

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1683>

Sustentabilidad de agroecosistemas de pastoreo de pequeños rumiantes en Santiago Tilantongo, Oaxaca

Sustainability of small ruminant grazing agroecosystems in Santiago Tilantongo, Oaxaca

Miguel Cortes Pacheco

mcortespacheco98@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4045-4686>
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca
Oaxaca – México

Ernesto Castañeda Hidalgo

casta_h50@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9296-1439>
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca
Oaxaca – México

Luis Eduardo García Mayoral

garcia.eduardo@inifap.gob.mx
<https://orcid.org/0000-0001-7073-9482>
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
Oaxaca – México

Salvador Lozano Trejo

salvador.lt@voaxaca.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0001-6809-948X>
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca
Oaxaca – México

Artículo recibido: 17 de enero de 2024. Aceptado para publicación: 10 de febrero de 2024.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

Los agroecosistemas de pastoreo son ecosistemas modificados por el humano para obtener alimentos e ingresos; el manejo convencional de los recursos naturales ha generado complicaciones socioambientales. La investigación se realizó en 2021 en el municipio de Santiago Tilantongo, Oaxaca (San Isidro, Providencia y El Progreso). Se evaluó el nivel de sustentabilidad de los agroecosistemas de pastoreo de pequeños rumiantes, utilizando el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). La información se generó mediante una entrevista semiestructurada y recorridos de campo en una muestra de 28 unidades de producción familiar. Se identificaron cuatro agroecosistemas de pequeños rumiantes a nivel transversal, evaluados a partir de 41 indicadores y puntos críticos en cada atributo de la sustentabilidad. AE1: manejo tradicional; AE2: manejo semiextensivo; AE3: en transición a convencional; y, AE4: manejo convencional semi intensivo. El AE3 fue valorado en un nivel medio de sustentabilidad (64%), sobresaliendo con una valoración de 98% en equidad, 73% en adaptabilidad, 69% en resiliencia, 60% en confiabilidad, 59% en autogestión, 57% en productividad y 51% en estabilidad. El atributo de mayor valor fue la equidad, el menor fue la estabilidad debido al deterioro del suelo y la biodiversidad; indicando que la dimensión ambiental es la más crítica y tiene valores más bajos. El AE2 presenta el sistema de manejo más representativo en el territorio (57%), con un nivel de sustentabilidad bajo, lo que pone en riesgo el bienestar de las UPF y la conservación de los


recursos agua, suelo y biodiversidad, base de la sustentabilidad.

Palabra clave: conservación, sobrepastoreo y territorio

Abstract

Pastoral agroecosystems are ecosystems modified by humans to obtain food and income; The conventional management of natural resources has generated socio-environmental complications. The research was carried out in 2021 in the municipality of Santiago Tilantongo, Oaxaca (San Isidro, Providencia and El Progreso). The level of sustainability of small ruminant grazing agroecosystems was evaluated, using the Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS). The information was generated through a semi-structured interview and field trips in a sample of 28 family production units. Four small ruminant agroecosystems were identified at a cross-sectional level, evaluated based on 41 indicators and critical points in each sustainability attribute. AE1: traditional management; AE2: semi-extensive management; AE3: in transition to conventional; and, AE4: semi-intensive conventional management. The AE3 was rated at a medium level of sustainability (64%), standing out with a rating of 98% in equity, 73% in adaptability, 69% in resilience, 60% in reliability, 59% in self-management, 57% in productivity and 51% in stability. The attribute with the highest value was equity, the lowest was stability due to the deterioration of the soil and biodiversity; indicating that the environmental dimension is the most critical and has the lowest values. AE2 is the most representative management system in the territory (57%), with a low level of sustainability, which puts at risk the well-being of the UPF and the conservation of water, soil and biodiversity resources, the basis of sustainability.

Keywords: conservation, overgrazing and territory

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons 

Cómo citar: Cortes Pacheco, M., Castañeda Hidalgo, E., García Mayoral, L. E., & Lozano Trejo, S. (2024). Sustentabilidad de agroecosistemas de pastoreo de pequeños rumiantes en Santiago Tilantongo, Oaxaca. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5 (1), 1413 – 1429. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1683>

INTRODUCCIÓN

La aplicación del modelo revolución verde en los sistemas tradicionales está orientada al incremento de rendimientos a partir de un alto uso de tecnologías, insumos y recursos naturales, sin garantizar una producción estable y saludable; por lo que se requieren nuevos enfoques de producción que integren procesos biológicos y ecológicos (Pretty, 2007, Cecon, 2008). Según el MEA (2005), en los últimos 50 años se han transformado drásticamente los ecosistemas para satisfacer demandas alimenticias, lo que compromete la vida del planeta en un futuro cercano.

La ganadería es una actividad productiva en las zonas rurales de México, aun en condiciones adversas. En el 2018 se reportaron 397,840 cabezas de ovinos y 1,098,522 de caprinos en el estado de Oaxaca, 8.52% de la producción nacional de pequeños rumiantes (ovinos y caprinos) (SIAP, 2020). En las comunidades de la región de la Mixteca de Oaxaca predomina la ganadería de pequeños rumiantes bajo manejo extensivo, es un medio de vida y una oportunidad para la obtención de ingresos en los momentos críticos de las unidades de producción familiar (UPF) (Marinidou y Jiménez, 2010). El sistema de manejo es tradicional y se alimenta el ganado por pastoreo libre en agostaderos comunales sin planes de manejo. Es importante para la producción de alimento proteico, sin embargo, ha alterado la estabilidad de los agroecosistemas (AE) ocasionando la pérdida de la biodiversidad y erosión de suelos (INECOL, 2017).

Santiago Tilantongo es un municipio donde prevalece el manejo de pequeños rumiantes; posee un alto índice de marginación, pobreza, pérdida de cobertura arbórea arbustivas, erosión severa de los suelos, etc. En la colonia, fue de gran interés por la producción de grana cochinilla y la cría de gusano de seda. Después de la guerra de independencia, el sobrepastoreo, la agricultura extensiva en laderas, la producción de cal y carbón empeoraron la deforestación (Spores, 1969), y con ello la erosión de los suelos. Actualmente se estima una pérdida de 64.24 ton ha⁻¹ al año (clasificación alta), de acuerdo con la SEMARNAT (2003). Se considera que el 74.6% del territorio del estado de Oaxaca presenta problemas de erosión hídrica.

