos concentrados (Murgueitio-Restrepo et al., 2016).

En la actualidad se fomentan la innovación de prácticas sostenibles en los sistemas de producción agropecuarias, lo que hace necesario generar metodologías versátiles que logren evaluar objetivamente el progreso hacia la sostenibilidad de las unidades de producción pecuaria, entre las cuales se encuentra el RISE (Evaluación de la sustentabilidad por tras respuesta inducida), SAFA (Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agropecuarios y de alimentos), MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales

Incorporando Indicadores de Sustentabilidad) e IDEA (Indicadores de Sustentabilidad de Explotaciones Agropecuarias) (Prospero Bernal, 2017).

En el presente trabajo se busca evaluar la sostenibilidad de los SGBDP y SSP utilizando la metodología IDEA versión 3, la cual pondera el grado de sostenibilidad examinando 17 objetivos contemplados en tres escalas: Agroecológica, Socio-territorial y Económica, mediante entrevistas semiestructuradas de dónde se colectan datos para facilitar la interpretación de dichos indicadores, dicha evaluación nos brinda información necesaria para la toma de decisiones en el intento de buscar la sostenibilidad de las sociedades (Torres Lemus, 2019; de Olde et al., 2017).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de la ganadería

La ganadería ha desempeñado un papel importante en el desarrollo sociocultural del medio rural de diversas regiones del mundo, ocupa un lugar destacado entre las actividades primarias de la economía, es una actividad fundamental que abarca diversos aspectos, desde la seguridad alimentaria hasta el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental; se estima que 200 millones de familias de pequeños productores en América Latina, África y Asia tienen su principal ingreso de la ganadería (FAO 2023).

La ganadería bovina en regiones tropicales no solo representa una actividad productiva, sino que constituye un eje fundamental para el desarrollo socioeconómico rural. En primer lugar, genera empleo directo e indirecto, dinamizando la economía local y fortaleciendo las cadenas de valor comunitarias (FAO, 2020). Además, su papel en la producción de alimentos es crucial, ya que provee carne y leche de alto valor nutricional, contribuyendo a la seguridad alimentaria y a la estabilidad de los sistemas alimentarios frente a la variabilidad climática (FAO, 2009; IPCC, 2022). Por otro lado, la ganadería también tiene un fuerte componente cultural y político: en estados como Chiapas, constituye un símbolo de identidad y arraigo, transmitido de generación en generación, y se posiciona como un sector estratégico en las políticas públicas de desarrollo rural (Gómez de Segura, 2018). En conjunto, estos elementos muestran que la ganadería trasciende lo económico, convirtiéndose en un motor de cohesión social, seguridad alimentaria y relevancia política, lo que refuerza la necesidad de evaluar su sustentabilidad en sistemas doble propósito y silvopastoriles.

La ganadería bovina en México es heterogénea, se desarrolla bajo diferentes contextos tecnológicos, climáticos y de manejo, 56% del territorio se ocupa para los sistemas ganaderos

extensivos, produce 82.1% de los alimentos de origen animal que se consumen en el país siendo una actividad fundamental para la economía, el abastecimiento de alimentos y la contribución a la mitigación del cambio climático, lo que subraya su importancia en el contexto nacional e internacional, sin embargo, la actividad ganadera produce el 10% de los gases de efecto invernadero (GEI) del país lo que hace necesario fomentar una ganadería sostenible (IICA 2021).

Chiapas cuenta con una gran diversidad de climas y paisajes que favorece la cría de ganado en diferentes regiones, la ganadería bovina en pastoreo extensivo es una actividad productiva importante para el desarrollo económico de las familias, se caracteriza por bajos rendimientos y alto impacto negativo en el ecosistema, también por una baja adopción de tecnologías (Rodríguez-Moreno et al., 2020; Solís Vázquez et al., 2023), de acuerdo a las cifras publicadas por CEIEG (2022) la población de ganado bovino era de 6,263,574 cabezas y SIAP (2023) reporta volumen de producción láctea de 455.56 millones de litros y 206.04 millones de toneladas de ganado en pie.

2.2. Sistemas de ganado bovino doble propósito

Los sistemas ganaderos bovinos doble propósito (SGBDP) son unidades dedicadas a la producción de leche y carne bajo esquemas de pastoreo extensivo, no son exclusivas de algún país o región, sino que se encuentran extendidas en diferentes partes del mundo con mayor énfasis en las zonas tropicales y subtropicales, México es uno de los países con mayor presencia de sistemas bovinos de doble propósito, constituyendo un porcentaje significativo de la producción nacional de carne y leche, además, son una alternativa para la seguridad alimentaria y el empleo en las regiones rurales del país, se encuentran distribuidos en las regiones tropicales y subtropicales del golfo y pacífico mexicano se desarrolla en más de 48

millones de hectáreas, con presencia marcada en los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, concentra el 45.0% del inventario bovino nacional (Galina y Geffroy, 2023; Granados-Rivera et al., 2019; Rojas Sandoval et al., 2017).

Los ganaderos a través de sus decisiones con el propósito específico de incrementar los ingresos implementan actividades relacionadas con las prácticas de manejo de los componentes del sistema: animal, forrajero, suelo, tecnológico e información, generando efectos que influyen en los entornos agroecológico y socioeconómico, sin embargo, la adopción de la tecnología es variable y se encuentra fuertemente ligada a los factores socioculturales (Juárez-Barrientos et al., 2015).

La ganadería bovina en Chiapas es uno de los pilares de la economía rural, especialmente en zonas tropicales, donde se combina la producción de leche y carne bajo condiciones de alta biodiversidad y retos de sustentabilidad, se basa principalmente en sistema de doble propósito, con producción de leche con una ordeña al día y becerros al pie, utilizando cruza de *Bos taurus* con *Bos indicus*, la alimentación es en pastoreo extensivo y la utilización de esquilmos agrícolas durante la época seca, además la baja adopción de tecnologías reproductivas deriva en problemas reproductivos a nivel de hato, este modelo es clave para pequeños y medianos productores, pero enfrenta limitaciones tecnológicas, socioeconómicas y ambientales que requieren estrategias de manejo sostenible (Orantes-Zebadúa et al., 2014; Ruiz-Sesma et al., 2021).

El ganado bovino doble propósito en Chiapas es vital para la economía rural, pero su sustentabilidad depende de la adopción de prácticas agroecológicas que lleven a la transición hacia modelos silvopastoriles, esto no solo mejora la productividad y el bienestar animal,

sino que también protege los ecosistemas tropicales de Chiapas (Rodríguez Espinoza et al. 2025).

2.3. Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son arreglos agroforestales que combinan componentes arbóreos, arbustivos, pasturas y ganado en diferentes modalidades con árboles dispersos, cercas vivas, bancos forrajeros o sistemas intensivos (SSPi), cuyo objetivo es mejorar la productividad dentro de las unidades ganaderas evitando degradar el ecosistema (FAO-AGRIS, 2019; Murgueitio Restrepo, et al., 2016). En regiones tropicales del mundo, así como gran parte de México y particularmente Chiapas, estos sistemas tienen gran relevancia por sus beneficios productivos, ambientales y económicos, integra árboles o arbustos con pasturas y animales bajo un manejo integral, lo que aumenta la productividad y beneficios a largo plazo. La inclusión de leguminosas en pasturas tropicales mejora la producción de leche y la ganancia de peso por animal y por hectárea, especialmente en zonas con sequías definidas, esto se debe a una oferta más estable y de mayor calidad de forraje, con mayor proteína cruda y digestibilidad. Además, la asociación gramínea-leguminosa eleva el contenido proteico no solo por las leguminosas, sino también por el enriquecimiento de las gramíneas (López-Vigoa et al., 2017; Aguilar-Pérez et al., 2007).

La importancia de los sistemas silvopastoriles (SSP) en México es trascendental, sobre todo en regiones tropicales donde predomina la ganadería bovina extensiva de doble propósito, debido a que promueve estrategias diferentes desde el punto de vista productivo, social y ambiental. En Chiapas, uno de los estados más importantes y más vulnerables para la ganadería en México por su riqueza natural y al mismo tiempo por los procesos históricos de

deforestación, lo SSP son claves para atender varios problemas estructurales de la ganadería doble propósito tradicional (Rodríguez-Moreno, et al., 2020).

Los SSP ofrecen múltiples beneficios productivos al incrementar la producción animal, así como favorecer la sostenibilidad ambiental. Estos sistemas atienden a la necesidad de reconvertir la producción de la ganadería tropical en una actividad con mayor rentabilidad que sea capaz de proveer las demandas crecientes de la población garantizando inocuidad de los productos, el bienestar animal y la protección de los recursos ambientales como el agua, el suelo y la biodiversidad (Angel Hernández y Morales Flores 2023; Murgueitio Restrepo et al., 2016).

La implementación de SSP representa una opción viable para la actividad ganadera debido a que las prácticas productivas agroecológicas favorecen la eficiencia productiva de biomasa forrajera (Navas-Panadero, et al., 2021), incrementando significativamente el contenido de proteína debido al aporte adicional del follaje arbustivo y arbóreo (Gálvez Cerón, et al., 2019), proveyendo además suficiente energía en la dieta de vacas en producción láctea en las unidades de producción pecuaria de los trópicos (Galvez-Luis et al. 2023).

Gutiérrez Bermúdez y Mendieta Araica (2022) concluyen que los SSP constituyen una opción recomendable para los productores, debido a que tienen impactos positivos en la producción y calidad del forraje comestible permitiendo el incremento de la carga animal, mayor rendimiento en carne y leche por hectárea proporciona además un ambiente favorable para mejorar la fauna y la biota edáfica asociada al sistema reduciendo el daño ambiental causado por la actividad ganadera.

Los sistemas silvopastoriles representan una transformación clave de la ganadería tropical, permitiendo producir más con menor impacto ambiental. En regiones como Chiapas, su adopción no solo mejora la productividad bovina, sino que también contribuye a la conservación de los recursos naturales y al desarrollo rural sostenible (Gutiérrez Bermúdez & Mendieta Araica, 2022).

2.4. Sustentabilidad en el sector ganadero

Actualmente se busca un desarrollo equilibrado en todos los sectores productivos del mundo, por lo que la sustentabilidad del sector ganadero es crucial para el desarrollo económico y la seguridad alimentaria mundial, es por esto que en 1987 en la asamblea de la ONU, la Comisión Mundial del Medio Ambiente y de Desarrollo mediante su informe Brundtland: nuestro futuro en común, propone el término de sustentabilidad y la define como: “el desarrollo sustentable es la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades” (Thomas Muñoz, 2022), en el que además se plantean políticas públicas a escala planetaria que promuevan el desarrollo de las tecnologías verdes, protección a los ecosistemas, disminución de la pobreza y la desigualdad (Gómez de Segura, 2018).

La ganadería sostenible implica la adopción de prácticas que reduzcan los impactos negativos sobre el medio ambiente y promuevan el bienestar animal. Entre estas prácticas se incluyen el manejo rotacional de pasturas, la implementación de sistemas silvopastoriles, el aprovechamiento de residuos orgánicos y la incorporación de tecnologías que optimicen la alimentación animal y reduzcan las emisiones de metano (Molina et al., 2016). Asimismo, la digitalización y el uso de sensores permiten monitorear la salud y productividad del ganado, mientras que la biotecnología contribuye a mejorar la eficiencia productiva.

En el plano internacional, la sostenibilidad ganadera se vincula directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente con el ODS 2 (Hambre cero), el ODS 12 (Producción y consumo responsables) y el ODS 13 (Acción por el clima). La FAO (2023) destaca que para maximizar los beneficios de la ganadería es esencial implementar políticas públicas que fomenten la innovación tecnológica, la ética en la producción y la protección de los recursos naturales, garantizando así la continuidad de estos beneficios a largo plazo.

