REVISTA DE GEOGRAFÍA AGRÍCOLA
estudios regionales de la agricultura mexicana

https://doi.org/10.5154/r.rga.2026.01.011

Sección: Estudios sobre las relaciones entre la agricultura,
los modos de producción y el espacio geográfico

Artículo científico

Caracterización del sistema silvopastoril para ganado bovino en comunidades indígenas de Cualac, Guerrero

Salvador Sulpicio-Neponuceno[1] (https://orcid.org/0009-0007-0317-2579)
José Luis Jaramillo-Villanueva[1]* (https://orcid.org/0000-0001-8179-6351)
Sergio Martínez-Trinidad[1] (https://orcid.org/0000-0002-9880-1994)
Martín Neri-Suárez[2] (https://orcid.org/0000-0003-1828-8906)

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla, No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, C.P. 72760, México

[2]Universidad Politécnica de Puebla. Tercer Carril del Ejido "Serrano", S/N, San Mateo Cuanalá, Juan C. Bonilla, Puebla, C.P. 72640, México.

*Autor para correspondencia: jaramillo@colpos.mx

Resumen

La creciente demanda alimentaria induce a la degradación de los recursos naturales, posicionando al sistema silvopastoril (SSP) como una alternativa de mitigación ambiental. El objetivo fue caracterizar el SSP en cinco comunidades indígenas de Cualac, Guerrero, clasificando el uso de la vegetación para el ganado y el tipo de productor. La metodología integró 41 entrevistas

estructuradas a ganaderos, análisis de datos con el software QGIS® para la georreferenciación y el análisis de cambio de uso del suelo. Los ganaderos se identificaron como indígenas, con edad promedio de 49 años, seis años de escolaridad y 22 años de experiencia como ganaderos. El 68 % son dueños de su tierra y el 24 % tiene propiedad comunal. La ganadería que se practica es de pequeña escala, con promedio de nueve cabezas (animales) por ganadero. Los resultados muestran que el sistema estudiado, aunque definido como silvopastoril, mantiene una fuerte orientación como agrosilvopastoril debido a la integración agrícola. Se identificó una rica vegetación nativa aprovechada para la alimentación bovina (árboles, arbustos, pastos, hierbas y rastrojos) y otros beneficios para el productor (especies maderables, frutales, medicinales, ornamental, leña y quelites). Se concluye que el SSP aporta el alimento para el ganado, fomenta la biodiversidad y constituye una alternativa potencial para el manejo sostenible local; no obstante, se requiere brindar capacitación técnica a los productores. La diversidad de usos de la vegetación en los potreros es fundamental para consolidar propuestas silvopastoriles adaptadas al contexto socioeconómico regional.

Palabras clave: Sistemas agroforestales, ganadería, vegetación nativa, regiones indígenas, autoconsumo.

Recibido: 10 enero, 2026

Aceptado: 18 de septiembre, 2026

Introducción

La ganadería en el municipio de Cualac, Guerrero, se sustenta principalmente en el pastoreo dentro de la selva baja caducifolia y el aprovechamiento de rastrojos agrícolas. Si bien la región cuenta con árboles forrajeros con potencial de alta producción para integrarse en sistemas silvopastoriles (SSP), los productores locales a menudo desconocen la diversidad de beneficios que estas especies

ofrecen (Alcalá-Galván et al., 2018). Actualmente, la región de la Montaña del estado de Guerrero enfrenta diferentes problemáticas en sus actividades productivas y recursos naturales: la sobrecarga animal, la erosión del suelo, la deforestación y una limitada implementación de los sistemas agroforestales que promuevan la sustentabilidad (Arciniegas-Torres & Flórez-Delgado, 2018).

Los SSP representan herramientas estratégicas para la reforestación y la recuperación de tierras degradadas (Alonso, 2011). Para maximizar su eficacia, es esencial seleccionar especies leñosas y herbáceas adaptadas a las condiciones edafoclimáticas locales, garantizando así la resiliencia del sistema y la mitigación del desgaste del suelo (Milera, 2013). Además de los beneficios ecológicos, la implementación de los SSP reduce significativamente los costos de producción; al diversificar la oferta forrajera, disminuye la dependencia de insumos externos y pastura comprada, especialmente durante periodos de escasez de humedad en el suelo (Arciniegas-Torres & Flórez-Delgado, 2018; López-Vigoa et al., 2017).

Un paso fundamental para la intervención técnica es el reconocimiento y registro de especies forrajeras locales con la participación de productores (Blanco et al., 2022). No obstante, en la comunidad de Cualac persiste un vacío de información; debido la divulgación insuficiente sobre la importancia y los beneficios de los SSP locales, así como a la falta de desarrollo tecnológico para el aprovechamiento de la vegetación nativa de manera eficiente. Esta falta de conocimiento técnico suele derivar en prácticas inadecuadas que aceleran la pérdida de biodiversidad y la degradación ambiental (Naranjo, 2003).

Considerando lo anterior, la transición hacia sistemas agroecológicos es clave para mejorar los servicios ecosistémicos y reducir el impacto ambiental de la ganadería convencional (Corson et al., 2022). En este sentido, el objetivo de esta investigación fue caracterizar los SSP en comunidades indígenas y marginadas del municipio de Cualac, Guerrero, clasificando el uso de la vegetación, tanto para el ganado como para consumo humano. Los resultados permitirán generar información estratégica sobre el uso de la vegetación nativa para la toma de decisiones y el diseño de propuestas silvopastoriles.

Materiales y métodos

Área de estudio

Ubicación geográfica

El estudio se realizó en el municipio de Cualac, perteneciente a la región de la Montaña de Guerrero, México. El municipio se localiza entre los 17° 16’ 10’’ y 17° 53’ 35’’ de latitud Norte, y los 98° 20’ 02’’ y 98° 45’ 51’’ de longitud Oeste (Figura 1). La investigación se centró específicamente dentro de la microcuenca que comprende a las comunidades de Tepozcotzingo, Tlalapa, San Martín Jolalpan, Aguaxotla y Coatlaco (Figura 2).

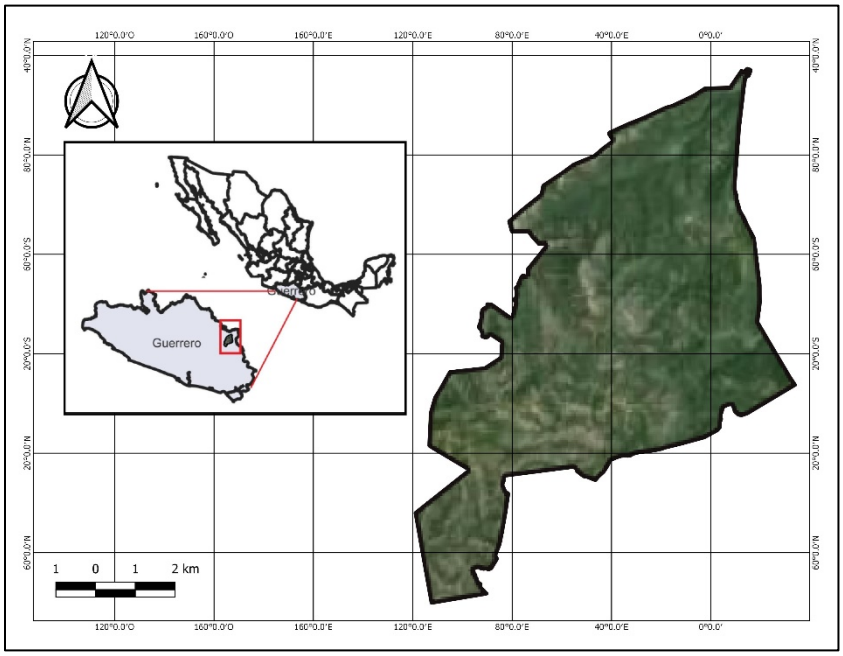


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio en el municipio de Cualac, Guerrero, México.