A la ganadería de pequeños rumiantes se le atribuyen diversos problemas, podría ser una actividad no apta en el territorio; sin embargo, no es posible cancelarla por ser generadora de autoempleo, ingresos, alimento alto en proteína, nutrientes para los cultivos agrícolas, etc. Por lo que estos sistemas de manejo pecuario deben adecuarse y mejorarse mediante el uso de prácticas agroecológicas, partiendo de un escenario local (Sarandón, 2002).

Los AE son espacios naturales que, a una escala de análisis de estudio, permiten generar sus propios indicadores, a niveles jerárquicos en los sistemas de producción primaria; en los cuales el humano interviene adaptando, y modificando la estructura y función de los ecosistemas para producir alimentos y fibras (Astier y González, 2008; Platas et al., 2017; Lozano, 2020). El concepto de los AE ofrece un marco de referencia para analizar sistemas de producción en su totalidad, entradas, salidas y las interacciones entre sus partes (Gliessman, 2002). Según Gómez Sal (2001) un AE es "cualquier tipo de ecosistema modificado y gestionado por los seres humanos para obtener alimentos, fibras y otros materiales de origen biótico".

Los sistemas productivos agroecológicos están arraigados en los sistemas tradicionales campesinos, sin embargo, en la actualidad no se garantiza su continuidad debido a la presión del modelo convencional (Altieri, 2004). Bajo este contexto, el objetivo del estudio fue evaluar el nivel de sustentabilidad de los agroecosistemas de pastoreo de pequeños rumiantes en Santiago Tilantongo, Oaxaca.

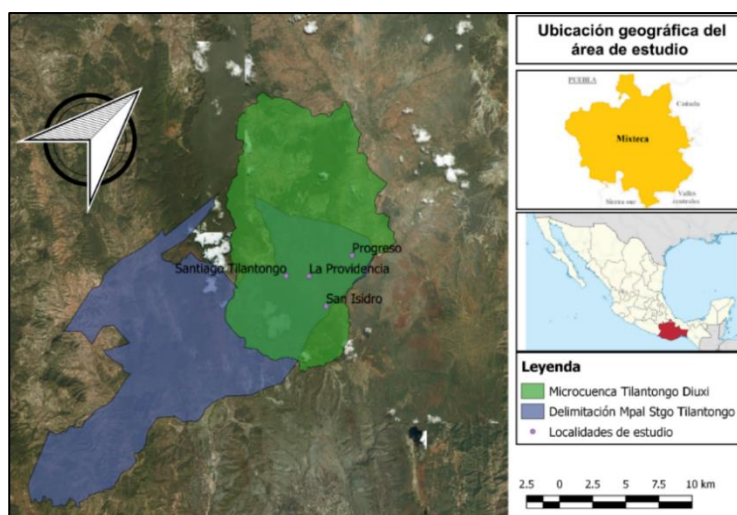
METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Santiago Tilantongo, distrito de Asunción Nochixtlán, Oaxaca; México. Está conformado por 13 localidades. Se localiza en la latitud 17.284824° y longitud - 97.331071°, en un rango altitudinal de 2,000 a 2,560 m. Tiene una superficie territorial de 116.10 km², que representa el 3.6% en relación al distrito y el 0.12% respecto al Estado (Figura 1).

Figura 1

Ubicación de localidades sujetas a estudio



Pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y a la subprovincia de la Mixteca Alta y presenta formas de valles aluviales, lomeríos, mesetas y serranías. Prevalece un clima C (w1), caracterizado como templado, subhúmedo, con temperatura media anual entre 12 y 18 °C y precipitación anual promedio de 640 mm en los meses de junio a septiembre (Köppen, 1918; García, 1972). Predominan suelos luvisoles y leptosoles con vegetación natural de bosque de encino, que las reforestaciones actuales los ha inducido a bosque de pino-encino. Los suelos tienen pendientes que fluctúan en un rango de 16.7 a 34.7%. Las tierras son de tenencia comunal (Spores, 2018).

El municipio tiene una población total de 4,031 habitantes, pero solo 3,210 radican de forma permanente. Se compone por 887 familias; 92% son indígenas, 2,885 son mixtecos y 34 zapotecos. 53% son mujeres y 47% son hombres y está clasificada como de muy alta marginación y alto nivel de rezago social (INEGI, 2010).

Proceso metodológico

El criterio para la selección de las localidades fue la dedicación a la crianza de pequeños rumiantes (ovinos y caprinos), alta tasa de erosión de suelos, reforestación y la incidencia de instituciones en el desarrollo rural con enfoque sistémico. Por ello, la investigación se centró en tres localidades: La Providencia, San Isidro y El Progreso; intervenidas por la asociación civil Proyecto Mixteca Sustentable a partir del 2017.

Para la evaluación de la sustentabilidad se aplicó la metodología del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) propuesta por Masera et al. (1999). Esta metodología opera el concepto de sustentabilidad y se utiliza

para evaluar AE o sistemas productivos convencionales y alternativos bajo un enfoque multidisciplinario e integral, ya sea a través del tiempo (longitudinal) o en un momento dado (transversal). La evaluación se realiza a través de indicadores para cada uno de los siete atributos de la sustentabilidad: productividad, resiliencia, confiabilidad, estabilidad, equidad, autogestión y adaptabilidad, que sirven de guía para el análisis sistémico de cada AE (Mäser et al., 2000; Speelman, 2007).

