



## MASIFICACIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORILES: UN LARGO Y SINUOSO CAMINO †

[MASSIFICATION OF SILVOPASTORAL SYSTEMS: A LONG AND WINDING ROAD]

G. W. Apan-Salcedo<sup>1</sup>, G. Jiménez-Ferrer<sup>1\*</sup>, J. Nahed-Toral<sup>1</sup>,  
E. Pérez-Luna<sup>2</sup>, and Á.T. Piñeiro-Vázquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente (DASA), Ganadería Sustentable y Cambio Climático, Carr.

Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio María Auxiliadora, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas México. CP 29290. Email: gjimenez@ecosur.mx

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chiapas (UACH), Facultad de Agronomía, Carr. Ocozocoautla, Villa Flores, Chiapas, México. CP 30470

<sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Conkal, División de Estudios de Posgrado, Av. Tecnológico S/N, Conkal, Yucatán, México. CP 97345

\*Corresponding author

### SUMMARY

**Background:** The global community has recognized silvopastoral systems (SPS) as an alternative to contribute to the resolution of various socio-environmental problems derived from extensive livestock farming, deforestation, climate change and the current pandemic derived from SARS-CoV-2. Its technical and social viability has motivated various sectors of society to promote its massification or scaling. However, although there are important advances in agroforestry and silvopastoral scientific research in southeastern Mexico, there are no works that address the experiences of massification of silvopastoral systems. **Objective:** The objective of this study was to identify the experiences of massification of various projects of SSP, the participation of social actors and the barriers and trade-offs in their implementation in the state of Chiapas (Mexico). **Methodology:** The study considered an analysis period from 2000 to 2020. A review of scientific and technical documents was made, various social actors were interviewed (livestock producers, technicians from international and national development agencies, technicians and advisers from peasant organizations, technicians from non-governmental organizations, academics from research centers and universities) who have promoted SPS and good livestock practices in Chiapas. Two participatory workshops were held. **Results.** A timeline was built and five relevant experiences of massification of SPS in various agroecological regions of Chiapas were analyzed: a) *Scolel Té* Project, b) Puyacatengo Agreement (Red Selva), c) Sustainable Rural Development Project in Biological Corridors , d) Innovative mechanisms for a cooperation program towards adaptation to climate change in the Sierra Madre and Costa de Chiapas, e) Early Action Initiatives for Mitigation in livestock areas (IAT-REDD +) and e) Agrosilvopastoral Biodiversity and Livestock Landscapes Project Sustainable (BioPaSOS). Various socio-environmental barriers and alliances between multiple social actors are shown.

**Implications:** The work makes a contribution to the historicity of the massification processes of SPS and to the process of change in livestock. It is necessary to continue with an in-depth analysis of the social and technological impact that the various massification initiatives shown have had. **Conclusions:** The massification process that occurred between the years of study has shown the importance of alliances between various social sectors (producers-development agencies-academia-Governments), which has allowed the transition from local projects to projects with broad territorial coverage.

**Key words:** Agroforestry; agroecology; tropical livestock; adoption; environmental trade-offs; Chiapas.

### RESUMEN

**Antecedentes:** La comunidad global ha reconocido a los sistemas silvopastoriles (SSP) como una alternativa para contribuir en la resolución de diversos problemas socioambientales derivados de la ganadería extensiva, la deforestación, el cambio climático y la actual pandemia derivada del SARS-CoV-2. Su viabilidad técnica y social ha motivado a diversos sectores de la sociedad para promover su masificación o escalamiento. Sin embargo, aunque hay importantes avances en la investigación científica agroforestal y silvopastoril en el sureste de México, no hay trabajos que aborden las experiencias de masificación de los sistemas silvopastoriles. **Objetivo:** El objetivo de este estudio fue identificar las experiencias de masificación de diversos proyectos de SSP, la participación de los actores sociales y las

<sup>†</sup> Submitted October 29, 2020 – Accepted May 28, 2021. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.  
ISSN: 1870-0462.

barreras y contradicciones en su implementación en el estado de Chiapas (Méjico). **Metodología:** El estudio consideró un periodo de análisis del año 2000 al 2020. Durante la investigación se hizo una revisión de documentos científicos y técnicos, se entrevistaron a diversos actores sociales (productores ganaderos, técnicos de agencias de desarrollo internacional y nacional, técnicos y asesores de organizaciones campesinas, técnicos de organizaciones no gubernamentales, académicos de centros de investigación y universidades) que han promovido los sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas en diversas regiones económicas de Chiapas. Se realizaron dos talleres participativos. **Resultados.** Se construyó una línea del tiempo. Se identificaron cinco experiencias relevantes de masificación de SSP en diversas regiones agroecológicas de Chiapas : a) Proyecto *Scolel Té*, b ) Acuerdo de Puyacatengo (Red Selva), c) Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos, d ) Mecanismos innovadores para un programa de cooperación hacia la adaptación al cambio climático en la Sierra Madre y Costa de Chiapas, e) Iniciativas de Acción Temprana para la Mitigación en áreas ganaderas (IAT-REDD+) y e) Proyecto Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles (BioPaSOS). Se muestran diversas barreras socioambientales y las alianzas entre múltiples actores sociales. **Implicaciones:** El trabajo hace un aporte a la historicidad de los procesos de masificación de SSP y al proceso de cambio de la ganadería. Es necesario continuar con un análisis profundo del impacto social y tecnológico que han tenido las diversas iniciativas de masificación mostradas. **Conclusiones:** El proceso de masificación ocurrido entre los años de estudio ha mostrado la importancia de las alianzas entre diversos sectores sociales (productores-agencias de desarrollo-academia-Gobiernos), lo que ha permitido transitar de proyectos locales a proyectos con amplia cobertura territorial.

**Palabras clave:** Agroforestería; agroecología; ganadería tropical; adopción; contradicciones socioambientales; Chiapas.

## INTRODUCCION

Actualmente la comunidad global ha reconocido a los sistemas silvopastoriles (SSP) como una alternativa para contribuir en la resolución de diversos problemas socioambientales derivados de la ganadería extensiva, la deforestación, el cambio climático y la actual pandemia derivada del SARS-CoV-2 (Arce-Díaz *et al.*, 2020; Altieri and Nicholls, 2020; FAO, 2018). De igual forma, existen abundantes estudios sobre la importancia del uso de árboles y arbustos para el diseño de SSP y una ganadería sustentable (Solorio, *et al.*, 2017). Sin embargo, en varios foros académicos y de desarrollo, se ha sugerido la pertinencia de hacer un balance de los procesos de adopción, escalamiento o masificación de las experiencias agroforestales, entre ellas los SSP (Preston and Leng, 2008; Lee *et al.*, 2020; Herrero, *et al.*, 2015).