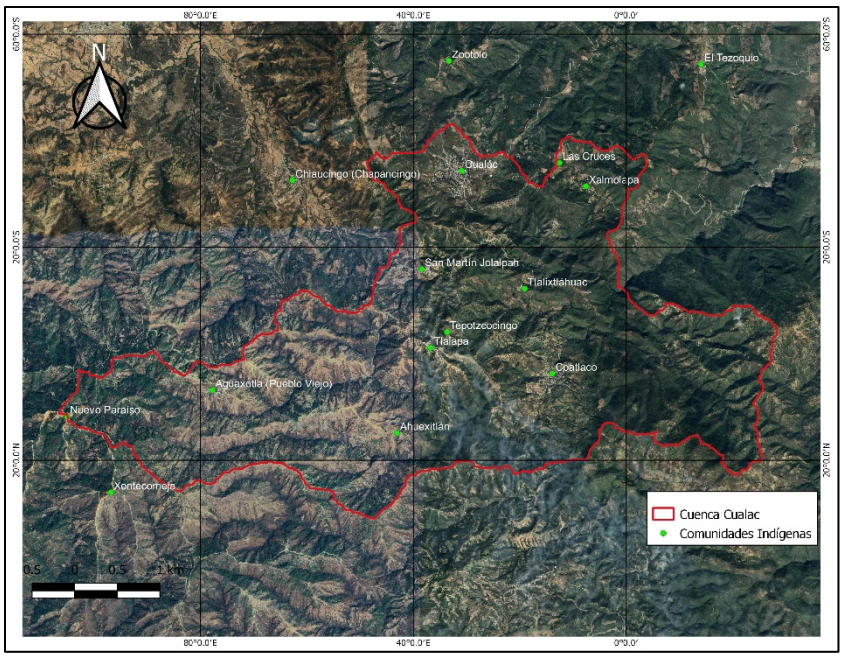


Figura 2. Delimitación de la cuenca de las comunidades del área de estudio.

Características técnico-productivas

La actividad agrícola predominante en el área de estudio es de temporal, destacando los cultivos de maíz, calabaza, frijol y chile (SIAP, 2023). En superficies menores con riego se producen hortalizas como jitomate y amaranto, apoyadas por pozos y bordos de captación. En el ámbito pecuario, la cabecera municipal lidera la producción de bovinos y porcinos. En las comunidades periféricas, la crianza de bovino es menor en comparación con el ganado caprino, este último posee una alta relevancia económica y cultural, teniendo picos de demanda durante las festividades locales y de fin de cursos escolares (SIAP, 2012).

Contexto socioeconómico

El municipio de Cualac cuenta con 32 comunidades, de las cuales 20 son de origen náhuatl (CONABIO, 2014). La microcuenca de estudio integra 10 comunidades con población indígena, siendo Coatlaco, San Martín Jolalpan y Tlalapa las que tienen mayor representatividad. La zona se caracteriza por un grado de rezago social y marginación alto, donde prevalece la agricultura de subsistencia y la venta de mano de obra en centros urbanos cercanos como Olinalá y Tlapa de Comonfort.

Recolección de datos

Muestra

Se realizó un muestreo no probabilístico, por conveniencia. Se trabajó con los ganaderos que mostraron interés durante la etapa de socialización del estudio, que se llevó a cabo en las comunidades del municipio de Cualac. El tamaño de muestra fue de 41 ganaderos, distribuidos en cinco comunidades.

El proceso inició con la fase de concertación con los comisarios municipales para presentar el estudio. Posteriormente, se realizaron talleres de capacitación y sensibilización sobre el concepto e importancia del sistema silvopastoril (SSP), siguiendo los criterios de socialización propuestos por Holguín et al. (2007). Esta etapa permitió identificar las problemáticas regionales y el potencial de los recursos locales antes de la aplicación de los instrumentos.

La encuesta

Para la caracterización del SSP, se adaptaron las metodologías propuestas por Milton & Hoffman (1994), Samuels et al. (2019) y Shackleton et al. (2001). Se llevó a cabo una encuesta, donde se aplicó un cuestionario estructurado —cara a cara— en las unidades de producción de los ganaderos, se realizó una prueba piloto con cinco ganaderos que permitió mejorar los reactivos del cuestionario. Éste incluyó cuatro dimensiones y sus variables respectivas: a) Demográfica: edad del jefe de familia, nivel de escolaridad, número de integrantes de la unidad familiar y experiencia en la cría de bovinos y jornales. b) Productiva: valor de la infraestructura, tenencia de la tierra, tamaño del hato, participación en la organización y costos por servicios técnicos. c) Manejo y pastoreo: uso de agostaderos, bosques, orillas de camino, praderas inducidas, uso de tierras en descanso y rastrojeras. d) Alimentación y mercado: consumo de insumos (maíz, rastrojo, alimento comercial), nivel de ingreso y canales de comercialización para la venta del ganado (intermediarios o venta directa).

Caracterización del clima y análisis temporal del uso del suelo y vegetación

Se utilizaron las bases de datos de la capa cartográfica de climas con clasificación de Koppen, modificado por García (CONABIO, 1998), y el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación de las series II, IV y VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] de

los años 2001, 2009, 2021. El análisis de la información fue procesado con el software QGIS v. 3.22.10 (Open Source Geospatial Foundation).

Análisis de los datos

Los resultados de las entrevistas se capturaron en una hoja de cálculo, donde se revisó y depuro la información. Esta base de datos se exportó al software SPSS Statistics v.23 (IBM Corp., 2015) con el que se realizó un análisis descriptivo para determinar las características del sistema y las posibles diferencias de manejo entre comunidades. Se emplearon tablas de frecuencia y porcentaje para las variables cualitativas. Se identificaron las especies vegetales con mayor presencia y uso en los potreros. Este análisis permitió evaluar la viabilidad para probar la introducción de nuevas especies forrajeras y optimizar la vegetación nativa dentro de propuestas silvopastoriles alternativas.

Resultados y discusión

Caracterización de los productores

La comunidad ganadera presentó un rango de edad amplio (17 a 78 años), con un promedio de 49 años y una alta participación de adultos mayores de 40 años (71 %) (Cuadro 1). Esta estructura de

edad de los ganaderos es determinante para la introducción de innovaciones; los jóvenes (12.1 %) mostraron tener mayor disposición para intercambiar ideas y adoptar nuevas prácticas ganaderas, mientras que los productores de edad avanzada tienen más arraigadas sus costumbres convencionales, lo que reduce la probabilidad de adoptar nuevas tecnologías en las unidades de producción (Solís et al., 2023). Además de la edad, el conocimiento técnico y el acceso a recursos también influyen directamente en la transición hacia la adopción de los sistemas silvopastoriles (Oliva et al., 2018), donde las limitantes económicas y la percepción sobre la complejidad técnica frenan el establecimiento de bancos forrajeros (Marroquín-Pugas et al., 2022).

Cuadro 1. Caracterización de productores y su implicación en el SSP para ganado bovino en Cualac, Guerrero.

Indicador	Dato sobresaliente	Implicación
Identidad	100 % Indígena Náhuatl	Clave para la conservación de recursos fitogenéticos adaptados
Experiencia	Desde los 6 años	Poseen un amplio conocimiento empírico sobre el ganado y forrajes
Educación	6.1 años promedio	Requieren capacitaciones técnicas conjuntas entre académicos y ganaderos
Propiedad	68.3 % tierra propia	Facilita la estabilidad para inversiones a largo plazo en SSP

Fuente: elaboración propia con datos de encuesta.