Para el caso, la evaluación de la sustentabilidad se realizó en términos relativos; es decir, comparando dos o más situaciones, y transversal con base a los AE de pequeños rumiantes identificados y caracterizados en las localidades. Se operaron los seis pasos cíclicos que propone la metodología. De forma resumida consisten en: 1. Determinación del objeto de estudio, lo que permitió la identificación y caracterización de los AE. 2. Determinación de los puntos críticos del sistema. Se identificaron los aspectos o procesos importantes que limitan o fortalecen la sostenibilidad de los sistemas identificados. Para cada atributo de la sustentabilidad se establecieron puntos críticos para generar una evaluación completa. 3. Selección de los indicadores de sustentabilidad. Se establecieron índices o indicadores con unidades específicas para su evaluación, vinculados a cada punto crítico y a los atributos. 4. Medición y monitoreo de los indicadores. Se generaron valores en cada indicador seleccionado a partir de una entrevista semiestructurada con la medición de los indicadores en varios momentos, aunque la evaluación es transversal. 5. Integración de resultados mediante indicadores en cada atributo y eje de la sustentabilidad, lo que permite mostrar los valores de cada AE evaluado respecto al óptimo de cada indicador. Asimismo, se integran diagramas tipo AMOEBAs y se discuten las características de cada AE respecto a la sustentabilidad. 6. Finalmente se realizan las conclusiones y recomendaciones pertinentes. Luego se hace la pauta para iniciar un nuevo ciclo de evaluación.

La entrevista semiestructurada fue dirigida a conocedores locales y responsables de las UPF, con los que también se evaluaron de manera directa algunas variables en las propias UPF, acorde a lo propuesto por Godoy y Sánchez (2007). El método de muestreo fue por estratos (localidades); y el área de análisis fue la UPF. El tamaño de muestra fue del 63% en La Providencia (n=7), 70% San Isidro (n=7) y 58% en El Progreso (n=14), para un total de 28 UPF. Para la selección se utilizó la técnica de "bola de nieve"; la cual consiste en el nombramiento de un primer informante por la autoridad local que se dedique al manejo de pequeños rumiantes. Posterior a ello, el propio entrevistado indica lo siguiente. La entrevista se estructuró en 12 apartados que contemplan la información general de la UPF, los sistemas productivos, fuentes de ingresos, organización, especie y manejo, estructura del hato, infraestructura, reproducción y genética, sanidad, alimentación, comercialización y subproductos. La información generada se concentró en Excel para su análisis. Mediante la revisión bibliográfica se generó el valor óptimo de cada indicador para someterlo a la regla de decisión respecto a los valores generados en campo. Se calculó el porcentaje de sustentabilidad a nivel indicador, atributo y eje; finalmente se comparó con el valor de la escala relativa de sustentabilidad acorde a Marini (2012) (Tabla 1).

Tabla 1

Escala relativa de la sustentabilidad

Escala relativa	Nivel de sustentabilidad
81-100	Alta
61-80	Medio
41-60	Bajo
21-40	Potencialmente insustentable
0-20	Insustentable

Fuente: Marini (2012).

RESULTADOS

A través de un análisis cluster se identificaron y caracterizaron cuatro AE de pastoreo de pequeños rumiantes: AE1: manejo tradicional. AE2: manejo semiextensivo. AE3: en transición a convencional. AE4: convencional semi intensivo (Figura 2). Los AE identificados tienen sus particularidades, principalmente en la inversión, manejo y tecnologías empleadas. El AE2 es el de mayor representatividad en el territorio (57 %), seguido del AE1 (21 %); que en su mayoría son de manejo tradicional. Los AE1 y AE2 son de tendencia al manejo intensivo debido al uso tecnológico, genética e inversión; sin embargo, las erráticas condiciones para la producción de forraje (siembra y agostadero), falta de mercado y el bajo poder adquisitivo han frenado su avance.

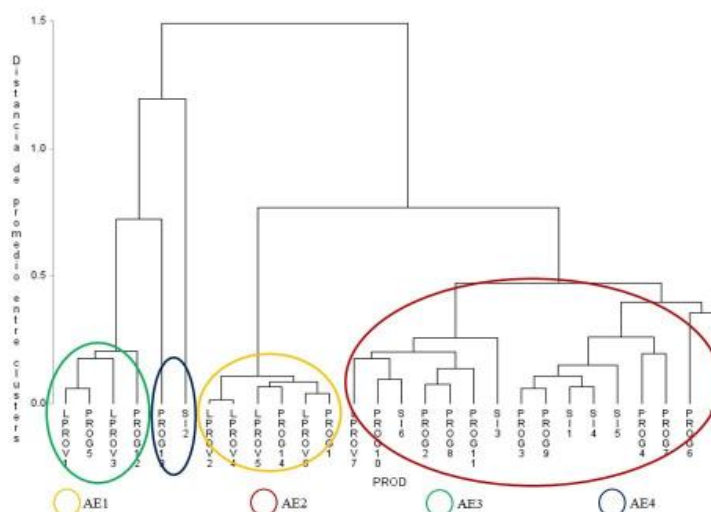
En todos los AE existe migración de uno a dos integrantes por UPF, lo que explica la desintegración familiar; además, los encargados de los hatos son adultos, en especial en los AE1, AE2 y AE3. Respecto a los ingresos en las UPF, existe fuerte dependencia de los programas del gobierno, a excepción del AE4. En el AE1 el 73 % proviene de apoyos gubernamentales, AE2 (45 %), AE3 (58 %) y el AE4 no depende de estos apoyos. En el AE2 que tiene mayor presencia el 38 % de los ingresos proviene de la ganadería y el 5 % de la agricultura.

La ganadería de pequeños rumiantes está articulada a los sistemas agrícolas, en el AE1 el 83 % basa la nutrición de parcelas con el estiércol generado y en el AE2 el 44 %; sin embargo, en el AE3 y AE4 combinan la nutrición con el uso de estiércol y los fertilizantes sintéticos. El ganado no es visto como un negocio, representa una fuente de ahorro en especie y es utilizado en momentos críticos de necesidad económica, además de utilizar la fuerza de trabajo familiar debido a que no hay oportunidades laborales remuneradas, aunque el AE4 tiende a ser de carácter comercial.

Respecto a las especies manejadas en las UPF, en el AE1 el hato es de razas criollas (75 %) con ovinos y caprinos (50 % cada uno). En los AE3 y AE4 manejan solo razas mejoradas de ovinos, 51.25 y 56.5 %; las más importantes son la Blackbelly, Dorper, Pelibuey y Nubia.