### Masificación: Viejos enfoques y nuevas prácticas

En el desarrollo de este documento, utilizamos el término "masificación" para referirnos a la acción de múltiples actores sociales para promover participativamente la adopción y diseminación de diversas tecnologías agroforestales-silvopastoriles en familias campesinas ganaderas. Sin embargo, como sugieren Ferguson *et al.*, (2019) la masificación actualmente es concebida como una acción-movimiento para transferir comprometidamente múltiples prácticas y relaciones a masas de personas en un territorio dado. Mier y Terán *et al.*, (2018) consideran la masificación, amplificación o territorialización de la agroecología como un proceso que conducen familias campesinas con prácticas agroecológicas e intentan implementar-diseminar en

un territorio la agroecología como principal eje en la producción familiar y que dentro del proceso involucra a más personas en el procesamiento, distribución, y consumo de alimentos producidos agroecológicamente. En la actualidad, también el concepto de masificación se ha retomado en el contexto del impulso mundial que ha tenido la agroecología, para promover la soberanía y seguridad alimentaria (Wenzell *et al.*, 2020; HLPE 2019). Es importante recordar que, en Méjico, la masificación o diseminación de prácticas agroecológicas tiene un importante antecedente en la investigación científica realizada a inicios de los 70s (Astier *et al.*, 2017) y paralelamente hay un surgimiento de diversas experiencias de masificación por diversas organizaciones campesinas que impulsaron principalmente la producción y mercadeo de productos orgánicos. Por ejemplo, uno de los antecedentes más relevantes de masificación agroecológica en el sureste de Méjico, ha sido el crecimiento y la producción del café orgánico en los estados de Oaxaca y Chiapas, la cual se debió a la difusión de prácticas agroecológicas, agroforestales y orgánicas en este cultivo en comunidades indígenas socias de la UCIRI (Unión de Comunidades de la Región del istmo), ISMAM (Indígenas de la Sierra Madre de Motozintla ), la ARIC-Unión de Uniones Chiapas (Asociación Rural de Interés Colectivo) y la CIOAC (Central Independiente de Obreros Agrícolas y Campesinos), las cuales se vieron incentivadas por un aumento en el precio pagado al productor por productos orgánicos (Folch and Planas, 2019; Sánchez-Juárez, 2015).

## Silvopastoreo: Una vía amigable para hacer ganadería

En el sureste de México, la ganaderización, ha sido un proceso caracterizado por un intenso cambio del uso del suelo, en donde se han incrementado las áreas de pastizal para dedicarlas a la ganadería bovina extensiva. Por ejemplo, Covaleda *et al.*, (2014) reportaron en Chiapas un cambio de uso de suelo de tierras forestales a áreas de pastoreo por 43,283 ha/año durante los años 2003-2008, de las cuales entre el 50 y 70% se encuentran degradadas o en un proceso de degradación. Esta ganaderización, incrementó la población bovina en los estados del sureste de México, en donde Chiapas ha mantenido una población de ganado bovino anual promedio superior a un millón quinientos mil cabezas (SIACON,2017). Actualmente, hay un amplio catálogo de alternativas tecnológicas para transformar la ganadería convencional, entendiendo esta, como aquella que se ha caracterizado por ser extensiva y hacer uso de insumos externos. Así, la agroforestería, la agroecología, y diversas buenas prácticas ganaderas, han sido reconocidas mundialmente como alternativas viables para mejorar la ganadería y estar al alcance de las poblaciones locales. En el contexto de la reconversión de la ganadería extensiva hacia sistemas ganaderos sustentables, el aprovechamiento de la diversidad arbórea y arbustiva local es una oportunidad de fácil acceso para los productores, debido a los múltiples usos y servicios ambientales que ofrece este recurso. El potencial de los árboles nativos para el diseño de sistemas silvopastoriles (SSP) ha sido ampliamente reconocido por su importancia productiva y por alta viabilidad para impulsar sistemas competitivos (Palmer, 2014). Asimismo, se sabe de sus múltiples beneficios ambientales en la restauración y conectividad de ecosistemas permitiendo la conservación de la biodiversidad, y otros beneficios sociales y culturales y aportando a la seguridad alimentaria (Marinidou *et al.*, 2013; Ferguson *et al.*, 2013). En las últimas décadas, los SSP también han sido reconocidos como una importante estrategia para la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) y promover la adaptación al cambio climático, mejorando la resiliencia de los sistemas productivos. Se ha encontrado que la incorporación de árboles en pasturas permite un aporte y fijación importante de carbono en los sistemas ganaderos (Jiménez *et al.*, 2008b; Ibrahim *et al.* 2007) y el uso de diversos follajes de árboles locales para la alimentación animal es un recurso con potencial para mitigar las emisiones de metano entérico de rumiantes domésticos (Piñeiro *et al.*, 2017; Kú-Vera *et al.*, 2018). Por otro lado, diversos estudios han contribuido al conocimiento de los SSP desde varias perspectivas, permitiendo sugerir la viabilidad del escalamiento o masificación de prácticas

agroforestales en sistemas ganaderos. Por ejemplo, desde la perspectiva económica, se ha demostrado que los SSP tienen mayor rentabilidad y productividad que algunos sistemas convencionales ganaderos. Al respecto, Ávila-Foucault, 2014 encontraron en México que, por cada peso invertido por un ganadero en sistemas silvopastoriles, puede recuperar hasta 3.56 pesos, mientras que en un sistema convencional logra 1.66 pesos. En cuanto a la innovación tecnológica, se ha sugerido que es posible desarrollar prototipos de SSP acordes al contexto sociocultural, principalmente en el trópico latinoamericano (Maya-Martínez *et al.*, 2019; Palmer, 2014; Bacab *et al.*, 2013), y en cuanto a aspectos de política pública, se ha mencionado la importancia de los apoyos de instituciones gubernamentales y no gubernamentales para los procesos de adopción de SSP (Flores-González *et al.*, 2019 ; Lerner *et al.*, 2017; Zepeda-Cancino *et al.*, 2016). Aunque hay múltiples estudios de adopción, extensionismo o transferencia de tecnología agroforestal en México, la mayoría de ellos se ha centrado en analizar estos procesos en sistemas agroforestales, donde el maíz, el café o la forestería son los cultivos principales (Casey and Caviglia, 2000; Mercer *et al.*, 2003) Asimismo, en el sureste de México, no se sabe de estudios que hayan analizado la situación actual de los procesos de masificación o escalamiento para la promoción y adopción de SSP. Así, este trabajo tiene como objetivo central mostrar cual han sido la diversidad de proyectos silvopastoriles en el estado de Chiapas, los actores sociales y las barreras y contradicciones en su implementación. El presente trabajo pretende contribuir en la historicidad del silvopastoreo en Chiapas.