Se observó un profundo arraigo generacional; la mayoría se inició en la actividad ganadera desde los seis años, lo que ha generado un amplio conocimiento empírico sobre el ganado y el uso de recursos arbóreo y forrajero. El grado de escolaridad promedio fue de 6.1 años (estudios de primaria terminada), cifra que coincide con los datos del INEGI (2020). Aunque, el 92 % de los productores sabe leer y escribir, los bajos niveles de educación formal sugieren la necesidad de capacitar a los ganaderos para mejorar el manejo silvopastoril (Vásquez et al., 2020). Los productores con más trayectoria, que poseen mayor superficie de agostadero y solvencia económica tienen mayor posibilidad de integrar tecnologías disponibles (Martínez-Castro et al., 2020).

La producción se sustenta primordialmente en la mano de obra familiar, la cual es fundamental para reducir costos de producción (Palacios et al., 2021). El 63.3 % de los ganaderos contaron con dos ayudantes (familiares sin sueldo diario). La contratación de trabajadores externos fue ocasional y se limitó a realizar actividades críticas o estacionales, como la siembra y cosecha de cultivos de temporal.

Para sostener a sus familias, los ganaderos recurren a actividades complementarias. Solo 46.3 % de ellos se dedica exclusivamente al campo; el resto complementaron sus ingresos realizando actividades de albañilería (36.6 %), jornal exterior (17.1 %) o comercio. Aunque, el ingreso por actividades externas es vital para complementar la reproducción social de la familia campesina (Cuevas, 2020). Esta "pluriactividad" puede desincentivar la implementación de sistemas agrosilvopastoriles si estos dejan de ser predominantes (Vásquez et al., 2020).

Todos los entrevistados se identificaron como indígenas náhuatl, lo que posiciona a estas comunidades como actores clave en la conservación de los recursos naturales, manteniendo la biodiversidad y los recursos fitogenéticos disponibles (Boege, 2008; INEGI, 2022). Rodríguez-Crespo et al. (2023) sugieren que este tipo de manejo puede influir en la provisión de servicios ecosistémicos a nivel de paisaje, tales como: conservación de suelos, retención de carbono y preservación hidrológica, así como de los recursos culturales y turísticos.

El régimen de tenencia de la tierra actúa como un factor determinante de la dinámica económica y de la planeación de las actividades productivas. El acceso a la tierra presentó tres modalidades principales que influyeron en la rentabilidad del sistema. La mayoría de los ganaderos (68.3 %) son dueños de sus terrenos, lo que facilita la estabilidad productiva. Un 24.4 % operó bajo el régimen de tierra comunal y el 7.3 % de los productores rentan la tierra. Esta última condición representa una desventaja competitiva, ya que deben destinar parte de su producción al pago del arrendamiento, lo que eleva los costos de producción y los sitúa en una posición vulnerable frente a los propietarios (Marcía, 2021).

Caracterización de clima y análisis temporal del uso de suelo y vegetación

El área total de la cuenca es de 67.7 km^2 según lo reportado en el Marco Geoestadístico (INEGI, 2024). El clima que se presenta en las comunidades indígenas es cambiante debido a la altura sobre el nivel del mar, al igual que cambia la vegetación por el clima. De acuerdo con la información de la CONABIO (1998), se encuentraron cuatro tipos de climas dentro de la cuenca, los cuales son: (A)C(wo) semicálido subhúmedo, siendo el más seco de los subhúmedos, (A)C(w1) semicálido subhúmedo con humedad intermedia, C(w1) templado subhúmedo que pertenece al clima de montaña y BS1(h') w semiárido cálido, corresponde a un clima seco con variantes de temperatura elevada (Cuadro 2 y Figura 3). El municipio pertenece a la región hidrológica 18 (Balsas). La temperatura oscila entre 9 grados en diciembre-enero a 33 grados en abril-mayo. La precipitación media anual es de 800 a 900 mm, principalmente de junio a septiembre.

Cuadro 2. Climas de la cuenca Cualac, Guerrero.

Clima tipo	Área (km^2)	Área (%)
BS1(h') w	0.243	0.325
(A)C(w1)	30.836	41.262
(A)C(wo)	39.224	52.486
C(w1)	4.428	5.925

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO (1998).

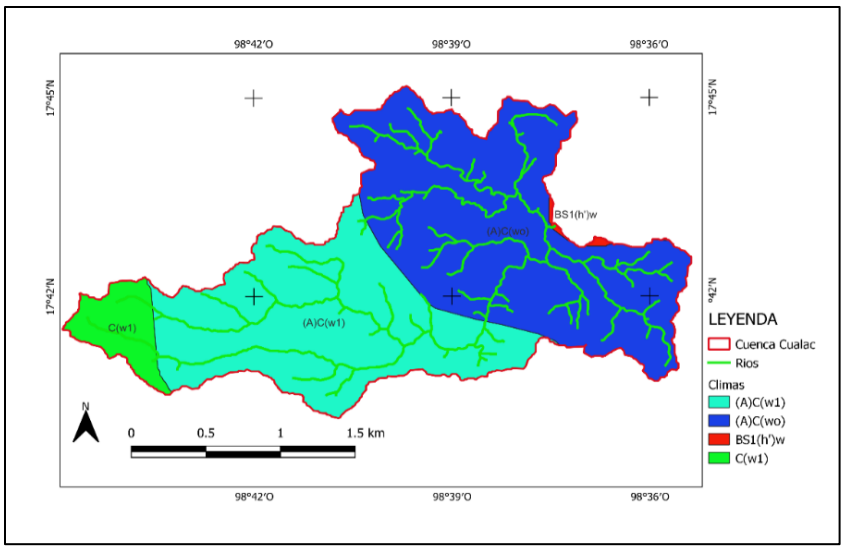


Figura 3. Climas de la cuenca "Cualac" Guerrero.

En la Figura 3 se observa que el clima con mayor predominancia en la zona de estudio es semicálido subhúmedo, aunque también se presentan el templado subhúmedo y del semiárido cálido, lo que incide en el cambio en la vegetación, es por ello que, se logra encontrar gran diversidad de especies vegetales en las zonas de pastoreo o potreros en las comunidades indígenas, principalmente, bosque de encino, bosque de pino-encino y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (INEGI, 2001).

Dentro del área de la cuenca se pueden apreciar varios tipos de vegetación (Cuadro 3); de acuerdo con datos obtenidos por INEGI en 2001, 2009 y 2021, el 55.35 % de la superficie de vegetación primaria presenta áreas de bosque de encino, bosque de pino-encino y pastizal inducido, el 24.08 % del área está compuesta por vegetación secundaria en donde se encuentra la vegetación arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, mientras que el 19.90 % del área es utilizado para la agricultura de temporal anual.

Cuadro 3. Porcentajes de la clasificación por clase, uso del suelo y vegetación durante 2001, 2009 y 2021 en la cuenca Cualac, Guerrero.

Tipo de vegetación	Clase	2001	2009	2021
Área (%)				

Vegetación primaria	1	57.84	59.84	55.35
Vegetación secundaria	2	10.00	17.58	24.68
Agrosistemas	3	32.15	22.58	19.97
TOTAL		100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2001, 2009, 2021).

El área con vegetación de importancia para la ganadería es la zona de pastizal, por lo que, se analizó principalmente el área de pastizal inducido. En el año 2001 aún no se contaba con áreas de pastizal inducido en la zona de estudio. Sin embargo, para 2009 se encontró 644.26 ha de pastizal (9.52 %); mientras que para el año 2021 el área de pastizal se incrementó a 648.45 ha equivalente a 9.58 %. Asimismo, la vegetación primaria se redujo en casi 5 % entre 2001 y 2022, mientras que la vegetación secundaria tuvo un cambio importante al pasar de 10 % en 2001 a 24 % en 2022.