Figura 2

Cuatro AE identificados en el territorio a través del análisis cluster



La mayor inversión económica se realiza en el AE4 (\$22,634 al año) debido a su manejo semiextensivo y uso de tecnologías convencionales, y son demandantes de insumos. En el AE3 se tiene una inversión intermedia (\$15,966 al año), con uso de tecnologías y manejo semiextensivo (75 %), sin embargo, en este AE, el 98 % del forraje se produce por los propios productores (zacate de maíz, avena, trigo, alfalfa, etc.) y solo se compran un 2 %. Contrario al AE4, donde compran el 93 % del forraje y solo producen el 7 %, lo que explica el mayor valor en cuanto a la inversión.

Puntos críticos en los AE

Los puntos críticos identificados en los diferentes AE muestran las principales debilidades o desventajas que se enfrentan los sistemas productivos de pequeños rumiantes. Se identificaron 20 puntos críticos derivados de cada atributo, a partir de los cuales se generaron los indicadores correspondientes (Tabla 2).

Tabla 2

Puntos críticos e indicadores considerados para la evaluación de la sustentabilidad

Atributo	Puntos críticos	Indicadores	Eje
Productividad	1. Deficiencia reproductiva en el rebaño	1. Tamaño del hato (cabezas/hato)	TP
		2. Prolificidad (%)	TP
		3. Peso al nacimiento (kg/cabeza)	TP
		4. Vientres	TP
	2. Baja disponibilidad de forraje para el ganado	1. Forraje producido (kg/UPF)	TP
		2. Capacidad de carga animal en el agostadero (UA/ha)	TP
	3. Suelos deteriorados	1. Materia orgánica en suelos del agostadero	A
		2. pH en suelos del agostadero	A
		3. Suelo desnudo (%)	A
	4. Bajo beneficio económico a la UPF	1. Relación B/C	E
		2. Ingreso económico por la ganadería en la UPF (%)	E
	Estabilidad	1. Factores ambientales que desfavorecen paulatinamente la disponibilidad de forraje para el ganado	1. Sequía (meses/año)
2. Heladas (mes del año)			A
3. Pérdida de suelo (ton/año)			A
2. Agostadero deteriorado		1. Índice de diversidad de especies.	A
		2. Prácticas de conservación de suelos (número de prácticas)	A
3. Factores externos a la UPF que desfavorecen la entrada de recursos		1. Precios del ganado (\$/cabeza)	E
		2. Alternativas de mercado	S
Resiliencia	1. Dependencia de recursos gubernamentales	1. Ingreso económico por programas de gobierno (%)	E
	2. Baja diversidad de actividades económicas	1. Sistemas productivos agrícolas (número/UPF)	S
		2. Actividades económicas (número/UPF)	E
	3. Deficiencias en el manejo del hato	1. Prácticas sanitarias (número).	TP
		2. Prácticas de manejo en corral (actividades de maniobra con el animal)	TP
	Confiabilidad	1. Migración	1. Integrantes de la familia (No/UPF)
2. Integrantes que migran (No/UPF)			S
		1. Disminución del hato (%)	S

	2. Tendencia a la desaparición de los sistemas pecuarios de pequeños rumiantes	2. Especies manejadas en el hato (número de especies/UPP)	TP
		3. Muerte predestete (%)	TP
Adaptabilidad	1. Baja disponibilidad de recursos	1. Ingreso económico (\$/UPF)	E
		2. Inversión anual en el hato (\$/UPP)	E
	2. Inversión en compra de forrajes del exterior	1. Forraje comprado (\$/UPF)	E
		2. Especies de semillas compradas (cantidad de especies)	TP
	3. Dependencia de forrajes del exterior	1. Forraje comprado (%)	E
2. Déficit de suplemento forrajero local		TP	
Equidad	1. Mala distribución de los costos y beneficios de la actividad pecuaria	1. Responsable del ingreso en la UPF	S
		2. Beneficiarios de la ganadería (personas que aprovechan los ingresos)	S
		3. Responsable del manejo del hato	S
	2. Baja participación familiar en la actividad pecuaria	1. Integrantes que participan en el manejo del hato	S
Autogestión	1. Bajo uso de tecnologías en el manejo del hato	1. Tecnologías adoptadas (%)	S
	2. Dependencia de insumos externos	1. Insumos externos (%)	S
	3. Baja autosuficiencia económica en la UPF	1. Déficit económico (%/UPF)	E

Los principales problemas identificados pertenecen al eje ambiental y repercuten fuertemente en la estabilidad de los AE. Actualmente los hatos han disminuido debido al deterioro de los agostaderos, el sobrepastoreo y la erosión; lo que crea dependencia de insumos externos, principalmente lo relacionado a la alimentación en las UPP.

Evaluación de los indicadores

Se propusieron inicialmente 163 variables para la evaluación de la sustentabilidad de los AE; al final solo se seleccionaron 41. El criterio para seleccionar los indicadores fue mediante el juicio de valor y la revisión bibliográfica acorde a la relevancia en los AE y su articulación entre los atributos y puntos críticos. Para la productividad fueron 11, siete en estabilidad, cinco en resiliencia, cinco en confiabilidad, seis en adaptabilidad, cuatro en equidad y tres en autogestión. Además, se clasificaron en los ejes ambiental (ocho), social (11), económica (10) y técnico-productivo (12). Debido a la naturaleza de la evaluación (transversal) no fue necesario monitorear indicadores (Cuadro 2). Se integró una base de datos agrupados en niveles de indicadores, atributos y ejes de la sustentabilidad. Para una mejor interpretación de la información se utilizaron gráficas tipo AMOEBA en cada nivel de la evaluación. En los cuatro AE los indicadores como pérdida de suelo, pH, porcentaje de suelo desnudo, índice de diversidad de especies, sequía, heladas y materia orgánica en los agostaderos, son de carácter ambiental y comparten valores muy bajos y desafortunadamente están relacionados con la capacidad productiva (Figura 3). Sin embargo, en todos los AE han comenzado a realizar prácticas de conservación de suelos para disminuir la erosión y regenerar las áreas de pastoreo.

Evaluación de los atributos

Los resultados se homogenizaron de acuerdo a la media obtenida de cada indicador clasificado por atributos y se representaron en una gráfica tipo AMOEBA (Figura 4).