## MATERIALES Y METODOS

### Contexto

Este estudio se realizó en Chiapas (Méjico), en un contexto de profunda reflexión e interés en diversos grupos académicos y del desarrollo del sureste de México, por rescatar y entender el proceso de masificación en comunidades ganaderas para implementar SSP. Así, este trabajo se enmarcó bajo los objetivos del colectivo de investigación en Ganadería Sustentable y Cambio Climático del Departamento de Agricultura Sociedad y Desarrollo (DASA) de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

### Métodos

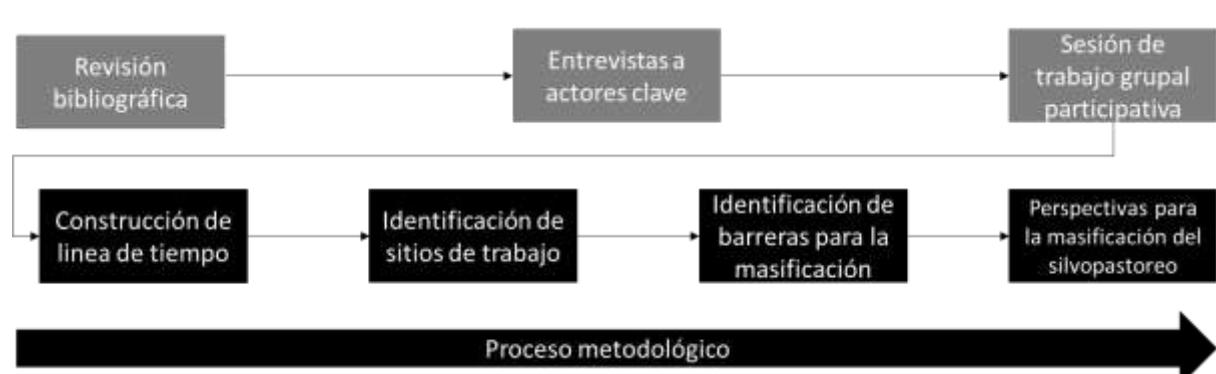
La figura 1 muestra el proceso metodológico usado para responder las preguntas clave de este estudio: ¿Cuáles y cuándo han sido los proyectos que han impulsado los SSP en Chiapas México? ¿Qué alianzas sociales se han implementado para lograr sus

objetivos? ¿Cuáles han sido las barreras y contradicciones socioambientales observadas? Se hizo un esfuerzo en identificar y consultar a múltiples actores sociales involucrados en las experiencias que impulsaron SSP en Chiapas. Esta consulta permitió definir el periodo a estudiar, el cual fue de 2000 al 2020. En este periodo de tiempo se estimó que sucedieron la mayor parte de proyectos que han promovido la adopción y masificación de SSP. Con el objetivo de identificar procesos relevantes de desarrollo silvopastoril en el estado de Chiapas, se realizó una revisión de publicaciones científicas en las bases de buscadores de bibliografía de Scopus, Latin-Índex, y Google Scholar, considerando la combinación de las siguientes palabras clave: Chiapas, sistemas silvopastoriles, adopción de tecnología, transferencia, masificación. Asimismo, se revisaron informes técnicos de diversos cooperantes de agencias de desarrollo con experiencia en la promoción de SSP. La búsqueda se realizó del 7 de abril del 2018 al 26 de mayo de 2018. En este ejercicio, en el periodo de junio 2018 a abril 2019, se realizaron 32 entrevistas abiertas (Camacho-Vera *et al.*, 2018; Merton *et al.*, 1998) con informantes de Chiapas, como: i) asesores de organizaciones no gubernamentales (ONG's) como la Cooperativa AMBIO s.c., Capacitación Asesoría Medio Ambiente y defensa del derecho de Salud A.C (CAMMADS), Pronatura Sur AC, Instituto para el Desarrollo Sustentable para Mesoamérica A.C. (IDESMAC), Desarrollo y Gestión Territorial Sustentable de la Selva Lacandona (DEGETSS A.C.), Empresa Rural Ilhuicanemi (ERI S.R.), Ecología y Desarrollo Sustentable (ECODES A.C.) y Colectivo Isitamé A.C., ii ) investigadores y académicos de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Universidad Autónoma de Chapingo (UACH) y de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), iii) técnicos de instituciones y agencias de desarrollo como el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), iv) productores cooperantes en la adopción de SSP.

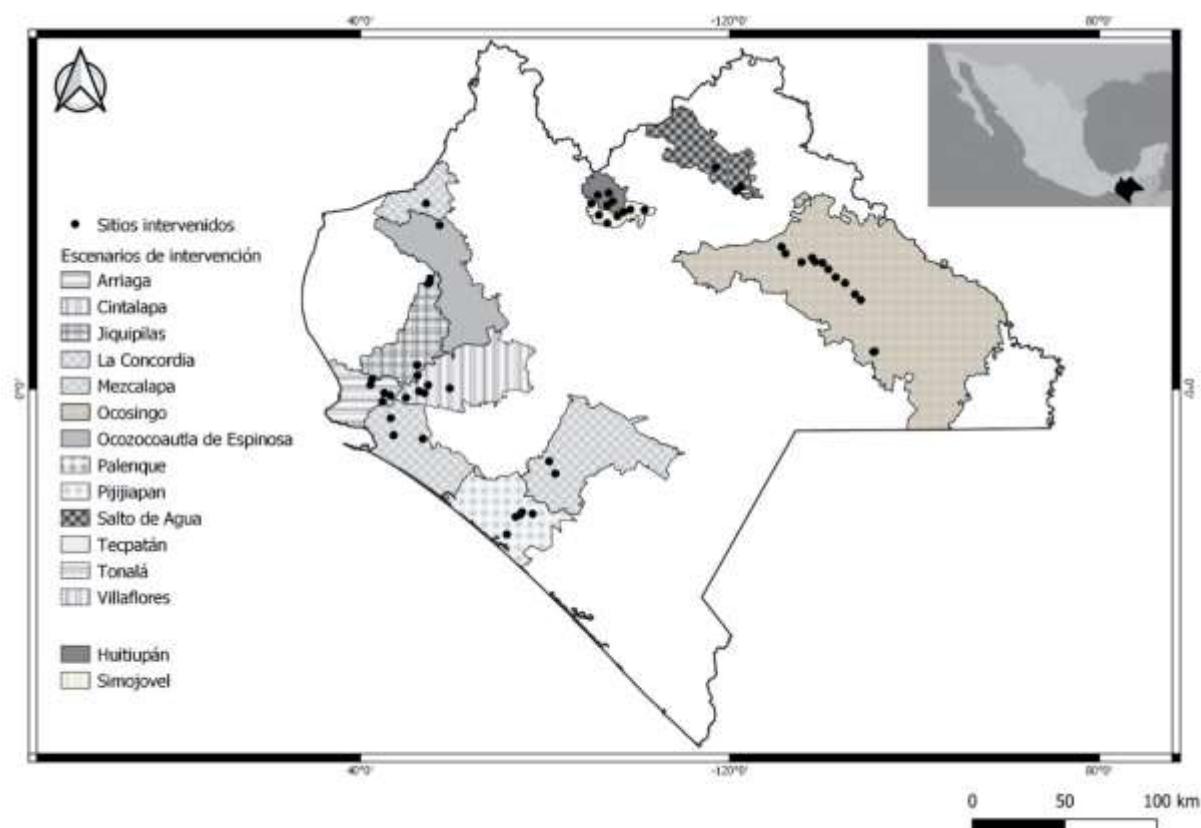
Se realizaron dos talleres participativos con diecinueve productores procedentes de diversas regiones agroecológicas de Chiapas y con experiencia en SSP. (Figura 2). Estos fueron seleccionados con el criterio de activa participación en los procesos de transferencia de tecnología de SSP en el periodo de estudio. Con ellos se trabajó usando preguntas generadoras de discusión y análisis (GEA, 1993), contemplando: a) El rescate y reflexión histórica sobre el proceso de sus experiencias silvopastoriles (construcción de una línea del tiempo histórica y alianzas sociales), b) La identificación puntual de proyectos que impulsaron la promoción y gestión de SSP y sus características tecnológicas relevantes, y c) Las barreras y contradicciones socio-ambientales para la implementación de SSP y perspectivas de masificación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