Los agrosistemas también disminuyeron de forma importante (Cuadro 4). Mientras que el área de agricultura de temporal para el año 2001 representó 32.15 % equivalente a 2175.97 ha, en el año 2009 se sembró 22.58 % equivalente a 1528.41 ha, y para el año 2021 se cultivó el 19.90 % con un total de 1347.09 ha. De acuerdo con estos datos se puede determinar que el área utilizada para la agricultura de temporal ha disminuido 38.1 % entre 2001 y 2021.

Cuadro 4. Comparativa del uso del suelo para agricultura de temporal anual en 2001, 2009 y 2021 en la cuenca Cualac, Guerrero.

Descripción	**Área (km^2)**	**Área (ha)**	**Área (%)**
Agricultura de temporal anual 2001	21.76	2175.97	32.15
Agricultura de temporal anual 2009	15.28	1528.41	22.58
Agricultura de temporal anual 2021	13.47	1347.09	19.90

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2001, 2009, 2021).

Debido a la dinámica del uso del suelo y la vegetación la región de estudio ha experimentado transformaciones significativas en las últimas décadas, con repercusiones directas en las actividades productivas, particularmente en la ganadería. Mientras que la vegetación primaria ofrecía forraje y sombra, la transición hacia sistemas agrícolas y su posterior abandono favoreció el establecimiento de vegetación secundaria de baja calidad nutricional. Esta degradación de la composición vegetal reduce la capacidad de carga del ecosistema, limitando el número de unidades animal que el suelo puede sostener de manera sustentable (Padilla et al., 2009).

Caracterización y usos multipropósito de la vegetación en los potreros

En las comunidades estudiadas, la vegetación se estructura mediante una selección antropogénica y dinámica ecológica en estratos cuya diversidad sustenta al SSP (Cuadro 5 y Cuadro 6). Se Encontró que el estrato arbóreo está dominado por una asociación de encino (*Quercus* spp.), tepeguaje (*Lysiloma acapulcense*) y guaje (*Leucaena esculenta*), que representa el 65.9 % de la cobertura. El resto de la vegetación se distribuye en combinaciones de encino con ocote (*Pinus oocarpa*) (14.6 %), espino (*Acacia cochliacantha*) y palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) (12.2%) y amate (*Ficus cotinifolia*) con cazahuate (*Ipomoea arborescens*) (7.3%). Las especies arbóreas y maderables encontradas representan activos socioeconómicos fundamentales en la región. El encino y tepeguaje (46.3 %) junto al ocote (19.5 %) destacan por su valor maderable —ausentes en el 19.5% de potreros—. Respecto al uso dendroenergético (leña), la fuente principal es el encino (48.8 % solo y 29.3 % en combinación con tepeguaje), complementado por especies arbustivas como huizache (*Vachellia farnesiana*) (31.7 %) y cubata (*Vachellia pennatula*). Para el consumo humano destacan especies como el guaje (48.8 %) y el epaquelite (*Dysphania ambrosioides*). También existe la presencia de árboles frutales nativos e introducidos como nanche (*Byrsonima crassifolia*) (12.2 %), mango (*Mangifera indica*), guayaba (*Psidium guajava*), ciruela (*Spondias purpurea*) y tlahuanca (*Muntingia calabura*) que permanecen en el potrero para alimento

y sombra del ganado, —aunque no se encontró en el 51.2 % de las unidades—, similar a lo encontrado por Guevara et al. (1994) en el trópico húmedo; por otro lado, Román-Miranda et al. (2016) señalan que la diversidad maderable y no maderable reafirma su valor en el trópico seco.

Cuadro 5. Especies vegetales existentes por estrato vegetativo y sus usos en el SSP para ganado bovino en Cualac, Guerrero.

Estrato vegetativo	Especies (nombre local)	Función principal
Arbóreo (> 5 m)	Encino, Tepeguaje, Guaje Palo dulce, Huamúchil	Sombra y leña
Arbustivo (1 a 5 m)	Huizache, Uña de gato, Cubata, Cancerina	Forraje de emergencia
Herbáceo (Suelo)	Acahual, Mozote, Pasto Nativo, Pasto Estrella	Alimento base para el ganado
Huertos	Quelites (Alaches, Chipiles), Frutales	Seguridad alimentaria

Fuente: elaboración propia con datos de encuesta.

Cuadro 6. Valor multifuncional en el SSP para ganado bovino en Cualac, Guerrero.

Componente	Uso para el ganado bovino	Uso para el productor
Árboles	Sombra y forraje	Leña, madera y medicina
Arbustos	Forraje de sequía	Medicina tradicional
Hierbas	Base forrajera	Alimentación
Pastos	Alimento principal	Construcción de viviendas y árboles

Fuente: elaboración propia con datos de encuesta.

Respecto al estrato arbustivo, ―el cual es casi inexistente― en el 43.9 % de los potreros predominaron especies como el huizache solo o asociado con uña de gato (*Mimosa benthamii*), ―especie que se considera vital durante la sequía―, también se encontró la cancerina (*Hippocratea excelsa*) y la salviarreal (*Lippia graveolens*) (7.3 %). El estrato herbáceo y forrajero está compuesto principalmente por pastos nativos (36.6 %), complementados con variedades de pastos introducidos (34.2 %) como, por ejemplo: llanero (*Andropogon gayanus*), Brasil (*Urochloa brizantha*), seda (*Cynodon dactylon*) y frente de toro (*Paspalum fasciculatum*). Las principales hierbas forrajeras identificadas fueron el acahual (*Simsia amplexicaulis*) y el mozote (*Bidens pilosa*) (78 %), su disponibilidad se complementa estratégicamente durante la época de estiaje por residuos agrícolas como el rastrojo de maíz (*Zea mays*) (58.5 %) o mezclas de éste con frijol (*Phaseolus vulgaris*) y calabaza (*Cucurbita moschata*) (26.8 %). Además del forraje, las especies herbáceas cumplen otro rol esencial para la seguridad alimentaria local (Balcázar-Quiñones et al., 2020). En la zona de estudio se encontró que el 85.4 % de los ganaderos recolecta quelites comestibles como los chipiles (*Crotalaria longirostrata*), alaches (*Anoda cristata*), quintoniles (*Amaranthus hybridus*) y verdolagas (*Portulaca oleracea*) (41.5 %), también especies como pápalos (*Porophyllum ruderale*), pipichas (*Porophyllum linaria*) y frailes (*Phaseolus ritensis*) (43.9 %).

La medicina tradicional evidencia un conocimiento fitoterapéutico integrado al sistema de salud local (Angel-Hernández et al., 2024). En ese sentido, dentro de este estudio se encontró el uso de especies de árboles (41.5 %) como el palo dulce, timbre (*Acacia angustissima*), el tepozcoahuite (*Mimosa tenuiflora*), zopilote (*Swietenia humilis*) y el cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*); así como de arbustos (36.6 %) los que destacan la uña de gato, cancerina y caxanqui (*Hauya elegans*). Finalmente, un recurso predominanate fueron las hierbas (53.7 %), destacando especies como el anís (*Tagetes filifolia*), zacatechichi (*Calea ternifolia*), la hierba mora (*Solanum americanum*), el epazote (*Dysphania ambrosioides*), la cola de caballo (*Equisetum myriochaetum*), árnica (*Heterotheca inuloides*) y gordolobo (*Pseudognaphalium canescens*).