En América Latina y el Caribe, el sector agropecuario tiene un gran potencial para contribuir a la producción de alimentos, pero también está influenciado por factores climáticos y la demanda internacional de alimentos, energía y biocombustibles. Para enfrentar estos desafíos, es necesario mejorar la capacidad de análisis y manejo de riesgos en el sector ganadero y desarrollar estrategias de producción viables desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental. Es importante destacar que, para maximizar los beneficios de la ganadería, es esencial adoptar prácticas sostenibles y ética, esto conlleva la implementación de tecnologías y prácticas que minimicen los impactos ambientales y promuevan el bienestar animal, garantizando así la continuidad de estos beneficios a largo plazo (FAO 2023).

Los sistemas silvopastoriles en Colombia y México muestran que es posible combinar productividad con conservación ambiental, generando modelos replicables que fortalecen la resiliencia del sector frente al cambio climático (Murgueitio et al. 2019).

2.5. Economía en la ganadería

La ganadería constituye una de las principales actividades económicas en zonas rurales, donde la falta de alternativas laborales es frecuente. La producción bovina, tanto en sistemas

tradicionales como en modelos doble propósito y silvopastoriles, genera empleos directos en el manejo de hatos, ordeña, alimentación y comercialización, así como empleos indirectos en transporte, servicios veterinarios y agroindustria. Este efecto multiplicador contribuye al desarrollo comunitario, ya que dinamiza la economía local, fortalece las cadenas de valor y fomenta la organización de productores en cooperativas o asociaciones (FAO, 2020).

La ganadería bovina es una actividad económica significativa en diversos países contribuye a la producción de alimentos como carne y leche lo que genera ingresos importantes, Brasil, China, Estados Unidos, India y la Unión Europea son los principales productores a nivel mundial, en conjunto suman cerca del 60% de la producción global (Amaya Padilla 2023). Los sistemas de producción bovina en pequeña escala se consideran importantes en el desarrollo de la economía local en las comunidades rurales por su aportación en la generación de empleos y generar una economía circular por la venta diaria de leche (García-Martínez y Rayas-Amor 2022), incrementando así los ingresos de los hogares convirtiéndose en una opción viable para estimular el desarrollo económico y el combate de la pobreza en las comunidades rurales de los países en desarrollo (Bennett et al., 2006).

El aumento del poder adquisitivo de los países en desarrollo, el crecimiento de la población mundial, así como los cambios de hábitos alimenticios impulsan la demanda de carne y leche, se estima que para 2050 el consumo de carne aumente hasta un 50% (FAO, 2017).

La ganadería bovina es una de las actividades pecuarias más importantes en México, con un gran impacto en la economía, es un importante exportador, ubicándolo en el séptimo lugar a nivel mundial en la producción y comercialización de carne de bovino, contribuyendo así a los ingresos del país y a la balanza comercial, lo que destaca su relevancia a nivel global (Durán Melendez et al., 2018; Magaña Magaña et al., 2020).

La cría de ganado bovino en Chiapas tiene una presencia significativa, contribuye a la generación de empleo en áreas rurales, representa una fuente importante de ingresos por la venta de leche y becerros, sin embargo, la situación económica y las dinámicas de la ganadería bovina pueden cambiar a través del tiempo debido a factores como la evolución de las políticas gubernamentales, la demanda del mercado y los avances tecnológicos, aún con esto, durante las últimas dos décadas a pesar de las estrategias, proyectos y programas en la ganadería, esta sigue representando un fuerte problema social y ambiental (Flores González, 2019).

2.6. Evaluación de la sostenibilidad en sistemas ganaderos

Evaluar la sostenibilidad de los sistemas ganaderos es un proceso complejo, se deben considerar factores como la viabilidad económica, el bienestar social y la protección del medio ambiente, para lo que, se utilizan metodologías que brindan indicadores específicos capaces de detectar el nivel de variación de estas tres dimensiones, teniendo como objetivo brindar posibles soluciones a la problemática cotidiana en los diferentes sistemas agropecuarios enfocado en la seguridad alimentaria, bienestar animal, equidad social, viabilidad económica, el uso eficiente de combustibles fósiles, cambio climático y desertificación (García-Martínez et al., 2017).

La evaluación de la sostenibilidad es un tema crucial para garantizar la viabilidad a largo plazo de la producción ganadera. Diversos marcos y herramientas se han desarrollado para evaluar la sustentabilidad en sistemas ganaderos, teniendo en cuenta aspectos económicos, sociales y medioambientales. Así tenemos, el Marco de Evaluación de la Sostenibilidad para la Agricultura y la Alimentación (SAFA) de la FAO es una referencia internacional que define los elementos de sostenibilidad y un marco para evaluar las sinergias entre todas las

dimensiones de la sostenibilidad (Angón et al., 2016). Además, se han desarrollado índices integrados, como el Índice de Sostenibilidad de la Ganadería de Cría, para evaluar la sostenibilidad de sistemas ganaderos específicos, teniendo en cuenta aspectos ambientales, sociales y económicos (Díaz Olaya, 2016).

En el contexto de la producción de leche en México, se ha utilizado el método IDEA (Indicateur de durabilité des exploitations agricoles) como una herramienta que permite medir la sustentabilidad de sistemas agrícolas y ganaderos, al integrar dimensiones agroecológicas, socio-territoriales y económicas. Este enfoque multicriterio se basa en un conjunto estructurado de 42 indicadores organizados en dimensiones, componentes y subindicadores organizados jerárquicamente que permite un análisis detallado del desempeño del sistema productivo, ofreciendo una visión integral de las prácticas sostenible para evaluar la sustentabilidad. IDEA utiliza criterios de evaluación claros para medir cada indicador y ayuda a identificar puntos críticos para promover mejoras en la gestión sostenible de las fincas (Prospero Bernal 2017; García-Martínez et al., 2017).

MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad), es un método ampliamente utilizado que integra indicadores de sustentabilidad en dimensiones ambiental, económica y sociocultural, evalúa siete atributos clave: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autodependencia (De Batista, et al., 2022).

La metodología RISE (Response-Inducing Sustainability Evaluation), facilita la identificación de problemas, causas y posibles soluciones para mejorar la sostenibilidad del sistema productivo, basándose en la interpretación práctica del concepto de desarrollo

sostenible, midiendo indicadores en tres dimensiones principales: económica, ecológica y social.

Estas metodologías proporcionan herramientas y enfoques con un marco integral para evaluar y en consecuencia poder mejorar la sostenibilidad en sistemas ganaderos.

2.6.1. Evaluación ambiental

La ganadería bovina puede tener varios impactos ambientales como la emisión de gases de efecto invernadero, la contaminación del agua y el suelo, la pérdida de biodiversidad y el uso de recursos naturales. El estiércol y la orina del ganado pueden contaminar fuentes de agua cercanas, mientras que el pisoteo del ganado compacta el suelo y remueve la cobertura vegetal, aumentando la erosión. Además, el pastoreo en ciertos ecosistemas frágiles puede afectar la vegetación nativa y hábitats de vida silvestre. La producción ganadera requiere de un alto consumo de recursos como el agua para bebida del ganado y producción de su alimento, así como también se requiere energía, fertilizantes y plaguicidas que pueden tener impactos ambientales (Angón, et al., 2016).

La evaluación ambiental permite identificar los principales aspectos a mejorar en las operaciones ganaderas para avanzar hacia una producción más sostenible. El Modelo de Evaluación Ambiental de la Ganadería Mundial (GLEAM) es una herramienta desarrollada para analizar aspectos ambientales como el consumo de piensos, las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso del agua, la calidad de las raciones de piensos y la gestión de estiércol en la producción ganadera a escala global (FAO 2023). Además, la Evaluación Medio Ambiental Ganadera (EMAG) es otra herramienta que permite simular la performance ambiental en sistemas ganaderos y evaluar su impacto en el medio ambiente (Becoña López, 2023).

La metodología IDEA en su dimensión agroecológica, permite una evaluación estandarizada para medir el manejo, la conservación de recursos naturales y la biodiversidad, valoriza las prácticas productivas, diversidad de cultivos, manejo del suelo, la presión ambiental, el uso de insumos externos y balance de nutrientes, mediante indicadores con rigor científico en las unidades de producción, siendo adaptable en distintas regiones, además, tiene más accesibilidad y mayor comprensión, dándole sentido integral a la sustentabilidad. (Torres Lemus, 2019).

Estas herramientas son fundamentales para promover prácticas ganaderas sostenibles que sean social, económica y ambientalmente aceptables.

2.6.2. Evaluación social

La evaluación de los indicadores que determinan los aspectos sociales y culturales de la actividad ganadera en un territorio determinado permite tener una visión integral de la sostenibilidad de las unidades de producción respecto de su influencia en las personas, las familias y las comunidades (Angón et al., 2016).

Los principales aspectos que se deben considerar para realizar una evaluación social en la producción ganadera incluyen:

Evaluar la contribución de la ganadería a la disponibilidad local y acceso de alimentos de la población más vulnerable; evaluar la generación y calidad del empleo, salarios y prestaciones de los trabajadores; analizar si se respetan los derechos de las personas; determinar vínculos e impactos con el patrimonio cultural y modo de vida tradicional de las comunidades.

El método IDEA en su dimensión socio-territorial, analiza la inserción del sistema en su entorno social, considerando calidad de vida, empleo, participación comunitaria, bienestar

animal y transmisión del conocimiento. Utiliza varios indicadores que permiten la percepción del entorno comunitario para evaluar la escala social en los sistemas ganaderos. Estos indicadores generalmente consideran aspectos relacionados con la vida social de los productores y las comunidades, como la tenencia de la tierra, el nivel de educación o escolaridad, el desarrollo social y las condiciones de trabajo. Estos indicadores permiten identificar necesidades, problemáticas y oportunidades de mejora en la dimensión social para promover la sustentabilidad. Estos indicadores ayudan a caracterizar la dimensión social del sistema productivo y su impacto en la sustentabilidad, buscando mejorar la integración social y el bienestar de los actores involucrados (Prospero Bernal, 2017).

2.6.3. Evaluación económica

La viabilidad económica de la explotación es un indicador importante de la estabilidad del sector, ya que debe generar un nivel de rentabilidad suficiente para todas las personas que dependen de ella. Para evaluar la escala económica dentro de las unidades de producción se deben tomar en cuenta cuatro componentes esenciales: la capacidad de la explotación ganadera para generar un nivel de renta suficiente y sostenible; el potencial de la UP para generar ingresos y recursos suficientes para satisfacer sus necesidades y objetivos sin depender de terceros; la capacidad de transmitir o compartir ciertos conocimientos, información o características entre las generaciones; y la capacidad de utilizar los factores productivos de manera óptima para maximizar la producción y minimizar los costos.

La metodología IDEA en la dimensión económica, mide la viabilidad financiera y la resiliencia del sistema, incluyendo rentabilidad, independencia económica, eficiencia productiva y diversificación de ingresos. El método se adapta a los distintos contextos rurales para recabar información detallada y confiable para determinar indicadores económicos que

permiten evaluar la estabilidad financiera, la eficiencia en el uso de recursos y la capacidad de generación de ingresos de la explotación, para promover la durabilidad y sustentabilidad económica del sistema productivo (Prospero Bernal, 2017).

El análisis integral de los aspectos económicos permite tener una visión amplia de la viabilidad y sostenibilidad económica de la actividad ganadera en una región o sistema productivo, para realizar dicha evaluación se pueden considerar la viabilidad, independencia, transmisibilidad y eficiencia económica de la ganadería (Torres Lemus, 2019).