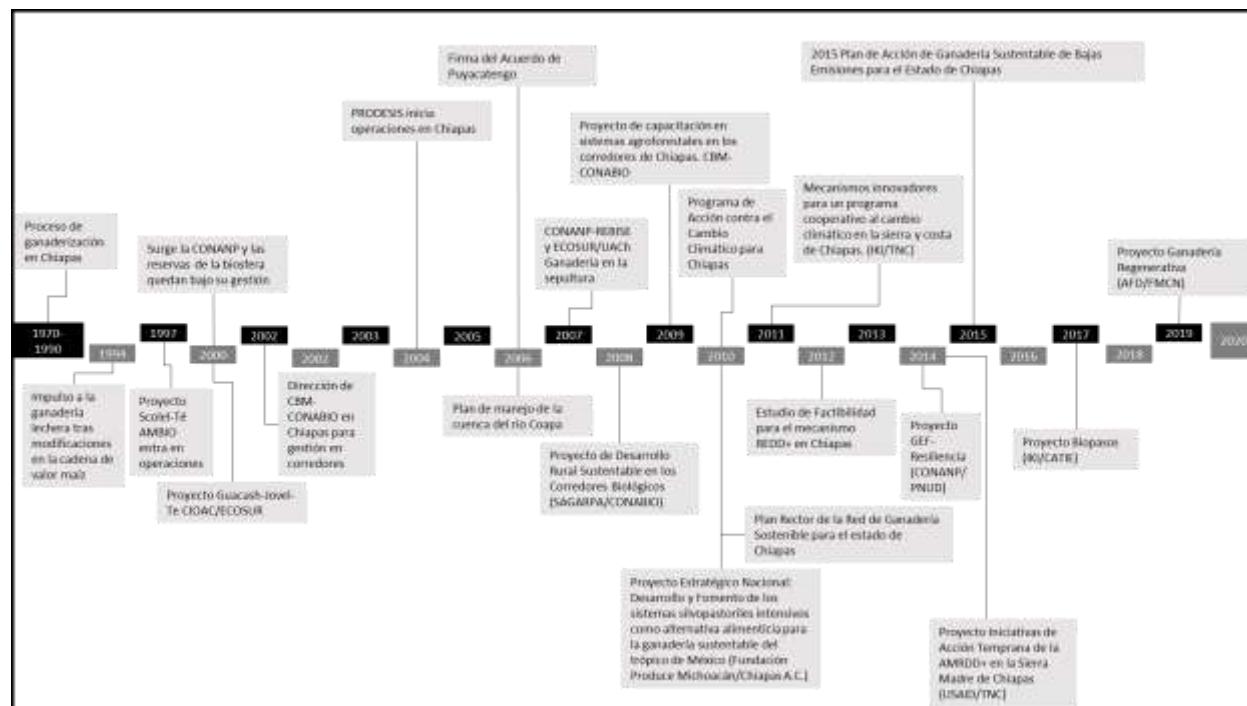
El cambio de uso de suelo en el sureste de México - dirigido hacia la ganaderización de amplias áreas de bosques y selvas y la conformación de sistemas ganaderos extensivos con sus graves efectos en el medio ambiente - es un antecedente importante que permite entender el interés de diversos actores sociales para impulsar SSP y buenas prácticas ganaderas. Al respecto, Díaz-Gallegos *et al.*, 2008 muestran como la pérdida forestal en el Corredor Biológico Mesoamericano, fue de un millón de hectáreas en 22 años (1986-2008), con una tasa de deforestación de 0,7% y en donde los pastizales representaron el 70% de los cambios. Covaleda *et al.*, (2014) estimaron que durante el periodo 2000-2012 se deforestaron cerca de 142 000 has<sup>1</sup>, cantidad que equivale al 10.7% de la superficie de la selva Lacandona (Chiapas) y que representó el 6% del total de superficie deforestada a nivel nacional. La figura 3 muestra una línea del tiempo (1970-2020) donde se sintetizan diversos planes y proyectos que promovieron prácticas silvopastoriles identificados en diversas regiones agroecológicas del estado de Chiapas.



**Figura 1.** Métodos para la recolección de información.



**Figura 2.** Sitios de intervención con tecnología silvopastoril en Chiapas, México (2000-2020).



**Figura 3.** Línea del tiempo de procesos de masificación silvopastoril en Chiapas.

## El árbol que crece

Las primeras iniciativas registradas para implementar prácticas y sistemas silvopastoriles en Chiapas sucedieron en la región selva y norte del estado de Chiapas entre 1996 y 1997 con el Proyecto *Scolel Té* (Árbol que crece, en lengua tzeltal). Esta iniciativa creada por una alianza entre productores (Unión de crédito Pajal Yakactik), AMBIO S.C. (una organización de la sociedad civil de técnicos agroforestales), el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y la Universidad de Edinburgh (Escocia, UK), promovieron en cerca de 45 comunidades mestizas e indígenas de las regiones selva y norte de Chiapas, actividades de reforestación, agroforestería, conservación y pago por servicios ambientales (Soto *et al.*, 2012) (Tabla 1). Este fue el primer esfuerzo de masificar la tecnología agroforestal para impulsar la producción de cultivos básicos, permitir un aprovechamiento forestal racional, conservar y manejar áreas de selva y bosque e impulsar la captura de carbono y pago por servicios ambientales como un incentivo para asegurar la protección ambiental mediante un emergente mercado del carbono. En las áreas ganaderas, el proyecto *Scolel Té*, promovió principalmente la siembra de cercos vivos y árboles dispersos en potreros, además de capacitación en sistemas silvopastoriles. Es importante mencionar que este proyecto creó el modelo “Plan Vivo”, una herramienta para diseñar participativamente el reordenamiento territorial a escala comunitaria y planificar acciones de reforestación. Este modelo de planificación de uso del suelo ha sido replicado en países de África y Asia (Plan Vivo, 2020), siendo una metodología pertinente para implementar prácticas agroforestales en las zonas ganaderas a escala comunitaria. Otra experiencias de masificación del prácticas silvopastoriles en la región de la Selva Lacandona (Chiapas), se formalizó con la firma del “Acuerdo de Puyacatengo” en 2006, en el Centro Regional Universitario del Sureste (CRUSE-Universidad de Chapingo) en Puyacatengo, Teapa Tabasco, el cual después de un proceso de consulta con la población, se impulsó un proceso organizativo orientado a la construcción de una Red de Ganadería Silvopastoril en la Selva Lacandona, diseñando unidades piloto acompañadas de capacitación. Participaron aproximadamente 276 productores ganaderos de 25 comunidades del municipio de Marqués de Comillas, Comunidad Lacandona, Valle de Santo Domingo, región Cañadas (Ocosingo) y la región Fronteriza (Maravilla Tenejapa), investigadores de dos centros de investigación (ECOSUR y la Universidad Autónoma de Chapingo (UACh), ONGs como AMBIO y Capacitación Asesoría Medio Ambiente y defensa del derecho de Salud A.C (CAMMADS) e instituciones gubernamentales (Jiménez-Ferrer *et al.*, 2007). Este proceso fue posible