Por último, el 56.1 % de los productores aprovecharon algunas especies de pastos para la construcción aplicando su conocimiento etnobotánico (Torres-Reyna et al., 2015), por ejemplo, algunas epecies que utilizan para viviendas y/o elaboración de adobes son el zacate frente de toro

(*Paspalum fasciculatum*), zacate de casa (*Muhlenbergia macroura*) y pasto llanero (*Andropogon gayanus*) (9.8 %) y en menor medida algunas especies para decoración (2.4 %), como el caso de las palmas de *Brahea dulcis*, que le dan uso ornamental.

Prácticas realizadas por los ganaderos que modifican la presencia de especies forrajeras en los potreros y la disponibilidad de forraje

Se encontró que las estrategias de manejo y técnicas implementadas por los ganaderos para incrementar y conservar la oferta forrajera en sus potreros se agrupan en: prácticas de inducción de vegetación, técnicas de mejora de forraje y reforestación, gestión del pastoreo y configuración de la vegetación en potreros (Cuadro 7). Aunque predomina el manejo tradicional, se identificaron tres tipos de intervenciones para modificar la cobertura vegetal. La más frecuente fue el pastizal inducido (46.3 %) caracterizado por la introducción de gramíneas perennes que se propagan por rizomas o estolones posterior a la perturbación de la vegetación primaria (Garza et al., 1973). También se utiliza la vegetación inducida (31.7 %), que surge a través de la regeneración natural de la vegetación tras las actividades de desmonte, chapeo o quema, y, por último, el bosque inducido, que es la estrategia menos utilizada (24.4 %), ya que está orientada a la recuperación de áreas forestales dentro de la unidad productiva.

Cuadro 7. Prácticas realizadas por los ganaderos en los potreros dentro del SSP para ganado bovino en Cualac, Guerrero.

Manejo	Prácticas específicas	Impacto en el sistema silvopastoril
Inducción de vegetación	Pastizal inducido	Cambio de cobertura tras perturbación

	Vegetación inducida	Aprovechamiento del rebrote tras desmonte o quema
	Bosque inducido	Estrategia de conservación menos común
Mejora de forraje	Ninguna técnica específica	Indica un predominio del manejo tradicional
	Siembra de pastos introducidos	Uso predominante del pasto Llanero
	Pastoreo rotacional + siembra	Nivel más alto de tecnificación identificado
Gestión del pastoreo	Uso continuo	Riesgo alto de degradación por falta de descanso del suelo
	Rotativo estacional	Permite recuperación de reservas y rebrotes de pasturas
	Rotativo anual	Manejo óptimo para la conservación del recurso forrajero
Configuración del potrero	Sistema con plantas nativas	Alta dependencia de la biodiversidad originaria
	Pastos bajo dosel de árboles nativos	Estructura silvopastoril clásica de la región

Fuente: elaboración propia con datos de encuesta.

El 61 % de los ganaderos no aplicó técnicas específicas para aumentar el rendimiento de forraje. Sin embargo, un 24.4 % realiza la siembra de pastos , mientras que un 9.8 % combina la siembra con pastoreo rotacional. El 39 % utiliza pastos introducidos como el pasto llanero (*Andropogon gayanus*) (22 %), seguido de mezclas con zacate Brasil (*Urochloa brizantha*) y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Existe una baja tendencia a la siembra de pastos nativos, ya que solo el 2.4 % los utiliza, por ejemplo, pasto espiga roja (*Bothriochloa barbinodis*), ya que prefieren dar manejo

a la vegetación que brota de forma natural. La regeneración natural se utiliza para seleccionar especies de árboles de sombra o maderables, lo que significa un arreglo considerado de fácil implementación (Rizo-Chavarría et al., 2022).

Casi la mitad de los ganaderos entrevistados (48.8 %) no realiza la división en sus potreros, lo que significa un uso continuo del agostadero. Sin embargo, existe un sector que si utiliza el pastoreo rotativo, ya que, el 29.3 % divide los potreros para primavera-verano, mientras que el 19.5 % lo hace para las cuatro estaciones del año. Esta técnica permite que la pastura descanse el tiempo suficiente para recuperar reservas y emitir rebrotes, alternando periodos de uso y descanso entre parcelas (Reinosso & Soto, 2006).

La configuración predominante que existe en los potreros refleja una alta dependencia de los recursos genéticos de origen local. Ya que, el 61 % de los productores mantuvo un sistema con pasto nativo, hierbas y árboles. El 36.6 % integró pastos bajo la cobertura de árboles nativos y solo el 2.4 % incorporó pastos en asociación con árboles frutales, evidenciando con ello un potencial poco explotado para la diversificación productiva.

Otros cultivos y fuentes de forraje

Este apartado detalla la dinámica agrícola de los ganaderos, destacando la importancia de los cultivos tanto para la seguridad alimentaria familiar como para el sostenimiento del ganado (Cuadro 8). La actividad agrícola estuvo intrínsecamente ligada a la ganadería. El 56.1 % de los productores mantuvo un sistema tradicional de asociación de cultivos con maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y calabaza (*Cucurbita moschata*), mientras que el 34.1 % se limitó al binomio maíz-frijol. Solo el 7.3 % diversificó con otros cultivos como chile (*Capsicum annuum*), y el 2.4 % de los ganaderos no realizó siembras.

Cuadro 8. Interacción entre el sistema agrícola y la alimentación ganadera dentro del SSP para ganado bovino en Cualac, Guerrero.

Categoría	Variables	Implicación técnica y social
Diversidad de cultivos	Sistema milpa tradicional (maíz-frijol-calabaza)	Dieta diversa para la familia y rastrojos variados para el ganado
	Binomio básico (maíz-frijol)	Menor variedad de biomasa residual.
Tecnología de semillas	Uso de semilla híbrida	Búsqueda de mayor rendimiento ante el cambio climático, aumentan costos de producción.
	Uso de semilla criolla	Conservación de identidad cultural y autonomía económica (ahorro de semilla)
Impacto del método de siembra	Siembra manual "a pico".	Riesgo a usar herbicidas que eliminan especies comestibles
	Siembra con yunta	Permite la coexistencia de arvenses útiles
Estrategia forrajera de estiaje	Dependencia del rastrojo	El residuo agrícola es el único sustento durante la sequía (febrero a junio)
	Cultivos forrajeros específicos (sorgo)	Evidencia una nula planeación forrajera y alta vulnerabilidad ante sequías prolongadas

Fuente: elaboración propia con datos de encuesta.

En las comunidades de estudio existe una transición en el uso de materiales genéticos mejorados de maíz. El 43.9 % de los productores combinó el uso de semillas criollas e híbridas, el 41.5 % siembró exclusivamente semilla criolla, valorando su tradición y el ahorro que significa su uso, mientras que el 12.2 % optó únicamente por utilizar semilla híbrida, con el argumento de la

obtención de mayores rendimientos y menores cuidados del cultivo. Esto contrasta con otras regiones en México, por ejemplo, en el estado de Puebla el 93 % de los productores conserva semillas nativas debido a la desconfianza que existe hacia los materiales comerciales y el costo anual que representa su uso (Blanca-Bautista et al., 2023).

La técnica de siembra que se utiliza en las comundiades influye directamente en la diversidad vegetal del sistema. El método manual predominante fue la siembra a pico (75.6 %); su uso está comúnmente asociado a una mayor aplicación de herbicidas para el control de malezas, lo que reduce la biodiversidad del entorno. Por otro lado, el 24.4 % realizó la siembra con yunta, que permite el control mecánico de malezas, lo que favorece una mayor diversidad de vegetación secundaria, especialmente de quelites destinados al consumo humano.