2.7 Limitaciones de los enfoques actuales y necesidad de adaptación

A pesar de la existencia de metodologías ampliamente utilizadas para la evaluación de la sostenibilidad en sistemas agropecuarios, como IDEA, MESMIS y RISE, diversos autores han señalado limitaciones en su aplicación en contextos tropicales. Por ejemplo, Astier et al. (2008) destacan que los sistemas de evaluación deben adaptarse a las condiciones locales para reflejar adecuadamente la complejidad de los agroecosistemas. Asimismo, Binder et al. (2010) mencionan que muchos indicadores de sostenibilidad carecen de sensibilidad ante dinámicas socio ecológicas específicas.

En el caso de los sistemas ganaderos tropicales, caracterizados por la interacción entre componentes arbóreos, forrajeros y animales, estas metodologías presentan limitaciones al no considerar de manera integral procesos como la resiliencia climática, la biodiversidad funcional y las relaciones socioculturales del productor (Altieri & Nicholls, 2017; Murgueitio et al., 2016).

Por lo tanto, resulta necesario desarrollar enfoques metodológicos adaptados que integren estas dimensiones, permitiendo una evaluación más precisa y contextualizada de la sustentabilidad en sistemas de doble propósito y silvopastoriles.

2.8 Adaptación del método IDEA a sistemas tropicales (IDEA-T)

El método IDEA (Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles) ha sido ampliamente utilizado para evaluar la sustentabilidad en sistemas agropecuarios debido a su enfoque integral basado en indicadores ambientales, sociales y económicos (Vilain et al., 2008). Sin embargo, su aplicación en sistemas tropicales requiere ajustes metodológicos que permitan incorporar variables específicas del contexto.

En este sentido, se propone una adaptación del método denominada IDEA-T, la cual integra elementos propios de los sistemas ganaderos tropicales, tales como la cobertura arbórea, la diversidad funcional de especies forrajeras y la resiliencia frente al cambio climático, aspectos fundamentales en sistemas silvopastoriles (Murgueitio et al., 2016; FAO, 2019).

Esta adaptación responde a la necesidad de mejorar la representatividad de los indicadores en contextos donde la sustentabilidad no depende únicamente de la productividad, sino también de la capacidad del sistema para mantener su funcionalidad ecológica y social en condiciones de variabilidad climática (IPCC, 2022).

2.9 Índice de Sustentabilidad Ganadera Tropical (ISGT)

La construcción de índices compuestos es una estrategia ampliamente utilizada para evaluar la sostenibilidad de sistemas complejos, ya que permite integrar múltiples dimensiones en un solo valor sintético (Singh et al., 2012).

En esta investigación se propone el Índice de Sustentabilidad Ganadera Tropical (ISGT), el cual incorpora las dimensiones ambiental, económica y social, integrando además la resiliencia climática como un componente adicional. La inclusión de esta dimensión se fundamenta en la creciente evidencia sobre el impacto del cambio climático en los sistemas agropecuarios y la necesidad de evaluar su capacidad adaptativa (IPCC, 2022; Altieri et al., 2015).

Este índice permite una evaluación más integral de la sostenibilidad, particularmente en sistemas silvopastoriles donde la interacción entre biodiversidad, productividad y adaptación climática es determinante.

2.10 Modelo Integral de Sustentabilidad Ganadera Tropical (MISGT)

La sustentabilidad en sistemas ganaderos debe entenderse como un proceso dinámico resultado de la interacción entre factores ecológicos, económicos y sociales (Bossel, 1999). Bajo esta perspectiva, se propone el Modelo Integral de Sustentabilidad Ganadera Tropical (MISGT), el cual conceptualiza la sostenibilidad como un sistema complejo adaptativo.

Este modelo se basa en la teoría de sistemas socio ecológicos, la cual establece que los sistemas productivos están intrínsecamente vinculados con su entorno ecológico y social (Ostrom, 2009). En este sentido, el MISGT incorpora cuatro dimensiones fundamentales: Ambiental, Económica, Social y Resiliencia climática.

La inclusión de la resiliencia como eje transversal se sustenta en estudios que destacan su importancia para la estabilidad y adaptación de los sistemas agropecuarios frente a perturbaciones externas (Folke et al., 2010).

Este modelo permite comprender la sustentabilidad no solo como un estado, sino como una capacidad dinámica de adaptación, transformación y persistencia del sistema productivo.

III. JUSTIFICACIÓN

La explotación ganadera, especialmente en regiones tropicales, ha estado históricamente vinculada a procesos de intensificación del uso de la tierra que han generado impactos significativos en el ambiente. Entre los principales problemas se encuentran la deforestación para la expansión de pastizales, la sobreexplotación de los recursos hídricos, la degradación de los ecosistemas y la contaminación derivada de las excreciones animales, así como, la producción de gases de efecto invernadero. Estos factores contribuyen de manera directa al cambio climático y alteran los procesos biogeoquímicos esenciales para la estabilidad de los ecosistemas.

A pesar de estos retos, la ganadería tradicional mantiene una importancia social y política considerable. En el medio rural, constituye una fuente de identidad cultural, empleo y desarrollo económico, además de proveer alimentos de alto valor nutricional que impactan en la salud pública. Sin embargo, la necesidad de equilibrar estos beneficios con la conservación de los recursos naturales exige la implementación de sistemas productivos más sostenibles.

En este contexto, los sistemas de ganado bovino doble propósito (carne y leche) y los sistemas silvopastoriles representan alternativas viables para las condiciones tropicales. Estos modelos permiten aprovechar de manera más eficiente los recursos naturales, regenerar suelos degradados, mejorar la captura de carbono y promover la biodiversidad, al integrar árboles, arbustos y pasturas en un mismo espacio productivo. Además, contribuyen a la resiliencia de los productores frente a la variabilidad climática y a la diversificación de ingresos.

La evaluación de la sustentabilidad de estos sistemas es indispensable para identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora. En México, la primera investigación relacionada con el método IDEA fue realizada por Próspero (2013), enfocada en sistemas de producción de leche en pequeña escala en el noroeste del Estado de México. Aunque este estudio aportó información valiosa, se desarrolló en un contexto distinto al tropical y sin considerar la complejidad de los sistemas silvopastoriles. Por ello, resulta necesario adaptar y aplicar metodologías de evaluación de sustentabilidad en regiones como Chiapas, donde la ganadería doble propósito y silvopastoril tiene un papel estratégico en la economía rural y en la conservación ambiental.

La justificación de este estudio radica en la urgencia de diseñar estrategias que permitan aprovechar los recursos naturales disponibles en la región de manera responsable, regenerar los ecosistemas afectados y garantizar la viabilidad económica y social de los productores. Asimismo, la evaluación permitirá generar información científica y técnica que apoye la formulación de políticas públicas orientadas a la transición hacia sistemas ganaderos más sostenibles, alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 2 (Hambre cero), ODS 12 (Producción y consumo responsables) y ODS 13 (Acción por el clima).

En síntesis, evaluar la sustentabilidad de los sistemas de ganado bovino doble propósito y silvopastoril en condiciones tropicales no solo responde a una necesidad académica y técnica, sino también a un compromiso ético y social con el desarrollo rural, la seguridad alimentaria y la conservación de los recursos naturales en México.

IV. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.- ¿Los sistemas de ganado bovino de doble propósito (SGBDP) y los sistemas silvopastoriles (SSP_{bdp}) presentan condiciones ecológicas, sociales y económicas que determinan sus características sostenibles?

2.- ¿Los SSP_{bdp} son opciones de producción ganaderas más sustentables?

V. HIPOTESIS

No existen diferencias significativas en los niveles de sustentabilidad entre los sistemas de ganado bovino doble propósito (SGBDP) y los sistemas silvopastoriles (SSP_{bdp}), en la medida que dicha sustentabilidad es el resultado de la interacción entre factores agroecológicos, socio-territoriales y económicos.

VI. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Evaluar la sustentabilidad de los SGBDP y los SSP_{bdp} a través del método de Indicadores de Sustentabilidad de Explotaciones Agropecuarias (IDEA), desde una perspectiva sistémica que permita comprender la interacción entre las dimensiones agroecológica, socio-territorial y económica.

6.2. Objetivos específicos

- a) Analizar la dimensión agroecológica de los sistemas productivos, considerando la diversidad, la organización del espacio y las prácticas de manejo, en función de su eficiencia y del uso sostenible de los recursos.
- b) Caracterizar la dimensión socio-territorial, incorporando aspectos relacionados con la calidad de vida de los productores, el capital social y la provisión de servicios, con el fin de entender su relación con el entorno.
- c) Evaluar la escala económica mediante el saber y comunicación del conocimiento, así como su eficiencia y dependencia.

VII. MATERIALES Y METODOS

7.1. Localización del Sitio de estudio

La presente investigación se desarrolló en la Región II Valle Zoque, ubicada en el estado de Chiapas, al occidente del territorio estatal. Esta región comprende los municipios de Belisario Domínguez, Cintalapa, Jiquipilas y Ocozocoautla, abarcando una superficie aproximada de 7,393.76 km².

Desde el punto de vista agroecológico, la región presenta un clima cálido húmedo y subhúmedo, con un régimen de lluvias estacional concentrado en verano. La precipitación anual oscila entre 800 y 2,300 mm, mientras que la temperatura media anual se sitúa entre 24 °C y 26 °C, condiciones que favorecen el desarrollo de sistemas ganaderos tropicales con alta diversidad productiva (INEGI, 2010).

La elección del área de estudio responde a su relevancia como territorio representativo de sistemas ganaderos de doble propósito y sistemas silvopastoriles, así como por su marcada heterogeneidad socioecológica, lo que la convierte en un contexto idóneo para el análisis de la sostenibilidad desde un enfoque sistémico.

7.2. Selección de las unidades de producción

Las unidades de análisis estuvieron constituidas por unidades de producción ganadera (UPG), entendidas como sistemas socioecológicos con organización propia y dinámicas internas complejas (Tittonell, 2014).

Se empleó un muestreo no probabilístico por bola de nieve, esta estrategia metodológica es pertinente en contextos donde no existen marcos muestrales consolidados y el acceso a los productores es limitado (Martín-Crepeo Blanco y Salamanca Castro, 2007). Si bien este tipo de muestreo restringe la inferencia estadística a nivel poblacional, resulta adecuado para

estudios explicativos orientados a comprender relaciones y patrones sistémicos (Maxwell, 2012).

La información se recopiló mediante encuestas estructuradas, entrevistas semiestructuradas realizadas a productores y observación directa en campo. Las entrevistas incluyeron preguntas abiertas posteriormente codificadas, lo que permitió integrar tanto información cuantitativa como cualitativa. Adicionalmente, se realizó un diagnóstico visual en campo, orientado a identificar prácticas de manejo y condiciones estructurales relevantes para la evaluación de la sustentabilidad.

Los datos obtenidos fueron organizados y sistematizados inicialmente en Microsoft Excel, lo que permitió realizar una caracterización integral de las unidades de producción en términos productivos, sociales, económicos y tecnológicos.

7.3. Medición de la sustentabilidad en sistemas silvopastoriles

La evaluación de la sustentabilidad se llevó a cabo mediante el análisis de la información de los SGBDP y SSP, utilizando el método IDEA versión 3 (*Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles- Indicateurs de Sustentabilidad en Explotaciones Agropecuarias*), el cuál ha sido desarrollado en Francia desde 1996 y ha sido modificado hasta llegar a esta versión que fue publicada en 2008 (Vilain *et al.*, 2008; Zahm *et al.*, 2008).