gracias a recursos financieros del Gobierno del estado de Chiapas proporcionados por la Unión Europea e implementados por el PRODESIS (Proyecto Desarrollo Social Integrado y Sostenible) de 2004 a 2008 (Martínez-Espinosa, 2012). Esta experiencia estuvo concertada con comunidades mestizas e indígenas y se considera una de las acciones piloto de masificación a gran escala que permitió vincular múltiples actores sociales, en un territorio extenso, complejo socioambientalmente y con importante financiamiento (Jiménez-Ferrer *et al.*, 2015). Simultáneamente, en los municipios de Simojovel y Huitiupán en el norte de Chiapas, se realizó una experiencia de investigación y desarrollo denominado Proyecto *Guacash-Jovel- Té* (Ganado, pasto y árbol, en lengua Tzotzil) en el cual participaron 12 comunidades indígenas tzotziles integrantes de la CIOAC e investigadores y técnicos de ECOSUR. Este proyecto fue financiado por la Fundación PRODUCE de Chiapas y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), que permitió dar capacitación en técnicas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas utilizando el potencial de las especies leñosas locales (López-Carmona *et al.*, 2001). Esta experiencia permitió gestionar el primer módulo piloto silvopastoril con ganado ovino y bancos forrajeros de *Leucaena leucocephala* (Guash, en lengua tzotzil) y cercos vivos de Shan té (*Gliricidia sepium*) para eventos de capacitación y difusión en comunidades indígenas tzotziles.

Es importante considerar que desde el año 2000, la política ambiental en México orientó diversos programas y acciones para impedir procesos de deforestación acelerados, y conservar ecosistemas forestales en áreas de importancia biocultural del País. Una de las primeras agencias gubernamentales que abordó el problema de la ganaderización en zonas tropicales, fue la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la cual impulsó prácticas productivas ambientalmente amigables para frenar la deforestación en las reservas naturales (Maximiliano-Martínez y Moyano-Estrada, 2018). Es así que en Chiapas, diversas organizaciones de la sociedad civil, organizaciones académicas y diversos programas Federales y Estatales (Gobierno el Estado de Chiapas) comenzaron ejercicios de implementación de sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas mediante la ejecución de programas como: Programa de Empleo Temporal (PET) o el Programa de Conservación y Desarrollo Sustentable (PROCODES), ambos impulsados por el Gobierno Federal de México mediante la Secretarias de Desarrollo Social (SEDESOL), Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Estos programas financiaron capacitaciones en ganadería sustentable y parcelas silvopastoriles con

productores en localidades inmersas en áreas naturales protegidas (ANPs). Posteriormente, en la búsqueda de incrementar el impacto de las políticas de conservación, se realizaron estrategias de conectividad del paisaje a mayor escala, siendo el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) en 2002, una de las principales plataformas del gobierno federal que impulsó el silvopastoreo bajo la gestión de la Comisión

Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Entre los años 2002 y 2003, en los municipios costeros del estado de Chiapas (Arriaga, Tonalá, Pijijiapan y Mapastepec), se formó un colectivo para la conservación y desarrollo sustentable de las cuencas costeras del pacífico de Chiapas, conformado por la

**Tabla 1. Proyectos relevantes con estrategias de masificación de sistemas silvopastoriles (SSP) en Chiapas México.**

	PROY. SCOLETE	ACUERDO PUYACATENGO	PROY. DRSCB	PROY. IKI-MICC	PROY. BIOPASOS	PROY. IAT- MREDD+
<b>UBICACIÓN</b>	Regiones Selva, Norte y Valles Centrales	Selva: subregiones de Cañadas, Palenque, Comunidad Lacandona y Maravilla Tenejapa	Selva, Norte, Valles Centrales, Istmo-Costa	Istmo-Costa y Valles Centrales, Costa de Chiapas	Valles Centrales, Costa de Chiapas	Istmo-Costa, Valles Centrales
<b>IMPLEMENTADORES/ ALIANZAS</b>	AMBIO, ECOSUR, Edinburgh University (UK), PRODESIS (Unión Europea). Gobierno de Chiapas	ECOSUR, Universidad de Chapingo (Puyacatengo), CAMMADDS, AMBIO. Ilhuicanemi, ECODES, Colectivo Isitamé, SyDEC S.C. CONABIO	Pronatura Sur A.C., CAMADDS A.C., DEGETSS A.C., Módulos Piloto SSP, Capacitación, Infraestructura	TNC, Pronatura Sur A.C., CATIE, CONANP- REBISE, ENDESU A.C. SSP, Pastoreo Racional y conservación de acahuales	CATIE, ECOSUR, UNACH SSP, Conservación de la Biodiversidad, SSP	TNC, ENDESU, Pronatura Sur A.C., Foro para el Desarrollo Sustentable A.C., AMBIO
<b>ACTIVIDADES</b>	Agroforestería, SSP, manejo de acahuales, milpa conservación de la Biodiversidad, Venta de Servicios ambientales					Asistencia técnica, creación de corridas financieras para reconversión productiva, Implementación de SSP
<b>AREAS BAJO MANEJO</b>	7606.75 ha	1250 ha	3,000 ha	5,000 ha	3500	1200 ha
<b>PARTICIPANTES</b>	1207 productores indígenas	25 comunidades indígenas y mestizas (276 productores ganaderos)	396 productores ganaderos	800 productores ganaderos	Ganaderos privados y ejidales	300 productores ganaderos
<b>ACCIONES</b>	Pago por Servicios Ambientales, Planes Vivos, Sistemas Agroforestales, Venta de carbono	Bancos forrajeros, Arboles en potreros, cercos vivos, pasturas mejoradas, corrales de manejo, bloques multinutricionales	Asesoría técnica para ganadería sustentable, ordenamiento territorial y Implementación de SSP	Planeación territorial, Asesoría técnica, implementación de SSP	Módulos SSP, Capacitación, Gestión. Enfoque de género	Incidencia en política pública, reconversión productiva hacia SSP, Manejo del territorio
<b>CERTIFICACIONES</b>	AMBIO Rainforest Alliance, Plan Vivo	Sin certificación	Sin Certificación	Escuelas de Campo validadas por CATIE	CATIE, TNC	Rainforest Alliance, Comunidad de aprendizaje AMREDD+ 2014-2017
	1997-2021	2007- 2009	2006-2017	2011-2015	2017-2021	