Se encontró que el sistema de producción es altamente vulnerable debido a la estacionalidad climática, dado que el 100 % de los productores depende del temporal, lo que condiciona las fechas de siembra y la disponibilidad de pastos naturales. Ante la escasez de forraje en los potreros durante la época seca, el rastrojo de maíz y otros cultivos se convierten en el alimento esencial para el ganado durante los meses de febrero a junio. El 97.6 % de los ganaderos no establece cultivos forrajeros específicos, ya que únicamente el 2.4 % siembra sorgo (*Sorghum bicolor*) con el propósito exclusivo de alimentar al ganado, dependiendo casi totalmente de los residuos de sus cultivos de autoconsumo.

Uso de la tierra

Los resultados muestran que la categoría del SSP resulta insuficiente para abarcar la complejidad productiva de Cualac, Gro. La combinación de potreros y parcelas agrícolas por un 51.2 % de los productores evidencia que la resiliencia del sistema radica en su naturaleza agrosilvopastoril (Cuadros 8 y 9). De este modo, la complementariedad entre los árboles arbustivos, el estrato herbáceo nativo y la biomasa agrícola residual, configuran un agrosistema dinámico donde la

ganadería y la agricultura de subsistencia se articulan como componentes clave de un mismo ciclo socioecológico. El 26.8 % de los ganaderos destina la tierra únicamente a potreros y un 14.6 % añade la siembra de pastos a la dinámica de potreros y cultivos. El 4.9 % de los productores mantiene áreas de bosque natural integradas a sus potreros, y, solo un 2.4 % tiene una gestión integral que abarca potreros, cultivos, pastos y bosque natural.

Caracterización de la ganadería en las comunidades indígenas

La naturaleza de la actividad pecuaria en las comunidades indígenas de Cualac, Gro, se caracteriza por su enfoque tradicional y de subsistencia (Cuadro 9). La ganadería está regida por el conocimiento tradicional, con una limitada adopción de prácticas como el pastoreo rotacional. El 82.9 % de los productores realiza ganadería de subsistencia, 14.6 % de forma extensiva y solo el 2.4 % fue intensiva. A diferencia de los sistemas comerciales donde el ingreso económico es el objetivo principal (Celorio et al., 2021), en este estudio se encontró que el ganado cumple múltiples propósitos, tales como, obtención de carne, leche, abono (estiércol), fuerza de trabajo para tracción y carga; además del control de arvenses y fertilización orgánica, lo que genera ahorros en insumos y mano de obra (Del Ángel-Lozano et al., 2023).

Cuadro 9. Caracterización de la ganadería tradicional e indígena en el SSP para ganado bovino en Cualac, Guerrero.

Componente	Indicador	Implicación en el sistema de subsistencia
Tipo de ganadería	Autoconsumo	El ganado es un activo de seguridad alimentaria familiar, no solo comercial

	Extensiva / Intensiva	Escasa transición hacia modelos comerciales o de alta densidad
Recurso genético	Ganado criollo	Alta adaptación al clima local y resistencia a enfermedades
	Cruza de ganado	Introducción limitada de razas como Brahmán y Pardo Suizo
Estrategia nutricional	Sin suplementación	Dependencia total del forraje en potrero y rastrojos de la milpa
	Suplemento con maíz propio	Estrategia de ahorro que integra la agricultura con la ganadería
Infraestructura	Valor > $10,000 MXN	Inversión moderada en instalaciones (corrales, cercos)
Comercialización	Venta a intermediarios	Dependencia externa que reduce el margen de ganancia al productor
	Venta directa al consumidor	Mayor rentabilidad, pero limitada por el acceso al mercado
	Venta en el rancho	Evita costos de transporte, pero limita el poder de negociación

Fuente: elaboración propia con datos de encuesta.

Existe una fuerte persistencia de las razas bovinas locales a pesar de la influencia externa. El 61 % mantiene exclusivamente ganado criollo. El resto combina razas criollas con razas mejoradas (Brahman, pardo suizo y Charoláis). La mayoría de las razas introducidas provienen de la misma

región (Cualac y Olinalá, Gro.), aunque algunos sementales se adquieren en estados como Puebla, Morelos o Jalisco.

El 56.1 % de los ganaderos posee infraestructura con un valor superior a los $10,000 MXN, mientras que el resto cuenta con instalaciones modestas. Más de la mitad de los productores (51.2 %) no suplementa la alimentación del ganado. Quienes lo hacen (39 %), utilizan principalmente la mazorca de maíz de sus propios cultivos y, en menor medida, alimento comercial o sorgo.

Aunque la producción ganadera es de baja escala, se comercializa en los mercados locales dentro del ámbito municipal. El 65.9 % depende de los intermediarios para el comercio de sus animales y de la carne, lo que reduce el margen de ganancia. Sin embargo, quienes venden directamente al consumidor (17.1 %) obtienen mayores ingresos, tendencia similar observada en la Sierra Norte de Puebla (Rojas-Juárez et al., 2024). El 58.6 % realiza venta directamente en su rancho (potrero), evitando así los traslados, mientras que, el resto se moviliza a las cabeceras municipales cercanas. Se identificó que el ingreso estuvo directamente relacionado con el tamaño del hato y de la superficie de pastoreo disponible.

Interacciones entre componentes con ganado bovino

La dinámica entre el ganado, la vegetación y la gestión de los productores, implica efectos de la carga animal en la salud del ecosistema (Cuadro 10).

Cuadro 10. Interacción entre ganado, vegetación y manejo en el SSP para ganado bovino en Cualac, Guerrero.

Componente	Indicador	Efecto percibido de los productores en el ecosistema y productividad

Intensidad de pastoreo	Carga animal media (1.046 UA/ha)	Presión general sobre el recurso forrajero
	Carga animal máxima (8.33 UA/ha)	Genera sobrepastoreo, erosión y pérdida de biodiversidad
Causas de degradación	Sobrepastoreo	Deterioro de matorrales y pastizales
	Cambio climático	Alteración de la capacidad de rebrote y disponibilidad de agua
	Uso de agroquímicos	Reducción de la diversidad biológica y calidad del suelo
Estrategias de mejora	Siembra de pastos	Principal método para incrementar biomasa y calidad forrajera
	Pastoreo rotacional	Práctica que permite descanso y rehabilitación del suelo
	Diseminación de semillas	Restauración de la cobertura vegetal con especies adaptadas

Fuente: elaboración propia con datos de encuesta.

La intensidad del pastoreo en la región muestra una variabilidad considerable, con una media de 1.046 UA·ha^{1} (Unidades Animal por hectárea), pero con picos que alcanzan hasta las 8.33 UA·ha^{1}. Esta carga animal considerada no óptima, ha derivado en problemas de sobrepastoreo en una parte importante de los potreros. Luisoni, 2010 señala que mantener una carga adecuada es vital para prevenir la erosión del suelo y la pérdida de matorrales y pastizales. La capacidad de carga está condicionada por la composición botánica, la productividad de forraje y la condición del potrero.

Para revertir el deterioro causado por el pastoreo intenso, se han identificado prácticas de rehabilitación. Estas se utilizan para restablecer la vegetación mediante la diseminación artificial

de semillas adaptadas. Su objetivo es incrementar la productividad, la calidad forrajera y permitir una mayor diversificación de la dieta del ganado (Jurado-Guerra et al., 2021).

Los ganaderos identificaron diversos factores que alteran la vegetación dentro de sus unidades de producción, reflejando así una interacción compleja entre manejo, clima y biología. Los resultados mostraron que las principales causas de degradación se atribuyen en un 29.3 % al sobrepastoreo, el 22 % debido al cambio climático, y, un 7.3 % por el uso de agroquímicos. El incremento de la vegetación se atribuyó en un 26.8 % a la siembra de pastos y, en menor medida, solo el 4.9 % a la implementación del pastoreo rotacional.