Figura 3

Integración de los indicadores para la evaluación de la sustentabilidad

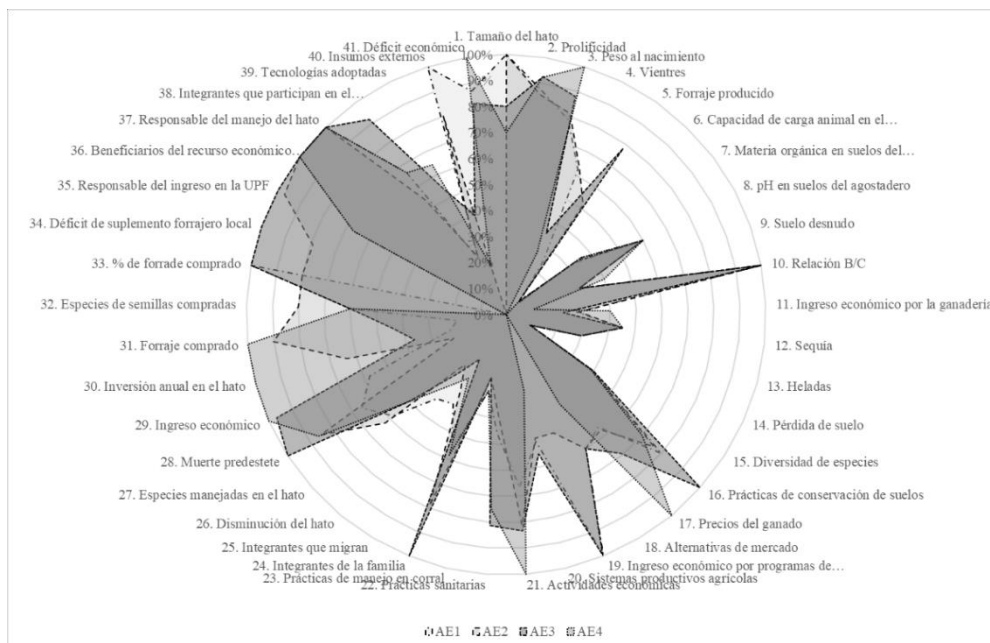
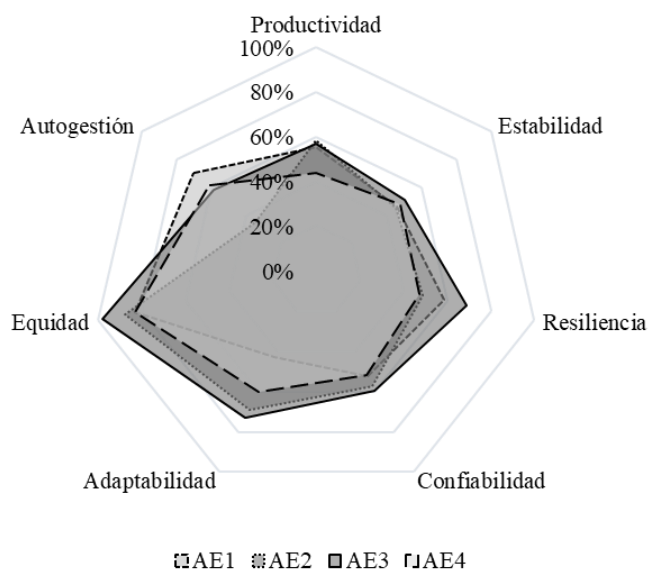


Figura 4

Integración de los atributos de los AE para la evaluación de la sustentabilidad



Productividad: En el AE2 seguido del AE3, se obtuvieron valores de 58 y 57 % de sustentabilidad (nivel bajo), aun cuando el tamaño de hato, el peso al nacimiento de las crías y la importancia de producir los forrajes en la misma localidad y evitar la compra, son adecuados; lo cual representa un ahorro. El AE4 es que genera los menores valores de sustentabilidad, 44 % (nivel bajo), a pesar del manejo convencional con el que se opera y que implica una mayor inversión y uso tecnológico; sin embargo,

no producen los forrajes localmente, por lo que se obtienen indicadores económicos por debajo de la inversión que realizan.

Estabilidad: Este atributo es el de menor valor en todos los AE, ya que el territorio es fuertemente afectado por la sequía, heladas tempranas, alta erosión de los suelos, baja diversidad de especies en las áreas de pastoreo y pocas opciones de mercado para la venta del ganado. Aunque las prácticas de conservación de suelos y agua se realizan en menor o mayor grado para todos los AE. El AE3 sobresale con un valor de 51 % debido a la iniciativa de los productores en realizar prácticas de conservación de suelo y agua para incidir en la retención de sedimentos para evitar la erosión.

Resiliencia: El AE3 es el que muestra los mejores valores con un 67 %. Inciden de manera especial la diversificación de actividades económicas, sistemas productivos agrícolas, prácticas sanitarias en los rebaños y la participación en los programas sociales y productivos de los gobiernos. El AE4 con un valor del 47 %, el más bajo, debido principalmente a la escasa diversidad de sistemas productivos agrícolas y la menor cantidad de productores que participan.

Confiabilidad: El AE3 presenta los mejores valores (60 %), debido a que aún existe una buena estructura familiar y menor incidencia de migración, además de muy baja la mortalidad predestete en el rebaño. Los AE4 y AE1 muestran valores bajos (52 %), explicados por la desintegración familiar y migración, sumando la alta incidencia de muertes predestete en los rebaños. En general se percibe la disminución del tamaño de los hatos, como consecuencia a la baja capacidad de los agostaderos.

Adaptabilidad: Este atributo es el segundo que comienza a repuntar en el territorio. El AE3 generó un valor de 73 % debido a su disponibilidad de forraje producido o de esquilmos para el ganado, inversión intermedia y mayores ingresos en la UPF. Por otro lado, los AE1 y AE4 mostraron valores de 43 y 60 %, respectivamente. En el AE1 la inversión es mínima, la mayoría de productores dependen totalmente del pastoreo extensivo haciendo presión al agostadero. El AE4 no produce forrajes y se depende fuertemente del exterior.

Equidad: Este atributo es el mejor evaluado en todos los AE, repunta en el AE3 con un 98 %, debido a que la responsabilidad del manejo y cuidado del hato y los ingresos es por todos los integrantes de la UPF. En todos los AE la UPF es beneficiaria de la ganadería, al ser una actividad de subsistencia que garantiza la alimentación, además del rol y la relación que tiene con los sistemas agrícolas y forestales.