Dirección de la Reserva de la Biosfera “El Triunfo” (REBITRI), la Reserva de la Biosfera “La Encrucijada” (REBIEN),- ambas adscritas a la CONANP -, The Nature Conservancy (TNC), Pronatura Chiapas (Actualmente es Pronatura Sur A.C.), y el Instituto para el Desarrollo Sustentable para Mesoamérica A.C. (IDESMAC), el cual propuso un “Plan de Conservación para el Sitio Plataforma Cuencas Costeras de Chiapas”, abarcando los municipios de Arriaga hasta Tapachula. Su objetivo fue frenar la deforestación en la región costera, realizando un manejo integrado del territorio a partir del enfoque de manejo de cuencas hidrográficas y lograr la conectividad entre parches de vegetación primaria y secundaria rodeados por matrices agropecuarias, presentándose en 2006 el “Plan de Gestión de la Cuenca del Río Coapa” que buscaba promover unidades piloto silvopastoriles con bancos de proteína y árboles dispersos en potreros, inspirado en las experiencias de silvopastoreo en Centroamérica y el Colombia. Asimismo, esta iniciativa promovió en diversos ejidos y comunidades costeras, la creación de áreas restringidas para uso ganaderos, sugiriendo que acahuales y bosques fueran prioritarios para la conservación de los recursos y la biodiversidad. Posteriormente en 2005, el gobierno del estado de Chiapas a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Vivienda (SEMAVI), en colaboración a Conservación Internacional México (CI), ECOSUR y la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) implementaron un Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, un esfuerzo articulado de incidencia en política pública para atender la emergente crisis del cambio climático en Chiapas y cuyos efectos fueron más evidentes en las cuencas costeras del Pacífico, tras la contingencia generada por el Huracán “Stan” (Constantino *et al.*, 2011). Este proceso permitió crear el “Programa de Acción ante el Cambio Climático del estado de Chiapas” (SEMAHAN, 2010) y así tener un marco legal y jurídico en el gobierno del estado para que diversas dependencias pudieran reorientar inversiones impulsar tecnologías y actividades que contribuyeran a mitigar el cambio climático. La trascendencia de este ejercicio es que permitió la creación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático y Consejo Consultivo de Cambio Climático para el Estado de Chiapas, los cuales son un espacio para lograr la concurrencia entre secretarías de estado para promover acciones de mitigación al cambio climático, alentando la implementación de sistemas silvopastoriles.

### Tiempo de alianzas

En el periodo de los años 2006-2015, se destacó la participación conjunta de ONG’s y dependencias del gobierno federal. Una iniciativa con amplia cobertura regional fue la implementada por CONABIO a través del CBM con las ONG’s Pronatura Sur A.C.,

CAMADDS A.C., Desarrollo y Gestión Territorial Sustentable de la Selva Lacandona (DEGETSS A.C.), Empresa Rural Illhuicanemi (ERI S.R.), Ecología y Desarrollo Sustentable (ECODES A.C.) y Colectivo Isitamé A.C. Este proyecto se denominó “Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos” (PDSCB) que se mantuvo activo por 10 años con recursos financieros de SAGARPA a través del fideicomiso de CONABIO y del Programa de Seguridad Alimentaria (PESA), (Obregón-Viloria y Almeida-Valles, 2019). Esa iniciativa diseñó un enfoque de conservación de la biodiversidad y seguridad alimentaria para los productores de las regiones inmersas en los Corredores Biológicos. Además, permitió la formación de la Red de Ganadería Sostenible en la Selva Lacandona, con comunidades que participaron en el acuerdo de Puyacatengo. La iniciativa promovió la metodología de trabajo por “Formación de Escuelas Campesinas” o “Escuelas de campo” (Pezo *et al.*, 2007) con al menos 30 integrantes por comunidad de trabajo para capacitar e implementar diversos arreglos silvopastoriles como cercos vivos, árboles dispersos en potreros, callejones forrajeros y bancos de proteína, usando leñosas de uso múltiple como piñón (*Jatropha curcas*), Cedro (*Cedrela odorata*), Matilisguate/Maculís/roble de sabana (*Tabebuia rosea*), Caobillo (*Swietenia sp*), Guash (*Leucaena leucocephala*), Mataratón (*Gliricidia sepium*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Cuajilote (*Parmentiera acuelata*), Guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*) y Moringa (*Moringa oleifera* y *Moringa stenopetala*).

Entre 2011-2015 se desarrolló el proyecto “Mecanismos Innovadores para un programa de cooperación hacia la adaptación al cambio climático en la Sierra Madre y costa de Chiapas” o (IKI-MICC) (IKI, 2020), usando también la metodología de escuelas de campo y con financiamiento del gobierno alemán; este proyecto complementó el trabajo de Pronatura Sur y TNC en la implementación de prototipos silvopastoriles (Bancos Forrajeros y cercos vivos) en las cuencas costeras del estado Chiapas. Esta experiencia, permitió en 2014 la gestión de recursos con la Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID) mediante la Alianza México REDD+, con en el proyecto “Iniciativas de Acción Temprana para la mitigación en áreas ganaderas (IAT-REDD+)” el cual se implementó en 2016 en la región Frailesca y Costa de Chiapas.

### Nuevos enfoques

En los últimos años, destacan la implementación de varias acciones de coordinación interinstitucional para la masificación del silvopastoreo. En 2015 surge el “Grupo de Trabajo de Ganadería Sustentable de Bajas Emisiones” (GTGSBE), un colectivo

transdisciplinario e interinstitucional (ONGs, Gobierno del Estado de Chiapas y centros de investigación y academia) el cual integró muchas experiencias silvopastoriles previas, e implementando el “Plan de acción ganadera sustentable de bajas emisiones en Chiapas (2016-2021”). Este tuvo como objetivos contribuir a un manejo adecuado del paisaje, teniendo como eje de intervención el fortalecimiento de la actividad ganadera mediante prototipos silvopastoriles, otros sistemas agroforestales, buenas prácticas de manejo ganadero y gestión del territorio a fin de reducir emisiones de GEI. Esta iniciativa se propuso en 2016-2018 una meta de inversión de cerca de 200 millones de pesos para apoyar cerca de 2000 productores ganaderos, contribuir con un incremento en la rentabilidad de los sistemas ganaderos de carne y leche en más del 50% y en una reducción de emisiones de GEI cercana al 8% del total comprometido en el sector agropecuario por el Gobierno del Estado de Chiapas (Quiroga-Carapia y Apan-Salcedo, 2016). A partir de 2017, se inició en Chiapas el proyecto Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles (BioPaSOS) con financiamiento internacional y la metodología de escuelas campo (BIOPASOS, 2021), el cual retomó toda la base de productores capacitada durante el proyecto IKI-MICC. Este nuevo proyecto, actualmente tiene un enfoque orientado a fortalecer la cadena de valor de leche, mediante la mejora en las relaciones entre productores y transformadores de leche y realizar vínculos con nuevos mercados para quesos y carnes con un diferenciador basado en una producción sustentable. Finalmente en 2019, con todo el antecedente de trabajo en las distintas regiones del estado, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), con financiamiento de la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD), promueven financiamiento a productores que incorporen prácticas silvopastoriles, buenas prácticas ganaderas y transitén hacia lo que denominan “Ganadería Regenerativa” (GANARE), la cual conciben como una herramienta para la conservación de los recursos locales, principalmente suelo y vegetación. Esta iniciativa, muy ligada a aspectos de mercado y alta rentabilidad, intenta el empoderamiento de los ganaderos para incrementar la rentabilidad de su actividad productiva, conservar el ambiente y su cultura, al mismo tiempo que mantener formas de vida sustentables. Este programa actualmente intenta financiar el cambio tecnológico de unidades ganaderas convencionales mediante la colocación de créditos a tasas de interés preferencial, potencializando y privilegiando la implementación de sistemas silvopastoriles en Chiapas. (FONCET, 2020; Camacho-Vera, *et al.*, 2018).