El estado de la vegetación y la provisión de servicios ecosistémicos en estas unidades de producción no dependen de un solo factor, sino de la combinación de condiciones edafoclimáticas y las decisiones de manejo de los productores (Rizo-Chavarría et al., 2022).

Limitaciones del estudio

La naturaleza cualitativa de la investigación, la disponibilidad de recursos económicos y el tiempo son factores que no permitieron realizar una muestra más grande de productores. Se reconoce que la naturaleza no probabilística de la muestra es una limitante, y, por lo tanto, no fue posible generalizar los resultados a la Montaña de Guerrero.

Conclusiones

La caracterización de la microcuenca de Cualac, Guerrero, permitió corroborar que, aunque se mantenga el término de sistema silvopastoril (SSP), como categoría de análisis principal, la actividad pecuaria local se inserta funcionalmente en un sistema agrosilvopastoril tradicional de base indígena náhuatl, con heterogeneidad climática y aprovechamiento multifuncional de la vegetación nativa.

Respecto a la dinámica territorial, el análisis espacio-temporal reveló una constante pérdida de vegetación primaria y una acentuada reducción de las áreas dedicadas a la agricultura de temporal anual, las cuales han sido sustituidas progresivamente por vegetación secundaria y pastizales inducidos. Esta transformación refleja una creciente dependencia de la biomasa secundaria y señala un riesgo potencial de sobrepastoreo, dado que las cargas animales registradas en algunos sectores superan la capacidad del ecosistema.

En relación con la clasificación y uso de la flora nativa, se determinó que la vegetación cumple un doble valor estratégico dentro de las unidades de producción: por un lado, el uso pecuario, donde el soporte nutricional del hato bovino descansa en el estrato herbáceo (acahual, mozote y pastos nativos), complementado durante la sequía con el estrato arbustivo (huizache) y residuos agrícolas (rastrojo de maíz principalmente); y, por otro lado, el uso socioeconómico y familiar, ya que los potreros funcionan como espacios de provisión que aportan leña, madera, especies medicinales, plantas para la construcción y, de manera destacada, alimentos de recolección.

Finalmente, aunque el SSP en Cualac muestra cierta autonomía forrajera que reduce la dependencia de insumos externos, su consolidación como modelo agrosilvopastoril sostenible se ve limitado debido al predominio del manejo extensivo tradicional (uso continuo y escasa división de potreros), uso limitado de suplementos alimenticios y mejores técnicas para aumentar el rendimiento de forraje. Para transitar hacia una ganadería sustentable y adaptada al contexto marginado de las comunidades indígenas de Cualac Guerrero, es indispensable diseñar programas de capacitación participativa que combinen los saberes etnobotánicos locales con técnicas de intensificación ecológica, tales como el pastoreo rotacional estratégico y el enriquecimiento de potreros con especies forrajeras nativas multifuncionales.

Agradecimientos

Agradecemos a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por otorgar la beca de maestría en ciencias al primer autor para el desarrollo de este proyecto de investigación. Asimismo, a los productores de las comunidades indígenas que generosamente, contribuyeron y dedicaron su tiempo.

Referencias

Alcalá-Galván, C. H., Barraza-Guardado, R. H., Ayala-Álvarez, F. & Rueda-Puente, E. O. (2018). Uso sustentable de agostaderos y el sistema vaca-cría en el Noroeste de México. *Agronomía Mesoamericana*, *29*(2), 433-447. https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.29185

Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, *45*(2), 107-115. https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245001.pdf

Ángel-Hernández, A., García-Munguía, C. A., Aguilar-Urquizo, E., García-Munguía, A. M., Lemus-Flores, C., & Morales-Flores, S. (2024). Sistemas silvopastoriles y las condiciones para su establecimiento. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, *11*(2), 158–171. https://doi.org/10.60158/rma.v11i2.425

Arciniegas-Torres, S. P. & Flórez-Delgado, D. F. (2018). Estudio de los sistemas silvopastoriles como alternativa para el manejo sostenible de la ganadería. *Revista Ciencia y Agricultura*, 15(2), 107–116. https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n2.2018.8687

Balcázar-Quiñones, A., White-Olascoaga, L., Chávez-Mejía, C., & Zepeda-Gómez, C. (2020). Los quelites: Riqueza de especies y conocimiento tradicional en la comunidad otomí de San Pedro Arriba, Temoaya, Estado de México. *Polibotánica*, (*49*), 219–242. https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.14

Blanca-Bautista, M., Ocampo-Fletes, I., Juárez-Sánchez, J. P., Herrera-Cabrera, B. E., Ramírez, E. P. & Sánchez-Morales, P. (2023). Functions of peasant family farming in the municipality of Calpan, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *14*(29), 1–12. https://doi.org/10.29312/remexca.v14i29.3529

Blanco, J. J. A., Ortega, H. A., & León, A. M. (2022). *Economía social y solidaria en las prácticas etnoecológicas de recolección, manejo y comercialización de plantas medicinales en la Sierra del Tentzo, Área Natural Protegida de Puebla*. En: Sarmiento Franco, José Francisco & Valles Aragón, María Cecilia, Coordinadores. Escenarios regionales de la dicotomía entre sustentabilidad ambiental y aprovechamiento de los recursos naturales. UNAM-AMECIDER, México. P. 471-490. http://ru.iiec.unam.mx/5941/

Boege, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México: hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México. https://patrimoniobiocultural.com/archivos/publicaciones/libros/El_patrimonio_biocultural.pdf

Celorio, C. J. C., Berúmen, A. C. & Ramírez, V. S. (2021). Evaluación económica de una unidad bovina doble propósito en el trópico húmedo. *Revista Mexicana de Agronegocios*, *49*, 1–9. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14169723002

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. [internet]. (1998). Climas (clasificación de Koppen, modificado por García). [Consultado noviembre 2024]. Disponible en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/clima1mgw.html

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. [internet]. (2014). Población indígena por localidad. Datos estadísticos del 2010, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). [Consultado noviembre 2024]. Disponible en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/indgloc10gw.html

Corson, M. S., Mondière, A., Morel, L. & Van der Werf, H. M. G. (2022). Beyond agroecology: Agricultural rewilding, a prospect for livestock systems. *Agricultural Systems*, *199*, 103410. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103410

Cuevas, V. P. (2020). Relations between income profile of domestic units and wages in the agricultural sector in Chile and Mexico. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, *38*, 227–245. https://doi.org/10.4206/rev.austral.cienc.soc.2020.n38-12

Del Ángel-Lozano, G., Escalona-Aguilar, M. Á., del Moral, J. B. & Cuevas-Reyes, V. (2023). Principios y prácticas agroecológicas para la transición hacia una ganadería bovina sostenible. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *14*(3), 696–724. https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i3.6287

Garza, T. R., Treviño, M. & Chapa, G. O. (1973). Producción de carne en ganado bovino bajo pastoreo rotacional en seis zacates tropicales con y sin la adición de nitrógeno en el trópico húmedo Af (c). 1. Época de lluvias. *Técnica Pecuaria en México*, (c), 40–49.