La metodología IDEA se sustenta en un marco conceptual integrado por 17 objetivos de sostenibilidad, los cuales orientan la evaluación de los sistemas productivos y se encuentran transversalmente incorporados en el conjunto de indicadores. Estos objetivos incluyen: coherencia, autonomía, conservación y manejo de la biodiversidad, gestión del paisaje, conservación del suelo, gestión y protección del agua, calidad del aire y control de emisiones, uso responsable de recursos naturales no renovables, bienestar animal, calidad de los

productos, ética, desarrollo humano, desarrollo local, calidad de vida, ciudadanía, adaptabilidad y generación de empleo. Contempla 3 dimensiones fundamentales de sustentabilidad (agroecológica, socio-territorial y económica), integra 10 componentes para un total de 42 indicadores. Cada escala puede tener un valor máximo de 100, el cual es representado en porcentaje y los resultados de sustentabilidad están dados por la escala que menor puntaje obtenga.

Los resultados máximos y mínimos en los sistemas de producción agropecuarios describen que aquella UPG que tenga en alguna escala el valor de 0, no significa que es una explotación insostenible, sino que demuestra que tiene muchas oportunidades de mejora en las cuales actuar para dirigirse hacia la sustentabilidad. Contrario a esto no existen explotaciones que tengan el 100% de sustentabilidad, porque siempre existirán prácticas de manejo que le permitirán funcionar mejor. A través de la puntuación de los resultados se buscó encontrar prácticas que aporten valor hacia la sustentabilidad. (Zahm *et al.*, 2006)

Se realizaron las adaptaciones sugeridas por Vilain y colaboradores (2008) a las condiciones socio-territoriales y agroecológicas de la región de estudio.

La escala agroecológica, se basa en los principios agropecuarios de los sistemas integrados (Viux, 1999), que debe de procurar la buena eficiencia económica al menor costo ecológico, y la mayor eficiencia en el uso de los recursos no renovables. Consta de 18 indicadores divididos en tres componentes (diversidad de la producción, organización del espacio y prácticas de manejo), con una puntuación máxima de 33 o 34 puntos dando un total de 100 puntos en esta escala.

La escala socio-territorial, se basa en las características que integran la granja con el entorno y la sociedad, tomando en cuenta la calidad de vida del productor y la generación de servicios a la comunidad. Consta de 18 indicadores divididos en tres componentes (calidad de los productos, ética y desarrollo humano y empleos y servicios a la comunidad), con una puntuación máxima de 33 o 34 puntos dando un total de 100 puntos en esta escala.

La escala económica se basa en la generación de recursos económicos y la eficiencia. Consta de 6 indicadores divididos en cuatro componentes los cuales son: viabilidad, independencia, transmisibilidad y eficiencia, y en conjunto acumulan un máximo de 100 puntos en ésta como en las demás escalas.

7.4. Análisis estadístico

Para evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción, mediante el método de Indicadores de Sustentabilidad de las Explotaciones Agropecuarias, IDEA versión 3, se organizaron y analizaron los datos mediante Excel versión 2310 (Microsoft 365), además se realizaron los análisis estadísticos descriptivos y una correlación de variables de las Unidades de producción (Matos Uribe et al., 2020), análisis multivariado de componentes principales con la finalidad de reducir la dimensión de las variables (Meneses, 2019), así también, se agruparon las unidades de producción usando un análisis de conglomerados (cluster) mediante el método de individuos más cercanos (Ruiz Arinabar, 2019).

VIII. RESULTADOS

8.1. Artículo publicado en la revista Agro Productividad en septiembre de 2025.

COMPARISON OF SUSTAINABILITY BETWEEN THE DUAL-PURPOSE SYSTEM AND THE SILVOPASTORAL SYSTEM IN THE ZOQUE REGION OF THE STATE OF CHIAPAS

COMPARACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD ENTRE EL SISTEMA DOBLE PROPÓSITO Y EL SISTEMA SILVOPASTORIL EN LA REGIÓN ZOQUE DEL ESTADO DE CHIAPAS

Joel Galvez-Luis¹, Carlos Galdino Martínez-García², Gilberto Yong Ángel¹, Felipe López González^{2*}.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas, Calzada Emiliano Zapata Km. 8, Del Frigorífico, 29060 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

²Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo Piedras Blancas, 50090 Toluca, Estado de México, México

*corresponding autor: flopezg@uaemex.mx

ABSTRACT

Background. Livestock farming faces challenges to continue to grow due to the demand for food, as well as to implement sustainable systems. SGBDPs and SSPs produce milk and meat in tropical conditions and are fundamental for the development of rural communities and

environmental conservation. Objective. To use the IDEA method in the analysis of the dimensions of livestock systems (LS), allowing an objective assessment of sustainability.

Methodology. The evaluation was carried out in 24 are SSP and 13 SGBDP of the Valle Zoque region of Chiapas, Mexico using the IDEA method, the resulting indicators were analysed with the IBM SPSS statistical package determining their normality, association and difference of the values obtained. Results. Sustainability in the SSPs is determined by the socio-territorial scale (54.26), in the SGBDPs the influence of the economic scale predominates (48.92). Statistically there are no significant differences in sustainability indicators between the two systems.

Implications. Although the SGs studied have similar levels, sustainability is determined by different factors. This divergence indicates that while SSPs prioritise holistic sustainability through agroeco-logical synergies, SGBDPs face the challenge of balancing profitability with environmentally responsible practices.

Conclusions. The absence of significant differences in sustainability de-notes that management practices are determinants of sustainability management in SGs. More research is needed to assess the sustainability of UPPs, to implement public policies that regulate the responsible use of natural resources and the transfer of technologies that promote more sustain-able livestock systems.

Key words: Agro-ecological; socio-territorial; economic; sustainability; silvopastoralism

Comparison of sustainability between the dual-purpose system and the silvopastoral system in the Zoque region

Gálvez-Luis, Joel¹; Martínez-García, Carlos Galdino²; Yong-Ángel, Gilberto¹; López-González, Felipe^{2*}

¹ Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Calzada Emiliano Zapata Km. 8, Del Frigorífico, 29060 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

² Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo Piedras Blancas, Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), 50090 Toluca, Estado de México, México

* Correspondence: flopezg@uacmex.mx

ABSTRACT

Objective: To use the IDEA method (Sustainability of Agricultural Holdings) in the analysis of the dimensions of livestock systems (LS), which allows evaluating sustainability objectively.

Methodology: The evaluation was conducted in n=24 silvopastoral systems (SPS) and n=13 dual-purpose bovine livestock systems (DPBLS) in the Zoque Valley region of Chiapas, Mexico, using the IDEA method.

Design/methodology/approach: The resulting indicators were analyzed with the IBM SPSS statistical package, determining their normality, association and difference in the values obtained.

Results: The sustainability of SPS is defined by the socio-territorial scale (54.26), while in DPBLS the influence of the economic scale predominates (48.92). Statistically, there are no significant differences in the sustainability indicators between both systems.

Limitations on study/implications: In the LS studied, although they have similar levels, sustainability is determined by different factors. This divergence indicates that, while SPS prioritize holistic sustainability through agroecological synergies, DPBLS face the challenge of balancing profitability with responsible environmental practices.

Findings/conclusions: The absence of significant differences in sustainability denotes that management practices are decisive in the management of sustainability in the LS. More studies are required to evaluate the sustainability of the LPUs, as well as implementing public policies that establish rules for the responsible use of natural resources and the transfer of technologies.

Keywords: Agroecological; socio-territorial; economic; sustainability; silvopastoralism.

Citation: Gálvez-Luis, J., Martínez-García, C. G., Yong-Ángel, G., & López-González, F. (2025). Comparison of sustainability between the dual-purpose system and the silvopastoral system in the Zoque region. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/AP.4141418>

Academic Editor: Jorge Cadena

Revisores:

Asociado Editor: Dra. Lucero del Mar Ruiz Posadas

Guest Editor: Daniel Alejandro Cadena Zamudio

Received: May 12, 2025.

Accepted: August 19, 2025.

Published on-line: October XX, 2025.

Agro Productividad, 18(9), September 2025, pp. 215-225.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International license.



INTRODUCTION

Bovine livestock production faces several challenges and key trends; global production of bovine meat continues growing, global consumption shows diverse patterns with increases in developing countries and a tendency towards reduction in some developed regions,



8.2. Artículo publicado en la revista del 17º Congreso Mesoamericano de Investigación UNACH, octubre 2025.

Evaluación de la sustentabilidad de la ganadería de doble propósito y silvopastoril mediante el método IDEA.

Gálvez-Luis, Joel^{1*}; López-González, Felipe²; García-Martínez, Carlos Galdino²;

Yong-Ángel, Gilberto¹; León-Velasco, Horacio¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas

²Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México.

RESUMEN

Este estudio comparó la sustentabilidad de sistemas ganaderos de doble propósito (SGBDP) y sistemas silvopastoriles (SSP) en el Valle Zoque, Chiapas, mediante el método IDEA v3. Se evaluaron 37 unidades de producción (23 SSP y 14 SGBDP) en tres escalas: ambiental, económica y socio-territorial. Los SSP alcanzaron un índice de sustentabilidad de 54.26, destacando en lo social, mientras que los SGBDP lograron 48.92, con mejor desempeño económico. No hubo diferencias estadísticas significativas ($p = 0.485$), aunque se observó alta correlación estructural ($\rho = 0.895$, $p < 0.001$). Ambos sistemas muestran fortalezas complementarias y viabilidad bajo condiciones tropicales. El método IDEA permitió identificar áreas críticas de mejora. Se recomienda profundizar mediante estudios longitudinales incorporando variables como resiliencia climática, gobernanza y políticas públicas.

PALABRAS CLAVES

Ambiental, económica, ganadería, socio-territorial, sustentable.

ABSTRACT

This study assessed the sustainability of dual-purpose cattle systems (DPCS) and silvopastoral systems (SPS) in the Valle Zoque region of Chiapas using the IDEA method v3. Thirty-seven production units were evaluated (23 SPS and 14 DPCS) across environmental, economic, and socio-territorial dimensions. SPS scored 54.26, driven by social performance, while DPCS scored 48.92, excelling economically. No significant statistical differences were found ($p = 0.485$), but a strong structural correlation was observed ($\rho = 0.895$, $p < 0.001$). Both systems are viable under tropical conditions, with complementary strengths. The IDEA method proved effective in identifying key areas for improvement. Future research should include longitudinal studies and consider climate resilience, governance, and public policy to broaden systemic understanding.

KEYWORDS

Environmental, economic, cattle raising, socio-territorial, sustainable.

Evaluación de la sustentabilidad de la ganadería de doble propósito y silvopastoril mediante el método IDEA

Gálvez-Luis, Joel^{1*}; López-González, Felipe²; García-Martínez, Carlos Galdino²; Yong-Ángel, Gilberto¹; León-Velasco, Horacio¹

RESUMEN

Este estudio comparó la sustentabilidad de sistemas ganaderos de doble propósito (SGBDP) y sistemas silvopastoriles (SSP) en el Valle Zoque, Chiapas, mediante el método IDEA v3. Se evaluaron 37 unidades de producción (23 SSP y 14 SGBDP) en tres escalas: ambiental, económica y socio-territorial. Los SSP alcanzaron un índice de sustentabilidad de 54.26, destacando en lo social, mientras que los SGBDP lograron 48.92, con mejor desempeño económico. No hubo diferencias estadísticas significativas ($p = 0.485$), aunque se observó alta correlación estructural ($\rho = 0.895$, $p < 0.001$). Ambos sistemas muestran fortalezas complementarias y viabilidad bajo condiciones tropicales. El método IDEA permitió identificar áreas críticas de mejora. Se recomienda profundizar mediante estudios longitudinales incorporando variables como resiliencia climática, gobernanza y políticas públicas.