### Barreras y contradicciones para la masificación del silvopastoreo en Chiapas

La tabla 2 da una visión de las barreras y contradicciones socioambientales que han limitado el escalamiento y masificación de los sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas en el estado de Chiapas. Un antecedente necesario, para entender este proceso, es recordar el que modelo ganadero en el trópico de México, se origina caracterizado por el incremento masivo de áreas de pastoreo (Covaleda *et al.*, 2014). Así, la tradición ganadera en Chiapas se formó bajo un modelo extensivo, donde el cambio de uso de suelo fue dirigido hacia cultivos agropecuarios, después de deforestar bosques y selvas. Por ejemplo, en zonas tropicales bajas, como en la Selva Lacandona (Chiapas, México), la transformación de la selva en áreas ganaderas transitó por la práctica de la roza-tumba-quema (desmonte de vegetación primaria/secundaria y quema de material residual para dar paso a cultivo de gramíneas), derivando finalmente en el establecimiento de pastizales en áreas forestales (Leguizamo *et al.*, 1984). Este modelo de uso del suelo sucedió en muchas regiones de Chiapas y Centroamérica, formando extensas áreas de pasturas, que, con un manejo inadecuado, derivó finalmente en agotamiento de los suelos tropicales, degradación de las pasturas y en detrimento de los sistemas productivos (Szoot, *et al.*, 2000).

Actualmente en Chiapas, se ha observado que promover el reordenamiento territorial comunitario y diseñar áreas de pastoreo adecuadas es una estrategia viable, pero conlleva complicaciones culturales como la apreciación y sentido del uso del territorio, manejo de los recursos forestales, cosmovisión y las financieras, como la inversión en el establecimiento de potreros o reducción de ingresos por destinar áreas productivas hacia zonas de conservación. Sin embargo, una estrategia que ha permitido el desarrollo de áreas agroforestales es la planificación y el reordenamiento territorial a diferentes escalas, especialmente en pequeñas unidades (Soto-Pinto *et al.*, 2012). Por ejemplo, en áreas ganaderas privadas, estas estrategias se han realizado con facilidad, debido a que la toma de decisiones recae en una sola persona o familia. En ejidos o comunidades indígenas estos procesos son más lentos y complejos, pero al mismo tiempo son seguros, pues están soportados por consensos sociales que permiten la toma de decisiones colectivas sobre el manejo de recursos y uso del suelo, lo cual lleva a un empoderamiento de sus organizaciones sociales. Como se sabe, la presencia de árboles en los sistemas ganaderos tiene múltiples funciones ecológicas y ambientales (Murgueitio *et al.*, 2011). No obstante, la función, presencia y continuidad de arbolado en paisajes ganaderos,

depende no solo de cuestiones técnicas y de manejo del sistema, también involucran múltiples factores sociales y culturales de los productores. Por ejemplo, en Chiapas los productores campesinos e indígenas hacen uso de una amplia diversidad de árboles multipropósito y realizan prácticas basadas en su conocimiento tradicional (Jiménez-Ferrer *et al.*, 2008a). Por ejemplo, mantener ciertos árboles en sus áreas de trabajo, aun cuando carecen de valor económico o utilitario, les permite crear condiciones ecológicas que ayudan a la regulación del microclima, mejoran el reciclaje de nutrientes derivados de la hojarasca, controlan plagas y enfermedades y ofrecen valores culturales y estéticos (Soto-Pinto *et al.*, 2007). Empero, están conscientes de que la sombra en ciertas coberturas puede afectar los

rendimientos de cultivos básicos o de pasturas. Ahora bien, las tendencias hacia la intensificación van en detrimento de estas habilidades, el conocimiento y de los recursos naturales. En general, las comunidades ganaderas campesinas e indígenas (ejidos) del sureste de México no cuentan con más de 20 ha por familia y los pequeños productores ganaderos mestizos pueden tener hasta 50 ha<sup>-1</sup> de tierra por familia (Jiménez-Ferrer *et al.*, 2008b), espacio en el que tienen que distribuir áreas para cultivo de cultivos básicos (maíz y frijol), cultivos comerciales y áreas de descanso (acahuales). El mantener estas áreas arboladas, cultivar o tolerar árboles en áreas agrícolas o pecuarias que conservan biodiversidad y otras funciones ecosistémicas tiene costos para los productores y representa externalidades

**Tabla 2. Barreras socioambientales identificadas para la masificación de sistemas silvopastoriles (SSP) en Chiapas.**

	Etapa Inicial	Etapa Intermedia	Etapa actual
<b>Ecológicas/ fisiográficas</b>	Prácticas de ganadería en zonas no aptas (Pastoreo en laderas y/o Zonas forestales). Tendencia a usar altas cargas animal/ha <sup>-1</sup> y sobrepastoreo. Introducción de material vegetativo no apto a los ecosistemas nativos. Desconocimiento de manejo vegetativo de árboles y arbustos forrajeros locales.	Desconocimiento de manejo de plagas y enfermedades en árboles forrajeros. Presencia de plagas y enfermedades en bancos forrajeros y cercos vivos. Daño de hormigas del género <i>Atta</i> . Efectos de sequías sobre bancos forrajeros y en áreas de pastoreo. Inundaciones y pérdida de plantaciones agroforestales	Sequía con efectos en pasturas y en bienestar animal e inundaciones atribuibles al cambio climático. Falta de pasturas Desconocimiento de manejo de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en zonas ganaderas.
<b>Culturales</b>	Arraigo en practicar ganadería extensiva basada en el desmonte de vegetación y uso exclusivo de pastos. Miedo al cambio por riesgos en la economía familiar. Desconocimiento de métodos de planificación de uso del suelo en zonas ganaderas. Desconocimiento sobre modelos silvopastoriles	Inicio lento para establecimiento y producción de los SSP. Desconfianza de prácticas silvopastoriles por los productores. (P.e. uso de árboles/arbustos forrajeros en pasturas y/o uso de altas densidades de árboles para bancos forrajeros). Falta de interés político para promover una ganadería alternativa, por parte de algunas dependencias gubernamentales Federales/Estatales. Poca capacitación de programas educativos técnicos y universitarios en SSP	Percepción errónea de los productores sobre el uso de árboles en potreros
<b>Político/ Económicas</b>	Falta de Organización social para la producción ganadera y silvopastoril. No hay organizaciones económicas para la producción ganadera. Escaso financiamiento para capacitación e implementación de proyectos silvopastoriles. Falta de experiencia e interés en actividades de ordenamiento territorial y/o manejo integral de cuencas	Articulación deficiente entre instituciones de gobierno. No hay incentivos financieros ambientales para los productores que destinaron superficies de bosque y potreros a recuperación para uso de suelo en conservación. No hay continuidad por los programas gubernamentales a los procesos silvopastoriles. Asistencia técnica deficiente e insuficiente en personal	Fuerte dependencia de insumos externos en los sistemas ganaderos. Altos costos de producción para iniciar SSP. No hay diferenciación de productos (carne y/o leche) derivados de SSP. Falta de mercado para carne y leche producida bajo SSP. Falta de pago a productores por servicios ambientales de los SSP. Contradicciones de programas agropecuarios SSP vs ganadería de altos insumos externos. Ausencia de criterios de calidad de productos pecuarios en los transformadores de leche y procesadores de carne en pie. Impacto de la Pandemia (COVID 19) derivada del SAR-COV2 por cierres de vías de comunicación y falta de suministros para la producción de cultivos básicos.