Autogestión: Sobresale el AE1 (70 %), al ser un sistema de ganadería extensiva, con baja dependencia de insumos externos y bajo déficit económico. El AE2 (35 %), posee el valor más bajo debido a su alto déficit económico y baja adopción de tecnologías. El AE3 tiene un valor intermedio (59 %), debido a su bajo déficit económico, baja adopción de tecnologías y por la dependencia de insumos externos.

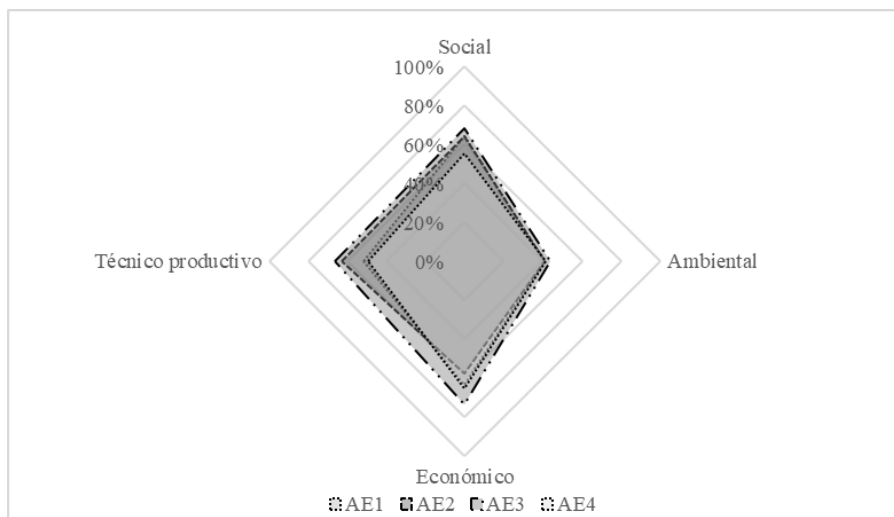
Al unir los siete atributos el AE3 obtiene un valor de 64 %, valor de sustentabilidad media; sin embargo, los AE1, AE2 y AE4 fueron valorados en 56, 58 y 53 %, respectivamente; equivalente a un nivel bajo de sustentabilidad (Figura 4).

Evaluación por dimensiones

Cada AE identificado se evaluó de acuerdo a las dimensiones social, ambiental, económico y técnico productivo (Figura 5).

Figura 5

Integración de las dimensiones para la evaluación de la sustentabilidad



En la dimensión social con 11 indicadores, sobresale el AE3 con un 68 %, lo que se cataloga como de sustentabilidad media. El AE4 tiene un valor de 56 %, lo que se cataloga como de sustentabilidad baja. En cuanto a la dimensión ambiental, los ocho indicadores evaluados en los cuatro AE muestran valores cercanos a la categoría de “potencialmente insustentables”, lo cual refleja el grado de deterioro ecológico del territorio en el que se desarrollan los AE de pastoreo de pequeños rumiantes.

En la dimensión económica, los 10 indicadores evaluados, muestran que el AE3 sobresale con un valor de 73 %, clasificado en un nivel de sustentabilidad media, seguido del AE4 (65 %), y el AE2 (57 %), clasificados como bajo nivel de sustentabilidad. En la dimensión técnico-productiva, el AE mejor evaluado fue el AE3 (66 %) seguido del AE2 (63 %) categorizados en un nivel medio. El AE1 fue el de menor valor (52 %) clasificado en un nivel bajo de sustentabilidad al igual que el AE4.

El AE3 (en transición a convencional) es el único que se clasifica en un nivel medio de sustentabilidad integrada, ya que los AE1, AE2 y AE4 se encuentran en un nivel bajo. Todos los AE son débiles en la dimensión ambiental debido al bajo potencial de los recursos naturales, suelos erosionados e infértiles y condiciones de precipitación variables; esto ha dado cabida a una fuerte dependencia de programas gubernamentales sociales y productivos (Echeverría, 2000 y Astier et al., 2008). Sin embargo, en la dimensión social y económica son donde mejor están evaluados ya que la ganadería representa una fuente de ingreso familiar y de seguridad alimentaria. Acorda a Landini (2011) y Joy et al. (2020), es una actividad que funciona como ahorro familiar y su principal objetivo es la subsistencia familiar.

El AE4 obtuvo los valores más bajos, a pesar de ser un AE convencional, ya que varios de sus indicadores económicos fueron superados por los otros AE. En los cuatro AE, los indicadores de carácter ambiental pérdida de suelo, porcentaje de suelo desnudo, índice de diversidad de especies y materia orgánica en los agostaderos, comparten valores muy bajos. Sin embargo, en todos los AE se han realizado prácticas de conservación de suelos con la finalidad de regenerar las áreas de pastoreo y disminuir la erosión de suelos.

DISCUSIÓN

La revolución verde promueve el desarrollo tecnológico productivista generando que los sistemas tradicionales complejos pasarán a sistemas simples, siendo el extensionismo el mecanismo para intervenir las zonas rurales del país como parte del desarrollo económico (Herrera, 2012). Debido a la sobreexplotación de la tierra, en la actualidad se ha desatado una serie de complicaciones colaterales ambientales y sociales a causa de dicho modelo (Martínez y Martínez, 2016). Una de las primeras estrategias para mitigar dichos problemas fue pasar de un enfoque de planeación sectorial al territorial en el área de políticas públicas (SAGARPA y FAO, 2006).

La evaluación de sustentabilidad en los agroecosistemas permitió generar indicadores de acuerdo al escenario local, bajo un enfoque sistémico, donde una evaluación convencional (de carácter financiera) hubiese concluido que la ganadería de pequeños rumiantes no es viable; sin embargo, el estudio logró identificar la importancia de estos agroecosistemas y su relación con el área forestal y agrícola en torno a la sobrevivencia coevolutiva de las unidades familiares, a los radicales cambios ambientales en el entorno (Gutiérrez, 2008).

Los indicadores generados fueron enfocados de acuerdo a los puntos críticos identificados en los agroecosistemas y entorno al carácter social, ambiental, económico y técnico productivo que existen en las localidades de estudio (Rasgado et al., 2019). Cada AE muestra sus debilidades y fortalezas que los caracterizan, y es el punto de partida para la generación de recomendaciones en el manejo, acorde a lo reportado por Gómez y de Grot (2008), salvaguardando el capital natural durante el proceso productivo del AE.