PALABRAS CLAVE

Ambiental, económica, ganadería, socio-territorial, sustentable.

ABSTRACT

This study assessed the sustainability of dual-purpose cattle systems (DPCS) and silvopastoral systems (SPS) in the Valle Zoque region of Chiapas using the IDEA method v3. Thirty-seven production units were evaluated (23 SPS and 14 DPCS) across environmental, economic, and socio-territorial dimensions. SPS scored 54.26, driven by social performance, while DPCS scored 48.92, excelling economically. No significant statistical differences were found ($p = 0.485$), but a strong structural correlation was observed ($\rho = 0.895$, $p < 0.001$). Both systems are viable under tropical conditions, with complementary strengths. The IDEA method proved effective in identifying key areas for improvement. Future research should include longitudinal studies and consider climate resilience, governance, and public policy to broaden systemic understanding.

KEYWORDS

Environmental, economic, cattle raising, socio-territorial, sustainable.

¹Universidad Autónoma de Chiapas

²Universidad Autónoma del Estado de México

*joel.galvez@unach.mx

8.3. Artículo publicado en el 5º Congreso Internacional De Ciencias Agronómicas y Veterinarias, en marzo de 2025.

Estimación de la emisión de metano entérico en vacas Lactantes bajo suplementación energética en un sistema Silvopastoril.

Joel Galvez-Luis.¹, Felipe López-González², Carlos Manuel Arriaga-Jordán², Gilberto Yong-Ángel¹, Patricia Macias-Farrera¹, María Danaee Celis-Alvarez², Horacio León Velasco¹.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas,

²Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario No. 100, colonia Centro, Toluca, México, C. P. 50000*

Corresponding autor: galvezluisjoel@gmail.com

RESUMEN

Los bovinos en pastoreo consumen alta fibra, lo que incrementa la producción de metano. Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una alternativa sustentable para reducir estas emisiones. Este estudio evaluó el metano entérico en vacas lactantes bajo SSP con tres tipos de suplementación energética, usando el modelo de Moraes et al. (2014) y un diseño de cuadrado latino 4x4. La suplementación con melaza (TM) redujo significativamente las emisiones de metano en comparación con el concentrado (TC). Se concluye que TM es una estrategia viable para disminuir las emisiones de metano en vacas lecheras en SSP.

PALABRAS CLAVE: Ganadería bovina, metano entérico, silvopastoril.

ABSTRACT

Grazing cattle consume high fiber, which increases methane production. Silvopastoral systems (SSP) are a sustainable alternative to reducing these emissions. This study evaluated

enteric methane in lactating cows under SSP with three types of energy supplementation, using the model by Moraes et al. (2014) and a 4x4 Latin square design. Molasses supplementation (TM) significantly reduced methane emissions compared to concentrate (TC). It is concluded that TM is a viable strategy to decrease methane emissions in dairy cows under SSP.

KEYWORDS: Bovine Livestock Production, Methane and Enteric Emissions, Silvopastoral Systems.

ESTIMACIÓN DE LA EMISIÓN DE METANO ENTÉRICO EN VACAS LACTANTES BAJO SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL

Joel Galvez-Luis.¹, Felipe López-González², Carlos Manuel Arriaga-Jordán², Gilberto Yong-Ángel¹, Patricia Macías-Farrera¹, Maria Danaee Celis-Alvarez², Horacio León Velasco

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas, ²Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario No. 100, colonia Centro, Toluca, México, C. P. 50000* Corresponding autor: galvezluisjoel@gmail.com

Resumen

Los bovinos en pastoreo consumen alta fibra, lo que incrementa la producción de metano. Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una alternativa sustentable para reducir estas emisiones. Este estudio evaluó el metano entérico en vacas lactantes bajo SSP con tres tipos de suplementación energética, usando el modelo de Moraes *et al.* (2014) y un diseño de cuadrado latino 4x4. La suplementación con melaza (TM) redujo significativamente las emisiones de metano en comparación con el concentrado (TC). Se concluye que TM es una estrategia viable para disminuir las emisiones de metano en vacas lecheras en SSP.

Palabras clave:
Ganadería bovina
metano entérico,
silvopastoril.

Estimation of Enteric Methane Emissions in Lactating Cows Under Energy Supplementation in a Silvopastoral System Abstract

Grazing cattle consume high fiber, which increases methane production. Silvopastoral systems (SSP) are a sustainable alternative to reducing these emissions. This study evaluated enteric methane in lactating cows under SSP with three types of energy supplementation, using the model by Moraes *et al.* (2014) and a 4x4 Latin square design. Molasses supplementation (TM) significantly reduced methane emissions compared to concentrate (TC). It is concluded that TM is a viable strategy to decrease methane emissions in dairy cows under SSP.

Keywords: minimum
Bovine Livestock
Production, Enteric
Methane Emissions,
and Silvopastoral
Systems.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles (SSP) representan una estrategia sustentable para la ganadería bovina en regiones tropicales y subtropicales, combinando gramíneas con árboles forrajeros como *Guazuma ulmifolia*, *Prosopis juliflora*, *Albizia lebakkoides* y *Leucaena leucocephala*. La alimentación basada en forrajes de alta fibra en el rumen genera metano (CH₄) a través de la fermentación microbiana, lo que implica una pérdida de energía y un impacto ambiental significativo (Casanova-Lugo *et al.*, 2016; Benaouda *et al.*, 2019). Se ha demostrado que los compuestos bioactivos de las plantas, como fenoles, taninos y saponinas, tienen efectos antimicrobianos y enzimáticos que reducen la producción de CH₄ (Ku Vera, 2019).

Los SSP no solo contribuyen a la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), sino que también favorecen el secuestro de carbono, la biodiversidad y la conservación del suelo,

8.4. Artículo enviado a la *Indian Journal of Animal Sciences*.

Effect of energy supplementation in a silvopastoral system on methane emissions from lactating cows

Joel Galvez-Luis¹, Maria Danaee Celis-Alvarez², Carlos Manuel Arriaga-Jordán², Gilberto Yong-Ángel¹, Patricia Macias-Farrera¹, Felipe López-González^{2*}

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas, ²Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario No. 100, colonia Centro, Toluca, México, C. P. 50000 *Corresponding autor: flopezg@uaemex.mx

ABSTRACT

Silvopastoral systems (SPS) are a viable strategy for intensifying sustainable livestock production and reducing greenhouse gases through the optimization and rational use of natural resources. The objective of the study was to estimate enteric methane (CH₄

Emissions) in *Bos taurus* x *Bos indicus* cattle by applying four treatments using energy supplements: molasses; *Sorghum spp.*; gluconeogenic precursors; and control treatment, in an SPS with *Leucaena leucocephala* and *Digitaria swazilandensis* in southeastern Mexico. Twelve multiparous lactating cows were used in a 4x4 Latin square design repeated three times with 14-day experimental periods. Methane emissions were estimated from a model derived from a meta-analysis that included variables of milk chemical composition, feed intake, and live weight of the cows. In terms of estimated CH₄ emissions, significant differences were found between the supplements ($P > 0.05$). Molasses was associated with lower CH₄ emissions per kg of milk produced (g/kg total and LCG 4.0%), g/cow per day and g/kg of CMS ($P > 0.05$). This study allowed us to determine methane estimates with diets

formulated with different supplements in a silvopastoral system. In conclusion, in terms of production variables, there were no differences between the types of supplementations; however, there was an effect on estimated methane emissions, indicating lower emissions with molasses-based supplementation (S1), which could be a strategy for reducing methane in SSP.

Keywords: Dual-purpose cattle, enteric methane, grazing cattle, *Leucaena leucocephala*, sustainable livestock farming, tropical legumes.

8.5. Artículo sin enviar.

Caracterización de la ganadería bovina en condiciones subtropicales de los valles centrales de Chiapas.

Joel Galvez-Luis¹, Carlos Galdino Martínez-García², Gilberto Yong Ángel¹, Felipe López González².

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas

²Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México.

RESUMEN

El presente estudio caracteriza los sistemas de ganadería bovina en condiciones subtropicales de los valles centrales de Chiapas, evaluando sus dimensiones productivas, agroecológica, socio-territorial y económica. Los resultados evidencian el predominio de sistemas de doble propósito con baja tecnificación, limitada diversificación productiva y fuerte dependencia del pastoreo. Se identificó una estructura agraria fragmentada, escasa adopción de prácticas

sustentables y una población productora envejecida con reducida participación de relevo generacional. Asimismo, se observó alta variabilidad en costos, baja inversión en insumos y estrategias productivas de baja intensificación. En conjunto, el sistema presenta limitaciones estructurales que afectan su sostenibilidad, destacando la necesidad de implementar políticas y estrategias diferenciadas que impulsen la productividad, la resiliencia y el desarrollo sustentable del sector.

PALABRAS CLÁVES: Ganadería doble propósito, sostenibilidad, agroecológica, socio-territorial, económica.

IX. RESULTADOS GENERALES

Se organizó una base de datos con información de 37 Unidades de Producción Pecuaria (UPP): 23 pertenecientes al sistema silvopastoril (SSP) y 14 al Sistema de Ganadería bovina Doble Propósito (SGBDP), ubicadas en los municipios de Cintalapa, Jiquipilas y Ocozocoautla, Chiapas. Según el perfil productivo, el 97.3% de las unidades se dedican a la producción de carne y leche, mientras que el 2.7% únicamente a carne.

La aplicación del método de Indicadores de Sustentabilidad de Explotaciones Agropecuarias (IDEA), permitió evaluar de manera integral la sustentabilidad de los sistemas de ganado bovino de doble propósito (SGBDP) y los sistemas silvopastoriles (SSPbdp) en condiciones tropicales del Valle Zoque de Chiapas.

Dimensión agroecológica

Los sistemas evaluados, tanto silvopastoriles (SSP) como de ganadería bovina de doble propósito (SGBDP), presentaron un patrón estructural caracterizado por la predominancia de la actividad ganadera, con baja integración agrícola y limitada diversificación biológica. Cerca del 29.7% de las unidades no realiza actividades agrícolas y, en aquellas que sí lo hacen, predomina el monocultivo de maíz o su asociación con sorgo, lo que restringe la complejidad del sistema y la generación de sinergias ecológicas.

En este contexto, la especialización productiva es evidente, con la ganadería bovina presente en el 100% de las unidades y baja diversificación pecuaria con un promedio de apenas 1.95 especies animales por unidad. Asimismo, la baja presencia de cultivos perennes (62.2% de ausencia) y la limitada diversificación reducen la capacidad de resiliencia ante perturbaciones ambientales y económicas.

Aunque los SSP mostraron una mayor incorporación relativa de especies arbóreas y forrajeras, evidenciando un mayor potencial de integración ecológica, este aún es incipiente. La escasa implementación de componentes silvopastoriles limita beneficios como la regulación micro climática, la captura de carbono y la mejora en la calidad del forraje.

En términos de manejo, ambos sistemas presentaron esquemas mixtos con predominio de prácticas mecánicas y químicas (37.8%), reflejando un nivel intermedio de tecnificación. Esta condición se complementa con prácticas tradicionales, como el ordeño manual (97.3%) y sistemas de pastoreo distribuidos entre controlados (51.4%) y extensivos (48.6%), lo que evidencia una transición parcial hacia la tecnificación sin consolidar un enfoque agroecológico integral.