Guevara, S., Meave, J., Moreno-Casasola, P., Laborde, J., & Castillo, S. (1994). Vegetación y flora de potreros en la Sierra de los Tuxtlas, México. *Acta Botánica Mexicana*, *(28*), 1–27. https://doi.org/10.21829/abm28.1994.714

Holguín, V. A., Ibrahim, M. & Mora-Delgado, J. (2007). El aprendizaje participativo como base de un cambio positivo del uso del suelo en fincas ganaderas de Costa Rica. *Livestock Research for Rural Development*, *19*(53). http://www.lrrd.org/lrrd19/4/holg19053.htm

IBM Corp. (2015). *IBM SPSS Statistics para Windows* (Versión 23.0) [Software de computadora]. IBM Corp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] [internet]. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. [Consultado octubre 2024]. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] [internet]. (2001). *Uso del suelo y vegetación, serie II (continuo nacional), escala: 1:250000*. [Consultado septiembre 2024]. Disponible en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/usv250ks2gw.html

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] [internet]. (2021). *Uso del suelo y vegetación, serie VII (continuo nacional), escala: 1:250000*. [Consultado septiembre 2024]. Disponible en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/usv250s7gw.html

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] [internet]. (2022). *Estadísticas a propósito del Día Internacional de los Pueblos Indígenas.* Comunicado de prensa núm. 430/22. [Consultado octubre 2024]. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2022/EAP_PueblosInd22.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] [internet]. (2024). *AGEM Área Geoestadística Municipal 2024, escala: 1:250000*. [Consultado octubre 2024]. Disponible en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/mun24gw.html

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. [internet]. (2009). *Uso del suelo y vegetación, serie IV (continuo nacional), escala: 1:250000*. [Consultado septiembre 2024]. Disponible en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/usv250ks4gw.html

Jurado-Guerra, P., Velázquez-Martínez, M., Sánchez-Gutiérrez, R. A., Álvarez-Holguín, A., Domínguez-Martínez, P. A., Gutiérrez-Luna, R., Garza-Cedillo, R. D., Luna-Luna, M. & Chávez-Ruíz, M. G. (2021). Los pastizales y matorrales de zonas áridas y semiáridas de México: estatus actual, retos y perspectivas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *12*(Supl 3), 261–285. https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5875

López-Vigoa, O., Sánchez-Santana, T., Iglesias-Gómez, J. M., Lamela-López, L., Soca-Pérez, M., Arece-García, J. & Milera-Rodríguez, M. de la C. (2017). Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 83–95. https://www.redalyc.org/journal/2691/269158172001/

Luisoni, L. H. (2010). Ajuste de carga animal: aspectos teóricos y recomendaciones prácticas. INTA EEA Reconquista. Reconquista, Argentina.

Marcía, H. D. R. (2021). Cultivo de plátano en Honduras: estudio de caso con pequeños agricultores del municipio de Cane. *RIVAR*, *8*(23), 14–32. https://doi.org/10.35588/rivar.v8i23.4919

Marroquín-Pugas, O., Montero-Solís, F. M., Luis-Santiago, Y., Cruz-Gallegos, E. & Cisneros-Saguilán, P. (2022). Limitantes y oportunidades para implementar sistemas silvopastoriles en la Costa de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, *9*(1), 49–59. https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/view/30/24

Martínez-Castro, C. J., Ramírez-Seañez, A. R. & Marina-Clemente, J. A. (2020). Factores socioeconómicos y nivel de adopción tecnológica en unidades de producción de piña en Loma Bonita, Oaxaca, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, *28*(80), 71–79. https://doi.org/10.33064/iycuaa2020803006

Milera, M. (2013). Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Avances en Investigación Agropecuaria*, *17*(3), 7–24. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83728497002

Milton, S. J. & Hoffman, M. T. (1994). The application of state-and-transition models to rangeland research and management in arid succulent and semi-arid grassy Karoo, South Africa. *African Journal of Range & Forage Science*, *11*(1), 18–26. https://doi.org/10.1080/10220119.1994.9638349

Naranjo, L. G., 2003. *Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad.* En: Sánchez, M. D. & Rosales, M. Editores. Agroforestería para la producción animal en América Latina-II. Estudio FAO Producción Animal y Sanidad Vegetal. P. 155.

Oliva, M., Santos, L., Collazos, R., Mestanza, C. N. V. & Maicelo, J. L. (2018). Factores que influyen en la adopción de tecnologías silvopastoriles con la especie nativa *Alnus acuminata* (aliso). *Agrociencia (Uruguay)*, *22*(2), 1-19. https://doi.org/10.31285/AGRO.22.2.9

Padilla, C., Crespo, G., & Sardiñas, Y. (2009). Degradación y recuperación de pastizales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, *43*(4), 351-354. https://www.redalyc.org/pdf/1930/193014888004.pdf

Palacios, B. V. J., Cárcamo, M. R. W., Álvarez, M. A., Coral, C. & Bokelmann, W. (2021). Indigenous family labor in agroforestry systems in the context of global transformations: The case of the Inga and Camëntsá communities in Putumayo, Colombia. *Forests*, *12*(11), 1503. https://doi.org/10.3390/f12111503

Reinoso, O. V. & Soto, S. C. (2006). Cálculo y manejo en pastoreo controlado. II) Pastoreo rotativo y en franjas. *Veterinaria (Montevideo)*, *41*(161-162), 15-24. www.produccion-animal.com.ar

Rizo-Chavarría, C., Cascante-Carvajal, C., Imbach-Hermida, A. & Tobar-López, D. (2022). Percepción de productores ganaderos sobre la provisión de servicios ecosistémicos en la actividad ganadera, Esparza, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, *19*(45), 38-46. https://doi.org/10.18845/rfmk.v19i45.6324

Rodríguez-Crespo, G. de la C., Domínguez-Junco, O. & Ortega-Pérez, L. E. (2023). Servicios ecosistémicos de bosque: producción agropecuaria. *Revista Científica Episteme & Praxis*, *1*(1), 48–56. https://doi.org/10.62451/rep.v1i1.9

Rojas-Juárez, L. A., Jaramillo-Villanueva, J. L., Vargas-López, S. & Cabas-Monje, J. (2024). Competitividad y ventaja comparativa de ganado bovino de carne en la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *15*(4), 879-897. https://doi.org/10.22319/rmcp.v15i4.6530

Román-Miranda, M. L., Mora-Santacruz, A., & González-Cueva, G. A. (2016). Sistemas agroforestales con especies de importancia maderable y no maderable, en el trópico seco de México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, *20*(2), 53–72.

Samuels, M. I., Allsopp, N. & Hoffman, M. T. (2019). Traditional mobile pastoralism in a contemporary semiarid rangeland in Namaqualand, South Africa. *Rangeland Ecology and Management*, *72*(1), 195-203. https://doi.org/10.1016/j.rama.2018.08.005

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. [internet]. (2012). Bovino: producción, precio, valor y peso de ganado en pie y carne en canal. [Consultado Julio 2015]. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario/

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. [internet]. (2023). Estimación de superficie agrícola de los cultivos básicos 2023. [Consultado octubre 2024]. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php

Shackleton, C. M., Shackleton, S. E. & Cousins, B. (2001). The role of land-based strategies in rural livelihoods: The contribution of arable production, animal husbandry and natural resource

harvesting in communal areas in South Africa. *Development Southern Africa*, *18*(5), 581–604. https://doi.org/10.1080/03768350120097441

Solís, V. O. O., Cruz, M. W. O., Campos, S. R. A. & Hernández, G. V. (2023). Caracterización socio productiva de sistemas ganaderos bovinos en dos áreas de la Región Frailesca, Chiapas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(2), 3795–3810. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5611

Torres- Reyna, J. C., Fortanelli- Martínez, J., van 't Hooft, A., & Benítez- Gómez, V. (2015). Etnobotánica de la vivienda rural en la región xi'iuy de la palma, San Luis Potosí, México. *Etnobiología*, *13*(2), 21–36. https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/77

Vásquez, H. V., Valqui, L., Castillo, M. S., Alegre, J., Gómez, C. A., Bobadilla, L. G. & Maicelo, J. L. (2020). Caracterización de sistemas silvopastoriles en la cuenca ganadera de Molinopampa, zona noroccidental del Perú. *Temas Agrarios*, *25*(1), 23–34. https://doi.org/10.21897/rta.v25i1.1908