Evaluación de los atributos

Cada AE y sus propiedades fundamentales (atributos) son acordes a su entorno geográfico, la evaluación a esta escala permite conocer la situación actual bajo un enfoque sistémico y participativo (Astier et al., 2008). En los atributos evaluados la mayoría muestra un nivel de sustentabilidad baja a excepción de la equidad, esto debido al rol que tiene el ganado, beneficiarios y la participación familiar en el sistema.

De acuerdo con Fabián et al. (2017), la adaptabilidad es el atributo que los tomadores de decisiones deben tener de cajón de opciones para encaminarse a la sustentabilidad, realizando las adaptaciones agroecológicas necesarias para eliminar sus debilidades productivas. Los AE2, AE3 y AE4 repuntan a un nivel medio, debido a la adopción de nuevas prácticas en la alimentación que la misma situación demanda. Cuando en un territorio los recursos naturales aún mantienen su potencial productivo, pueden encontrarse AE diferenciados significativamente en niveles más altos de productividad; contrariamente a los AE deteriorados ecológicamente, que muestran baja productividad biológica (Tehanga-Jaramillo, 2015).

La estabilidad es lo más crítico en los AE de Tilantongo, debido a los problemas ambientales como sequía, heladas tempranas (octubre), fuerte degradación de suelos (25-50 t ha⁻¹) y a la baja diversidad de especies en el estrato herbáceo de los agostaderos (<2) debido al sobrepastoreo y baja fertilidad de los suelos. Aunque Cruz et al. (2012) y Montes et al. (2016) reportan que en Valles Centrales de Oaxaca se tiene una mejor calidad del suelo en los sistemas extensivos, se suman otros problemas como la baja calidad del agua y mal manejo a especies forrajeras nativas.

Evaluación por dimensiones

En la evaluación por dimensiones, el eje ambiental fue el peor valorado, esto debido al deterioro ecológico que presenta el suelo y la vegetación. Parra (2016) reporta que esto atenta contra la estabilidad ecológica y productiva en los AE. De acuerdo con Otta et al. (2016), la pérdida de suelo es un indicador ligado hacia un sistema no sustentable. Un estudio en la Mixteca baja demostró que la

relación entre ganadería con agricultura y recursos para el pastoreo tienen influencia en la sustentabilidad (Soriano et al., 2015).

En el ámbito económico los AE no obtuvieron una valoración tan favorable, esto está ligado al bajo potencial que tienen los recursos naturales por el grado de degradación que se encuentran. De acuerdo con Angón et al. (2016) y Otta (2016), cuando un AE genera una rentabilidad suficiente en beneficio de los que dependen de él y el beneficio se mantiene en el tiempo, indica que suelen ser sistemas sustentables.

Socialmente los AE1, AE2 y AE3 son los más aceptables en el territorio, esto debido a que dan un manejo de acuerdo a las características y recursos locales disponibles, Toro-Mujica et al. (2011) indican que aportan a las necesidades básicas y emplean la mano de obra desocupada. Por lo contrario, el AE4 es un sistema convencional mayormente demandante de insumos externos y por consiguiente de inversión, aunque solo presenta el 7 % en el territorio. Este grupo ha adoptado la opción de un manejo especializado; donde predominan objetivos productivistas (Giorgis, 2009).

CONCLUSIÓN

Se identificaron y caracterizaron cuatro AE cuyo nivel de sustentabilidad está influenciada por las condiciones biofísicas locales en que se desarrollan y a las decisiones que toman los campesinos respecto a la disposición de los recursos que emplean para la producción.

Para la evaluación de sustentabilidad se consideraron 41 indicadores generados a partir de los puntos críticos identificados en los diferentes atributos de los AE. El AE3 fue calificado en un nivel medio de sustentabilidad (64 %); sobresaliendo la equidad (98 %), la adaptabilidad (73 %), la resiliencia (69 %), la confiabilidad (60 %), la autogestión (59 %) la productividad (57 %) y la estabilidad (51 %). De manera general revelan la incertidumbre en que se desenvuelven estos AE.

La dimensión ambiental fue la menos fortalecida en cuanto al nivel sustentabilidad en todo los AE. La dimensión económica fue la mejor calificada, sobresalió el AE3 con un 73 % dada a la importancia y simbiosis en que se desenvuelve la ganadería con la agricultura en las UPF de Santiago Tilantongo.

El AE2 (sistema semiextensivo) es el que más representatividad tiene en el territorio (57 %); sin embargo, se clasifica en un nivel de sustentabilidad bajo, lo que puede afectar el bienestar de las UPF y de los recursos naturales.

REFERENCIAS

Altieri, M., 2004. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2(1):35-42. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0035:LEATFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0035:LEATFI]2.0.CO;2)

Angón, E., García, A., Perea, J and Barba, C., 2016. Evaluación de la sostenibilidad en sistemas ganaderos. En: Del Álamo, M. 2016. Evaluación de sostenibilidad, pp. 82-89.

Astier, M. and González, C., 2008. Formulación de indicadores socioambientales para evaluaciones de sustentabilidad de sistemas de manejo complejos. En: Astier, M., Masera, O., Galvan-Miyoshi, Y. eds. 2008. Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico multidimensional. Valencia, España. SEAE / CIGA / ECOSUR / CIEco / UNAM / GIRA / Mundiprensa / Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, pp. 73-92.

Ceccon, E., 2008. La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias*. 1(91):21-29.

Cruz-Mendoza¹, J., Villegas-Aparicio, Y., Jerez-Salas, M.P., Pérez-León, M.I., Vinay-Vadillo, J.C. and Castañeda-Hidalgo, E., 2016. Sustentabilidad de tres sistemas de producción ovina en los valles centrales de Oaxaca. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*. 3(1):49-60.

Da Silva, A., 2006. Análisis prospectivo de política para el desarrollo rural. Proyecto evaluación para el campo 2005. México, 83 p.

García, E., 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Quinta edición. México. Instituto de Geografía, UNAM.