En conjunto, estos elementos configuran sistemas funcionales, pero estructuralmente limitados en términos de sustentabilidad, particularmente en diversificación, resiliencia, tecnificación y eficiencia en el uso de recursos. Si bien los SSP presentan ventajas relativas en integración ecológica, su desempeño global es comparable al de los SGBDP debido a limitaciones compartidas, lo que subraya la necesidad de promover estrategias de transición agroecológica más integrales que fortalezcan la multifuncionalidad y la capacidad adaptativa de estos sistemas.

Dimensión socio-territorial

Los resultados evidencian que los sistemas productivos analizados presentaron limitaciones estructurales y organizativas que afectan de manera directa su sostenibilidad. Los SSP evidenciaron diversas limitaciones en la dimensión socio-territorial lo que determinó la sustentabilidad con 54.26 %.

Entre los principales factores destacaron las deficiencias en la infraestructura productiva el 81% se clasificó como regular o deficiente, lo que restringe la eficiencia operativa y el bienestar animal lo que influye en la adopción de innovaciones y genera brechas en el desempeño productivo y ambiental.

Desde el ámbito socio-productivo, predominaron unidades basadas en trabajo familiar, con acceso limitado a apoyos gubernamentales (78.4% sin apoyos), niveles educativos mayoritariamente básicos (59.4%) y una planificación productiva restringida, evidenciada por la incertidumbre sobre el futuro en el 32.4% de los productores. Aunque los SSP muestran ciertas ventajas en integración social y territorial, ambos sistemas comparten limitaciones en capital humano, organización e institucionalidad.

Adicionalmente, se identificaron riesgos en la transmisión generacional, asociados a una continuidad parcial de las unidades productivas, así como una baja formalización del empleo, caracterizada por el predominio del trabajo familiar y la escasa contratación de mano de obra externa.

En conjunto, estos elementos configuran sistemas con debilidades en la dimensión socio-territorial, particularmente en aspectos vinculados con la calidad de vida, el desarrollo humano, el empleo y la capacidad de adaptación, lo que representa un desafío significativo para su sustentabilidad integral.

Dimensión económica

Los sistemas ganaderos analizados presentaron una dinámica económica caracterizada por baja inversión, limitada rotación de capital y escasa tecnificación. Los SGBDP mostraron

una ligera desventaja asociada a su dependencia de insumos externos usados para la maximización productiva y estrategias de manejo enfocadas a la rentabilidad.

En ambos sistemas predominó la ausencia de incorporación de pie de cría (86.5%) y animales de reemplazo (81.1%), lo que evidencia sistemas cerrados con baja innovación genética. Asimismo, la comercialización se realiza principalmente de forma anual (75.7%), lo que restringe la frecuencia de ingresos y la liquidez.

El uso de suplementación es heterogéneo, aunque prevalecen esquemas de baja intensidad productiva con ausencia de esta práctica (48.6%), en contraste con un grupo reducido que implementa estrategias más intensivas. A su vez, los costos de producción muestran alta variabilidad, reflejando la coexistencia de unidades de subsistencia con sistemas más tecnificados.

En conjunto, este patrón evidenció sistemas orientados al control de costos y la autosuficiencia, pero con restricciones en su capacidad de modernización y adaptación al mercado, lo que puede afectar su productividad, competitividad y sostenibilidad en el largo plazo.

X. DISCUSIONES GENERALES

La evaluación de la sustentabilidad en sistemas ganaderos tropicales constituye un desafío multidimensional que requiere integrar aspectos productivos, ambientales, económicos y sociales. Los estudios analizados evidencian que tanto los sistemas ganaderos de doble propósito (SGBDP) como los sistemas silvopastoriles (SSP) presentan características particulares que determinan su desempeño sostenible bajo condiciones tropicales en la región Zoque de Chiapas. En conjunto, los resultados sugieren que la sustentabilidad no es una propiedad inherente al tipo de sistema productivo, sino el resultado de la interacción entre prácticas de manejo, condiciones estructurales y estrategias de adaptación.

Uno de los hallazgos más relevantes es la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en los índices globales de sustentabilidad entre los SSP y los SGBDP, a pesar de presentar valores diferenciados en sus dimensiones internas (Gálvez-Luis et al., 2025a; Gálvez-Luis et al., 2025b). Este resultado coincide con lo reportado por otros estudios que indican que sistemas productivos aparentemente contrastantes pueden alcanzar niveles similares de sustentabilidad cuando existen condiciones de manejo equivalentes (Astier et al., 2008). En este sentido, los SSP alcanzaron valores limitantes en la dimensión socio-territorial, mientras que, para los SGBDP en la dimensión económica, lo que evidencia la existencia de fortalezas complementarias entre ambos sistemas.

La predominancia de la dimensión socio-territorial en los SSP puede explicarse por su falta de integración con el entorno ecológico y social, lo cual limita los procesos como la diversificación productiva, la conservación de la biodiversidad y el fortalecimiento del capital social (Murgueitio et al., 2016). En estos sistemas es necesario fomentar la interacción entre los componentes del agroecosistema, lo que generaría beneficios indirectos en la

cohesión comunitaria y en la percepción de sostenibilidad por parte de los productores. En contraste, los SGBDP descuidan la rentabilidad económica por sus limitadas estrategias de manejo orientadas a la producción, lo que explica su pobre desempeño en la dimensión económica (Gálvez-Luis et al., 2025a).

No obstante, la alta correlación estructural entre ambos sistemas ($\rho = 0.895$) sugiere que comparten una base funcional similar en términos de organización productiva y toma de decisiones (Gálvez-Luis et al., 2025b). Esto refuerza la idea de que las diferencias observadas no responden únicamente al tipo de sistema, sino a factores estructurales como el acceso a tecnología, el nivel de capacitación y las condiciones socioeconómicas de los productores. En este contexto, Binder et al. (2010) señalan que la sustentabilidad en sistemas agropecuarios debe analizarse desde una perspectiva sistémica, considerando las interacciones entre múltiples variables y no únicamente los resultados agregados.

Por otra parte, los estudios relacionados con la emisión de metano entérico aportan una dimensión ambiental clave para comprender la sustentabilidad de los sistemas ganaderos. Los resultados muestran que la suplementación energética, particularmente con melaza, reduce significativamente las emisiones de metano en vacas lactantes bajo SSP (Gálvez-Luis et al., 2025c; Gálvez-Luis et al., 2025d). Este hallazgo es consistente con investigaciones previas que indican que la calidad de la dieta influye directamente en la producción de metano, ya que dietas con mayor disponibilidad energética favorecen rutas metabólicas más eficientes (Moraes et al., 2014).

La reducción de emisiones mediante suplementación energética en SSP representa un avance importante hacia la mitigación del cambio climático, posicionando a estos sistemas como una alternativa viable para la producción sustentable. Sin embargo, es importante destacar que no

se observaron diferencias significativas en variables productivas entre los tratamientos, lo que indica que es posible reducir emisiones sin comprometer la productividad (Gálvez-Luis et al., 2025d). Este resultado es particularmente relevante, ya que uno de los principales retos de la ganadería sustentable es lograr un equilibrio entre productividad y reducción de impactos ambientales (FAO, 2023).

En contraste, la caracterización de los sistemas ganaderos en condiciones subtropicales revela limitaciones estructurales importantes en los SGBDP, tales como baja tecnificación, escasa diversificación productiva y limitada adopción de prácticas sustentables (Gálvez-Luis et al., 2025e). Estas condiciones afectan negativamente su sostenibilidad, especialmente en contextos de cambio climático y presión sobre los recursos naturales. La fragmentación de la estructura agraria y la falta de relevo generacional también representan desafíos significativos para la continuidad del sistema productivo, lo cual ha sido señalado como un factor crítico en la sostenibilidad rural (García-Martínez & Rayas-Amor, 2022).

La comparación entre los estudios sugiere que los SSP tienen mayor disposición para integrar prácticas sostenibles, particularmente en la dimensión ambiental, mientras que los SGBDP presentan desventajas en términos de estabilidad económica en el corto plazo. No obstante, ambos sistemas enfrentan retos comunes relacionados con la adopción tecnológica, la gestión de recursos y la adaptación al cambio climático. En este sentido, la sustentabilidad debe entenderse como un proceso dinámico que requiere ajustes constantes en función de las condiciones del entorno (Folke et al., 2010).

Un aspecto clave que emerge es la necesidad de incorporar nuevas variables en la evaluación de la sustentabilidad, particularmente la resiliencia climática, la gobernanza y las políticas públicas (Gálvez-Luis et al., 2025b). Estos elementos no están plenamente integrados en

metodologías como IDEA, lo que limita su capacidad para capturar la complejidad de los sistemas ganaderos tropicales. En este contexto, autores como Ostrom (2009) destacan la importancia de considerar las instituciones y las reglas de gobernanza en el análisis de los sistemas socioecológicos.

Asimismo, la evidencia sugiere que la transición hacia sistemas más sostenibles no depende exclusivamente de la implementación de prácticas técnicas, sino también de factores sociales y culturales. La percepción del productor, su conocimiento tradicional y su disposición al cambio son determinantes en la adopción de innovaciones (Altieri & Nicholls, 2017). Por lo tanto, cualquier estrategia de intervención debe considerar estos aspectos para garantizar su efectividad.

En términos generales, los resultados permiten identificar tres ejes fundamentales para mejorar la sustentabilidad de la ganadería tropical: (1) la optimización del manejo productivo mediante tecnologías adaptadas, (2) la integración de prácticas agroecológicas como los sistemas silvopastoriles y (3) el fortalecimiento del capital social y la gobernanza. La combinación de estos elementos puede generar sistemas más resilientes, capaces de enfrentar los desafíos actuales y futuros del sector ganadero.

Finalmente, es importante destacar que la sustentabilidad no debe evaluarse únicamente a partir de indicadores cuantitativos, sino también considerando procesos cualitativos que reflejen la complejidad de los sistemas productivos. En este sentido, la integración de enfoques metodológicos y la generación de índices adaptados al contexto tropical representan una oportunidad para avanzar en la investigación y la toma de decisiones en el sector ganadero.

XI. CONCLUSIONES

En Chiapas, la ganadería bovina doble propósito (GBDP) es uno de los pilares de la economía rural, donde se combina la producción de leche y carne bajo condiciones de alta biodiversidad y retos de sustentabilidad. Combinar la actividad ganadera con actividades agroforestales amigables con el ambiente, mejoran la productividad dentro de las unidades ganaderas evitando degradar el ecosistema.

La presente investigación permitió evaluar de manera integral la sustentabilidad de los sistemas de ganado bovino de doble propósito (SGBDP) y silvopastoriles (SSPbdp) en condiciones tropicales del Valle Zoque de Chiapas, mediante la aplicación del método de Indicadores de Sustentabilidad de Explotaciones Agropecuarias (IDEA).

En primer término, se confirma la hipótesis planteada, ya que no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en los indicadores de sustentabilidad agroecológica, socio-territorial y económica entre los SGBDP y los SSPbdp. Las evidencias indican que ambos sistemas poseen niveles comparables de sustentabilidad.

No obstante, aunque los niveles de sustentabilidad son similares, se identificaron diferencias en los factores que la determinan. En los SSPbdp la escala determinante es la socio-territorial, lo que refleja la necesidad de mayor integración con el entorno, el tejido social y los principios agroecológicos. En contraste, en los SGBDP la sustentabilidad está mayormente influenciada por la escala económica, evidenciando una carestía en la rentabilidad y eficiencia productiva. Esta divergencia confirma que la sustentabilidad no depende únicamente del tipo de sistema, sino de la interacción compleja entre sus dimensiones.

Así también, los resultados permiten concluir que los SSPbdp no son necesariamente más sustentables que los SGBDP en términos globales, aunque sí presentan ventajas en las escalas de sustentabilidad. Esto sugiere que su potencial como modelo sustentable radica en su enfoque integral y en la generación de sinergias ecológicas, más que en una superioridad cuantitativa absoluta.

De esta manera, se demuestra que las prácticas de manejo constituyen el factor determinante en la sustentabilidad de los sistemas ganaderos, por encima del modelo productivo en sí mismo. Esto implica que tanto los SGBDP como los SSPbdp pueden mejorar su desempeño sustentable mediante la adopción de estrategias adecuadas de manejo, uso eficiente de recursos y fortalecimiento del capital social.

El uso del método IDEA resultó ser una herramienta eficaz para evaluar la sustentabilidad de manera objetiva y multidimensional, permitiendo identificar fortalezas y áreas de oportunidad en los sistemas analizados. Su aplicación contribuye a la generación de diagnósticos comparativos útiles para la toma de decisiones en el ámbito productivo y de políticas públicas.

Finalmente, se concluye que es necesario fortalecer la investigación en sistemas ganaderos tropicales, ampliando el análisis a un mayor número de unidades de producción pecuaria (UPP) y considerando variables adicionales que permitan profundizar en la comprensión de la sustentabilidad. De igual manera, se requiere el diseño e implementación de políticas públicas orientadas al uso responsable de los recursos naturales, así como la transferencia de tecnologías y conocimientos que promuevan prácticas ganaderas más sustentables, resilientes y adaptadas a las condiciones locales.

XII. BIBLIOGRAFIA

- Albarrán-Portillo, B., Rebollar-Rebollar S., García-Martínez. A., Rojo-Rubio R., Avilés-Nova N., & Arriaga-Jordán C. M. 2015. Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. *Trop Animal Health and Production*, 47(3), 519-523. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0753-8>
- Altieri, M. A., et al. 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*. 35(1), 869-890.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. 2017. Agroecology: A brief account of its origins and currents of thought. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(3-4), 231–237
- Amaya Padilla, J. A., 2023. Viabilidad de la ganadería bovina extensiva del sur de Sinaloa. Chapingo, Estado de México: UAC.
- Angel Hernández, A. & Morales Flores, S., 2023. Sistemas silvopastoriles intensivos donde se incorporen arbustos forrajeros como opción a la sustentabilidad ganadera en la Región Centro del estado de Veracruz. *Jovenes en la Ciencia*, 23, 1-6.
- Angón, E., García, A., Perea, J. & Barba, C., 2016. Evaluación de la sostenibilidad en sistemas ganaderos. *Ambienta*, Volumen 116, 82-89.
- Arellano-Esparza, C. A., 2022. Seguridad alimentaria y política pública: un desafío civilizatorio. *Estudios Sociales*, 32(59).
- Astier, M., Masera, O., & Galván-Miyoshi, Y. 2008. Evaluating the sustainability of small farmer natural resource management systems. *Ecological Economics*, 64(2), 401–414.

Becoña López, G., 2023. Plan Agropecuario. [En línea] Available at:

<https://www.planagropecuario.org.uy/web/102/contenido/evaluaci%C3%B3n-medio-ambiental-ganadera.html> [Último acceso: 14 12 2023].

Bennett, A., Lhoste, F., Crook, J. & Phelan, J., 2006. FAO.ORG. [En línea] Available at:

<https://www.fao.org/3/a0255s/a0255s05.pdf> [Último acceso: 06 12 2023].

Bienestar, S. d., 2023. Gobierno de México. [En línea] Available at:

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/791847/07Chiapas23.pdf> [Último acceso: 21 11 2023].

Binder, C. R., Feola, G., & Steinberger, J. K. 2010. Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments. *Sustainability*, 2(12), 3885–3902.

Bossel, H. 1999. Indicators for sustainable development: Theory, method, applications. IISD.

Calderón, J.; Nahed, J., Sánchez, B., Herrera, O., Aguilar, R. y Parra, M. (2012). Estructura y función de la cadena productiva de carne de bovino en la ganadería ejidal de Tecpatán, Chiapas, México. *Av. en Inv. Agropecuaria*. 16(2), 45-61.

CEIEG, C. E. d. I. E. y. G. d. C., 2022. Gobierno del Estado de Chiapas. [En línea]

Available at:

https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/CIGECH/reporte_Ganaderia_2022.pdf [Último acceso: 24 11 2023].

Cuevas-Reyes, C., and Rosales-Nieto, C. A. 2018. Characterization of the dual-purpose bovine system in northwest Mexico: producers, resources and problematic. MVZ Córdoba, 23(1), 6448-6460. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1240>

De Batista, M., Leitieri Farias, M. M., Jankovik, V. V. & Mancíni, C. M., 2022. Evaluación de sustentabilidad para sistemas ganaderos extensivos en el sur de la provincia de Santa Fe.. Vigésimosextas Jornadas "Investigaciones en la Facultad" de Ciencias Económicas y Estadística, Issue 26, pp. 01-08.

de Olde, E. M., Bokkers, E. A. & de Boer, I. J., 2017. The Choice of the Sustainability Assessment Tool Matters: Differences in Thematic Scope and Assessment Results. Ecological Economics, Volumen 136, 77-85.

Díaz Olaya, M. d. R., 2016. Evaluación de la sostenibilidad de la ganadería de cría bovina en la zona de sabana inundable del departamento de Casanare Colombia Suramérica. Ávila Castilla y León, España: UCAV.

Durán Melendez, E., Ruiz Martínez, A. & Sánchez Vázquez, V., 2018. Competitividad de la ganadería de doble propósito en la costa de Oaxaca, México. Revista Mexicana de Agronegocios, Volumen 43, 77-88.

FAO. 2019. Silvopastoral systems in Latin America.

FAO. 2023. Sustainable livestock transformation. Food and Agriculture Organization.

FAO-AGRIS, 2019. Análisis de los sistemas silvopastoriles como método de alimentación para la producción bovina en el litoral ecuatoriano. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/ec/>

FAO, O. d. l. N. U., 2023. La ganadería y el medio ambiente. [En línea] Available at:

<https://www.fao.org/livestock-environment/es> [Último acceso: 2023 11 23].

FAO, O. d. l. N. U. p. l. A. y. l. A., 2017. El futuro de la alimentación y la agricultura:

Tendencias y desafíos. [En línea] Available at: <https://www.fao.org/3/i6881s/i6881s.pdf>

[Último acceso: 06 12 2023].

FAO, O. d. l. N. U. p. l. A. y. l. A., 2023. Ganadería sostenible y cambio climático en

América Latina y el Caribe. [En línea] Available at:

<https://www.fao.org/americas/prioridades/ganaderia-sostenible/es/> [Último acceso: 27 11

2023].

FAO, O. d. l. N. U. p. l. A. y. l. A., 2023. Modelo de Evaluación Ambiental de la Ganadería

Mundial (GLEAM). [En línea] Available at: <https://www.fao.org/gleam/es/> [Último acceso:

14 12 2023].

Flores González, A. M., 2019. Ganadería Sustentable, Adopción Tecnológica y Capital

Social en la Selva Lacandona, Chiapas, México. San Cristobal de la Casas, Chiapas:

Ecosur.

Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010).

Resilience thinking. Ecology and Society, 15(4), 20.

Galina, C. S. & Geffroy, M. 2023. Dual-Purpose Cattle Raised in Tropical Conditions:

What Are Their Shortcomings in Sound Productive and Reproductive Function?. Animals,

13(2224), pp. 1-18.

- Gálvez Cerón, A. L., Apráez Guerrero, J. E., Apráez Muñoz, J. J. & Ruales España, F. R. 2019. Implementación y evaluación de un sistema silvopastoril en el Chocó biográfico colombiano. *Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 11(2), 1-23.
- Gálvez-Luis, J., et al. 2025a. Comparison of sustainability between dual-purpose and silvopastoral systems in Chiapas. *Agro Productividad*, 18(9), 215-225.
- Gálvez-Luis, J., et al. 2025b. Evaluación de la sustentabilidad mediante el método IDEA. *Congreso Mesoamericano de Investigación UNACH*, 12(1), 858-862.
- Gálvez-Luis, J., et al. 2025c. Estimación de metano entérico en sistemas silvopastoriles. *Congreso Internacional de Ciencias Agronómicas*, 6(1), 68-71.
- Gálvez-Luis, J., et al. 2025d. Effect of energy supplementation on methane emissions. *Indian Journal of Animal Sciences*, (en revisión).
- Gálvez-Luis, J., et al. 2025e. Caracterización de la ganadería bovina en condiciones subtropicales de los valles centrales de Chiapas, manuscrito no publicado.
- García-Martínez, A., Vences-Pérez, J., Albarrán-Portillo, G., Rebollar-Rebollar, S. & Arriaga-Jordán, C. M. 2017. Evaluación de la sostenibilidad de sistemas ganaderos doble propósito en México. El caso de la producción de leche.. *AIDA*, Issue 17, 3-5.
- García-Martínez, C. G. & Rayas-Amor, A. A. 2022. Sistemas de producción de leche en pequeña escala, una opción de desarrollo rural. *Ciencias*, pp. 74-75.
- González-Padilla, E., y Dávalos-Flores, J. L. 2018. Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical. En González, P. Capítulo I. Recursos naturales y ganadería en el trópico. 356p.

González-Rebeles I. C., Palma García J. M., Silva Cassani N. N. Z., Gómez Fuentes G. T., Galindo Maldonado F. A. 2018. Recursos naturales y ganadería en el trópico en Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical.

Gómez de Segura, R. B., 2018. Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis. Bilbao, España: Creative Commons.

Granados-Rivera, L. D. y otros, 2019. Caracterización y tipificación del sistema doble propósito en la ganadería bovina del Distrito de Desarrollo Rural 151, Tabasco, México. Acta Universitaria, 28(6), 47-57.

Gutiérrez Bermúdez, C. d. C. & Mendieta Araica, B. G., 2022. Sistemas silvopastoriles: una alternativa para la ganadería bovina sostenible. La Calera, 22(38), 46-52.

Hamadi, N., Aloulou, R., Hedhly, M., y BenHamouda, M. (2009). Evaluation de la durabilite des exploitations laitières tunisiennes par method des exploitations tunisiennes par la method IDEA” en Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 13 (2).

IICA, I. C. (2021). Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura.

Recuperado el 23 de 11 de 2023, de <https://iica.int/es/prensa/noticias/la-ganaderia-en-mexico-tiene-amplio-potencial-para-contribuir-la-mitigacion-y-la>

Juárez-Barrientos, J. M., Herman-Lara, E., Soto-Estrada, A., Ávalos-de la Cruz, D. A., Vilaboa-Arroniz, J., & Díaz-Rivera, P. (2015). Tipificación de sistemas de doble propósito para producción de leche en el distrito de desarrollo rural 008, Veracruz, México. Revista Científica, 25(4), 317-323. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95941173007>

- Magaña Magaña, M. Á., Leyva Morales, C. E., Alonzo Solís, J. F. & Leyva Pech, C. G., 2020. Indicadores de competitividad de la carne bovina de México en el mercado mundial. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(3), 669-685.
- Martín-Crepeo Blanco, M. C. & Salamanca Castro, A. B., 2007. El muestreo en la investigación cualitativa. *Nure Investigación*, Issue 27, 10-14.
- Matos Uribe, F. F., Contreras Contreras, F., & Olaya Guerrero, J. C. 2020. Estadística descriptiva y probabilidad para las ciencias de la información con el uso de SPSS. Lima, Perú: ASOCIACIÓN DE BIBLIOTECÓLOGOS DEL PERÚ. Obtenido de <https://archive.org/>
- Maxwell, J. A. 2012. A realist approach for qualitative research. Sage
- Meneses, J. 2019. Introducción al análisis multivariante (Primera ed.). Barcelona: FUOC.
- Molina, I. C., Donney's, G., Montoya, S., Rivera, J. E., Villegas, G., Chará, J. & Barahona, R. 2015. La inclusión de *Leucaena leucocephala* reduce la producción de metano de terneras *Lucerna* alimentadas con *Cynodon plectostachyus* y *Megathyrsus maximus*. *Livest. Res. Rural Dev.* 27: Article # 96. Available: <http://www.lrrd.org/lrrd27/5/moli27096.html>.
- Moraes, L. E., et al. 2014. Prediction of enteric methane emissions. *Journal of Dairy Science*.
- Murgueitio, E., J.D. Chará, A. Solarte, F. Uribe, C. Zapata & J.E. Rivera. 2013. Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. Universidad de Antioquia, Colombia, *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias (RCCP)* 26:313-316.