Giorgis, A., 2009. Factores que afectan la competitividad de las empresas agropecuarias de la zona norte de la Provincia de la Pampa. Argentina. España, 220 p.

Gliessman, S., 2002. Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), pp. 1-359.

Godoy, I. and Sánchez, A., 2007. El trabajo de campo en la enseñanza de la Geografía. *Sapiens*. Caracas. *Revista Universitaria de Investigación*. 8, 137-146.

Gómez-Sal, A., 2001. Aspectos ecológicos de los sistemas agrícolas. Las dimensiones del desarrollo. En: Labrador, J. y Altieri, M.A. eds. *Agroecología y Desarrollo*. Mundi Prensa, pp. 83-119.

Gómez-Baggethun, E. and de Groot, R., 2008. Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas*. 16(3):4-14.

Gutiérrez-Cedillo, J. G., Aguilera-Gómez, L. I. and González-Esquivel, C. E., 2008. Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia revista de ciencias sociales*. 46, 51-87.

Herrera-Tapia, F., 2013. Enfoques y políticas de desarrollo rural en México. Una revisión de su construcción institucional. *Gestión y política pública*. XXII(1):131-159.

INECOL, 2017. La ganadería y la pérdida de biodiversidad. Disponible en: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/component/content/article/17-ciencia-hoy/845-la-ganaderia-y-la-perdida-de-la-biodiversidad>. [Consultado el 11 de junio de 2021].

INEGI, 2010. Censo de población y vivienda 2010. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>. [Consultado el 10 de noviembre de 2020].

Köppen, W., 1918. Klassifikation der klimate nach temperature, niederschlag und jahresablauf. Petermanns Geogr. 64:193-203.

Lozano, T. S., 2020. Introducción a las técnicas de evaluación en recursos naturales. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, 450 p.

Marini, M. G., 2012. Evaluación de sustentabilidad en agroecosistemas de producción bovina en el Istmo, Oaxaca. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, 200 p.

Marinidou, E. and Jiménez-Ferrer, G., 2010. Paquete tecnológico, sistemas silvopastoriles. Comisión Nacional Forestal. El Colegio de la Frontera Sur. Ciudad de México.

Martínez-Castillo, R. and Martínez-Chávez, D., 2016. Perspectivas de la sustentabilidad: teoría y campos de análisis. Revista pensamiento actual. 16(26):123-145.

Masera, O., Astier, M. and López-Ridaura, S., 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. México. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C.

MEA, 2005. ¿Cuáles son las principales conclusiones de la EM?. [En línea]. Disponible en: <https://www.millenniumassessment.org/es/About.html#2>. [Consultado el 8 de junio de 2021].

Montes-Pérez, R., Ceballos-Mendoza, A. Novelo-Chi, L. Palma-Ávila, I. Magaña-Monforte, J. and Sierra-Vásquez, A., 2016. Evaluación de la sustentabilidad de dos unidades de producción ovina en Yucatán, México. Abanico Veterinario. 6(2):39-53. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2016.62.4>.

Otta, S., Quiroz, J., Juaneda, E., Salva, J., Viani, M. and Filippini, M. F., 2016. Evaluación de sustentabilidad de un modelo extensivo de cría bovina en Mendoza, Argentina. Revista de la facultad de ciencias agrarias. 48(1):179-196.

Parra, R.J., 2016. La agricultura alternativa: una estrategia para la producción de alimentos con enfoques agroecológicos, basado en el modelo de ecodesarrollo. Revista DELOS. 9(26):1-20.

Platas-Rosado, D. E., Vilaboa-Arroniz, J., González-Reynoso, L., Severino-Lendechy, V.H., López-Romero, G. and Vilaboa-Arroniz, L., 2017. Un análisis teórico para el estudio de los agroecosistemas. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 20 (2017), 395-399.

Pretty, J., 2008. Sostenibilidad agrícola: conceptos, principios y evidencias. Philosophical Transactions of the Royal Society B. 363(1491):447-465. <http://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>

Rasgado-Cabrera, V. E., Castañeda-Hidalgo, E., Lozano-Trejo, S., Pérez-León, M. I. and Santiago-Martínez, G.M., 2019. Sustentabilidad de agroecosistemas de maíz de la planicie costera del Istmo, Oaxaca, México. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata. 118(2):1-12.

Sarandón, S. J., 2002. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En. S.J. Sarandón, ed. 2002. Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas, pp. 393-414.

SEMARNAT, 2018. Informe de la situación del medio ambiente en México. Disponible en: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap3.html#tema2>. [Consultado el 13 de julio de 2021].

SIAP, 2020. Información sobre el número de animales que se crían en el país con fines de producción. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/poblacion_ganadera/. [Consultado el 20 de marzo de 2021].


Soriano-Robles, R., Arias-Margarito, L., Armella-Villalpando, M., Yáñez-López, L. and Almaraz-Buendía, I., 2015. Identificación de atributos de sustentabilidad en una producción caprina en la mixteca baja usando análisis multivariado. Agricultura sostenible. En: A, Huerta de la Peña, R. Días-Ruiza, ed. 2015. Agricultura sostenible, pp. 285-195.

Speelman, E. N., López-Ridaura S., Colomer, N. A., Astier, M. and Masera, O. R., 2007. Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: Lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. International Journal of Sustainable Development & World Ecology. 14(2007):345-361.

Sppores, R., 2018. Ñuu ñudzahui: la mixteca de Oaxaca. La evolución de la cultura Mixteca desde los primeros pueblos preclásicos hasta la independencia. Ciudad de México. DDE-IEEPO e Instituto de Geografía de la UNAM.

Tehanga-Jaramillo, M. C., 2015. Análisis del uso actual y potencial de los recursos naturales en las unidades de producción agropecuaria, y determinación de alternativas productivas sustentables en la parroquia la Esperanza cantón Ibarra. Repositorio de tesis de grado y posgrado.

Toro-Mújica, P., García, A., Gómez-Castro, A. G., Acero, R., Perea, J. and Rodríguez-Estévez, V., 2011. Sustentabilidad de agroecosistemas. Archivo de Zootécnica. 60(R):15-39.

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) 

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el apoyo de beca en la maestría, CVU: 941119, al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y a Proyecto Mixteca Sustentable A.C. (PMS). Al Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), por los apoyos brindados.