Murgueitio Restrepo, E., Barahona Rosales, R., Flores Estrada, M. X., Chará Orozco, J. D., & Rivera Herrera, J. E. 2016. Es Posible Enfrentar el Cambio Climático y Producir más Leche y Carne con Sistemas Silvopastoriles Intensivos. *Ceiba*, 54(1), 23-30.

doi:10.5377/ceiba.v54i1.2774

Murgueitio, E., Chará, J., Barahona, R., & Rivera, Julián E. 2019. Avances en Ganadería Sostenible con Sistemas silvopastoriles en América Latina. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(1), 65-71.

Navas-Panadero, A., Hernández-Larrota, J. D., & Velásquez_mosquera, J. C. 2021.

Producción y calidad de forraje de *Sambucus nigra* en cercas vivas, trópico alto colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, 32(2), 523-537. Obtenido de

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/index>

Orantes-Zebadúa, Miguel Ángel, Platas-Rosado, Diego, Córdova-Avalos, Víctor, De los Santos-Lara, María del Carmen, & Córdova-Avalos, Antonio. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(1), 49-58.

Ostrom, E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422.

Prospero Bernal, F. (2013). Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción de leche en escala en la época de estiaje en el noroeste del Estado México. [Tesis de

Maestría. Universidad autónoma del estado de México]. Repositorio

<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/64376>.

Rodríguez Espinoza, M. Y., Nahed Toral, J., Albores Moreno, S., & Grande Cano, J. 2025. Dinámica de uso multitemporal de unidades de pastoreo en la ganadería de doble propósito y su producción en la Región Zoque, Chiapas. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México El Colegio de la Frontera Sur. <https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-ECOSUR:65497/Description>

Rodríguez-Moreno, O. G., Nahed-Toral, J., Guevara-Hernández, F., Alayón-Gamboa, J. A., & Grande-Cano, J. D. 2020. Historia y caracterización técnica y socioeconómica de la ganadería bovina en la costa de Chiapas, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(55), 1-13. doi:10.56369/tsaes.3058

Rojas Sandoval, L. A., Gutiérrez Vázquez, E., Mondragón Ancelmo, J., & García Martínez, A. 2017. Los sistemas ganaderos de bovinos doble propósito en el subtrópico de Michoacán, México. En B. A. Cavallotti Vázquez, J. A. Cesín Vargas, B. Ramirez Valverde, & E. e. pecuaria (Ed.), *Estudios económicos y sociales de la producción pecuaria*. 107-118. Chapingo, estado de México. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/68872>

Ruiz Arinabar, G. (2019). Análisis de conglomerados. *Revista Varianza*, 1(16), 65-84. Obtenido de http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S9876-67892019000100009&lng=pt&nrm=iso

Ruiz-Sesma, B., Herrera-Haro, J. G., Rojas-Martínez, R. I., Mendoza-Nazar, P., Ruiz-Sesma, H., & Ruíz-Hernández, H. (2021). Caracterización del sistema doble propósito bovino y evaluación reproductiva de toros en el estado de Chiapas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*(2), e2811. Obtenido de <https://doi.org/10.19136/era.a8nII.2811>

SIAP, S. d. I. A. y. P., 2023. Gobierno de México. [En línea] Available at:

https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/ [Último acceso: 24 11 2023].

Solís Vázquez, O. O., Campos Saldaña, R. A., Cruz Macías, W. O. & Hernández García, V., 2023. Caracterización socio productiva de sistemas ganaderos Bovinos en dos áreas de la Región Frailesca, Chiapas. *Ciencia Latina Internacional*, 7(2), 3795-3810.

Thomas Muñoz, R., 2022. ¿Que falta para entender la sustentabilidad?. *Época III*, 27(54), 77-117.

Tittonell, P. 2014. Ecological intensification of agriculture. *Agricultural Systems*, 8(129), 53-61.

Torres Lemus, E., 2019. Comparación de métodos para la evaluación de la sostenibilidad en sistemas de producción de leche en pequeña escala en México. Toluca, México: UAEMEX.

Zahm, F., Viaux, P., Vilain, L., Girardin, P., & Mouchet, C. 2008. Assessing farm sustainability with the IDEA method - from the concept of agriculture sustainability to case studies on farms. *Sustainable Development*, 16(4), 271–281.

XIII. ANEXOS

CUESTIONARIO DE SUSTENTABILIDAD SEGÚN EL MÉTODO IDEA

ENCUESTA PARA EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD EN LOS SPLPE EN JUAN DEL GRIJALVA, OCOZOCOAUTLA, CHIAPAS.

FECHA / /

NOMBRE DEL PREDIO:

NOMBRE DEL PRODUCTOR:

TELÉFONO:

EJIDO:

UBICACIÓN DEL PREDIO (SE ANEXA CROQUIS):

EXTENSIÓN DEL PREDIO: ÁREA CON RIEGO ÁREA SIN RIEGO N°

PARCELAS UTILIZADAS PARA PRODUCCIÓN:

ÁREA DE LAS PARCELAS:

RENTA TERRENO: ÁREA RENTADA:

NÚCLEO FAMILIAR (N°) MUJERES HOMBRES NIÑOS NIÑAS

FAMILIARES QUE TRABAJAN EN EL PREDIO _____

RANGO DE EDAD DE LAS PERSONAS INVOLUCRADAS EN EL TRABAJO DE PREDIO:

ESCALA AGROECOLÓGICA

DIVERSIDAD

Diversidad de cultivos anuales o temporales

¿Existen cultivos anuales o temporales en la finca?

Nº de especies: Nombre de las especies:

Manejo que se les da:

Rotación de Cultivos

¿Después que cosechan el maíz, siembran otro cultivo en ese lugar?

Cual:

Diversidad de cultivos perennes

¿Existen cultivos perennes en la finca?

Nº de especies Nombre de las especies:

Manejo:

Diversidad Animal

Nº de especies Nombre de las especies:

Manejo que se les da:

Diversidad de vegetación asociada

¿Existen cultivos asociados (besanas)?

N° de especies Especie y Cantidad:

Manejo que se les da:

Conservación de especies nativas – forrajeras

¿Existen especies nativas cultivadas?

N° de especies Nombre de las especies:

Manejo que se les da:

MANEJO DE NUTRIENTES

Producción de leche

¿Se llevan registros de producción? Si No

Tipo de ordeño: Mecánico Manual

N° vacas en producción Litros producidos por día:

¿Quién le compra la leche? Precio del litro de leche \$

¿Realiza control de mastitis?

Área de manejo para el forraje

¿Existe un área para almacenamiento de forraje? Si No Área total:

Protección de áreas naturales

¿Realizan quemas en la finca?

¿Existe alguna fuente de agua o bosque en la finca?

¿Qué manejo se le da?

Área de praderas

¿Existen praderas en la finca? Si No

Praderas Inducidas Si No

Área total en praderas Inducidas

¿Qué manejo se le da?

Pastizales nativos

Área total en pastizales nativos

¿Qué manejo se le da?

PRACTICAS DE MANEJO

Manejo reproductivo: Monta Natural IA Precio por pajilla \$

Fertilización

¿Utilizan fertilizantes?

¿Cuáles?

Cantidad aplicada

Precio \$

Manejo del estiércol

¿Se le hace tratamiento al estiércol? SI NO

¿Cuál?

Usos:

Cantidad aplicada:

Pesticidas y productos veterinarios

¿Utiliza pesticidas? SI NO ¿Cuáles y para qué?

Cantidad aplicada:

Precio: \$

¿Utiliza productos veterinarios?

¿Cuáles y para qué?

Cantidad aplicada:

Precio: \$

Bienestar animal

Condiciones de alojamiento

Salud general del hato

¿Las vacas salen a pastoreo?

Horas al día:

Crianza de becerros

Toma de calostro

Desinfección de ombligo

Manejo del recurso hídrico

¿Existe riego en la finca? Usos:

Cantidad utilizada:

Precio: \$

¿Hacen reutilización del agua? ¿Cómo?

Dependencia de energía

Cantidad de energía utilizada: Precio: \$

ESCALA SOCIO-TERRITORIAL

CALIDAD Y PRODUCTOS DE LA TIERRA

Instalaciones e infraestructura

¿Existe infraestructura e instalaciones?

Manejo de residuos orgánicos

¿Utilizan los subproductos? SI NO

¿En qué especies? Cerdos Perros Otros

Vinculación comunitaria Relaciones interpersonales con la comunidad

1 2 3 4 5

ORGANIZACIÓN Y ESPACIO

Seguridad social

¿Cuentan con asistencia médica gratuita?

Trabajo comunitario

¿Realiza trabajo comunitario?

¿Cuál?

Sustentabilidad probable de la finca

¿Cómo ve la finca en 30 años?

Generación de empleo

Mano de obra fija \$

Mano de obra temporal \$

Mano de obra familiar \$

ÉTICA Y DESARROLLO HUMANO

Formación

Educación producto Cual:

Otros miembros de la familia

Horas de trabajo

Horas de trabajo al día

Labores que toman más tiempo

Calidad de vida

Transmisibilidad Continuidad de los hijos en la finca

ESCALA ECONÓMICA

Viabilidad económica

¿Compra animales para pie de cría? ¿Cada cuánto? Costo: \$

¿Compra animales para remplazo? ¿Cada cuanto? Costo: \$

¿Vende animales? Cada cuanto? Costo \$

Alimento suministrado y cantidad 1. 2. 3.

¿Siembra de cultivos? SI NO

Costo preparación del terreno:

Costo de semilla (Ha):

Costo de siembra:

Costo mano de obra:

Costos fertilizantes:

Costos Cosechada:

Nº de jornales totales \$ Obs:

Independencia

¿Tiene alguna actividad diferente o alterna a la finca?

¿Cual?

¿Participación en los programas del gobierno?

¿Cuáles?

ENCUESTA SEMIESTRUCTURADA PARA LA RECOLECCIÓN MENSUAL DE INFORMACIÓN

Nombre del productor:

Litros producidos: Litros vendidos: Costo: Vacas ordeñadas:

Vacas secas: Vacas inseminada: Costo: Número de becerros:

Número de becerras: Partos: Número de vaquillas: Becerros vendidos:

Costo: Vacas enfermas: Gastos en veterinario:

Pago de agua potable: Mano de obra contratada: Costo:

Pago de riegos: Pago de Luz: Tamaño del hato:

Combustible/semana Gasolina Costo: Diesel: Costo: Costos de alimento:

Alimento

Cantidad por día: Cantidad por semana: Costo por unidad:

Observaciones

Vacas:

Litros Producidos Peso Condición corporal

CROQUIS DEL PREDIO