con potencial económico (Marinidou *et al.*, 2019). Sin embargo, un aspecto que se ha observado en los proyectos silvopastoriles, son los esquemas convencionales de pago por servicios ambientales los cuales presentan múltiples barreras sociales y técnicas, siendo un ejemplo, la competencia por uso del suelo al destinar zonas a conservación y reduciendo espacios para la producción, que si bien se asegura capital natural, la falta de manejo eficiente en los espacios productivos puede reducir la rentabilidad de las unidades de producción pecuarias; por otra parte, el tiempo limitante de los productores para participar en actividades forestales, la disponibilidad de trabajo y la insuficiencia/falta de los estímulos económicos están ligados a la poca adopción de la tecnología silvopastoril (Hendrickson y Corbera, 2015). Otros factores no necesariamente económicos juegan un papel importante para establecer SSP con fines de servicios ecosistémicos, entre ellos, el largo tiempo para aprovechar los productos forestales y/o agroforestales, la compatibilidad entre los sistemas propuestos y las prácticas tradicionales, y las relaciones entre personas, especialmente las relaciones familiares, son importantes a considerar (Soto-Pinto y Aguirre-Dávila, 2012). Otra contradicción observada, es que, al intentar masificar el enfoque silvopastoril, se corre el riesgo de omitir la multifuncionalidad y diversidad de los SSP. en aras de generar prototipos comerciales que puedan ser subsidiados por programas especiales y que estén enfocados a un enfoque del mercado para abastecer solamente un producto como la leche o la carne.

La diseminación de estrategias ganaderas sustentables, especialmente aquellas basadas en una combinación de buenas prácticas ganaderas (manejo sanitario, manejo holístico mediante rotación de potreros y cargas animales adecuadas y fertilización orgánica) y prácticas silvopastoriles —como cercos vivos, bancos forrajeros o árboles dispersos en potreros— han mostrado sus bondades en aspectos productivos y ecológicos (Ferguson *et al.*, 2013; Marinidou *et al.* 2013; Nahed *et al.*, 2013). Aunque hay evidencias de que la implementación de sistemas silvopastoriles requiere de un aumento en el uso y costo de mano de obra durante la implementación, acciones de planificación, capacitación y financiamiento, la rentabilidad se logra en un lapso de tres a cinco años (Ávila-Foucalt, 2014), pero la falta de una visión de los productores para invertir estratégicamente, y poca cultura financiera, hacen que se desaprovechen mecanismos financieros para lograr el cambio tecnológico. Por otro lado, la presencia de arbolado en áreas de pastoreo, crean buenas condiciones microclimáticas y puede permitir al ganado tener ventajas en su condición corporal y en sus índices productivos (Palmer, 2014), debido a las interacciones positivas del árbol sobre el animal y pastura. Sin embargo,

densidades altas de árboles en áreas de pastoreo pueden también reducir la productividad y disponibilidad de forraje si no se manejan las adecuadas interacciones entre tipo de pastura, densidad de árboles y carga animal (Muhammad y Villanueva, 2007). Los productores ganaderos tienen que decidir la adecuada incorporación de tipo y densidad de árboles en sus pasturas, una cuestión compleja de aspecto cultural, pues los ganaderos no acostumbran a hacerlo, a excepción de árboles dispersos y cercos vivos que son comunes en el sur de México, pero estos elementos suelen estar comúnmente desintegrados y no ligados a un esquema de manejo sistemático con enfoque silvopastoril. La ganadería, especialmente la bovina, ha sido muy cuestionada por los efectos en el cambio de uso de suelo y por la aceleración de los procesos de degradación (Szott *et al.*, 2000). Sin embargo, hoy se reconoce el importante potencial que tienen las áreas ganaderas del mundo para contribuir en la reconversión a tierras a zonas más sustentables y por su contribución en la reducción de la pobreza. Las buenas prácticas silvopastoriles han mostrado sus bondades para producir alimentos, generar empleo, contribuir en la seguridad alimentaria, y mitigar los efectos del cambio climático (Herrero, *et al.*, 2015). Múltiples factores complican la transición de una ganadería extensiva a una ganadería sustentable como la propiedad y el manejo de la tierra, el mercado y el financiamiento, así como la toma de decisiones para el manejo y la planificación de agostaderos y el agua, los cuales dependen de consensos sociales (Jiménez-Ferrer *et al.*, 2015).

En el contexto del cambio climático, a pesar de que los productores ganaderos pueden tener estrategias que permiten la mitigación de GEI mediante prácticas sustentables, en el actual esquema de pago por servicios ambientales en México, los costos de las acciones de mitigación en SSP a través de buenas prácticas no están considerados adecuadamente en las estrategias de desarrollo o planes gubernamentales. Al respecto, la experiencia del proyecto *Scole té* en la Selva Lacandona (Chiapas) ha tenido resultados positivos en la venta de carbono secuestrado procedentes de diversos sistemas agroforestales y áreas de conservación. Por ejemplo, en sistemas silvopastoriles dedicados a la cría de ganado bovino, con arreglos de cercos vivos y árboles dispersos en potreros, han mostrado beneficios ambientales y con posibilidades de capturar carbono. Como ya se mencionó, Jiménez-Ferrer *et al.*, 2008b, considera que hay un potencial importante de captura de carbono en arreglos con árboles dispersos en potreros con 82.88 Mg C/ha<sup>-1</sup>. En general, estos valores pueden considerarse relativamente bajos, si consideramos que un cafetal o un área de montaña o selva puede capturar arriba de 100 Mg C/ha<sup>-1</sup> (Roncal *et al.*, 2008), sin embargo, permite establecer una perspectiva sobre la

viabilidad de construir incentivos por captura de carbono en la ganadería tropical. En el presente trabajo, también se pudo observar que ha existido por parte de productores y técnicos, un fuerte arraigo a las prácticas de ganadería extensiva, y mostrando una resistencia al cambio tecnológico, principalmente por el miedo generado al desconocer las tecnologías ofertadas. Debido a que varias de las iniciativas en el estado de Chiapas, se realizaron al interior de áreas naturales protegidas, el enfoque silvopastoril generó contradicciones entre gestores y campesinos que mantenían un discurso en contra de prácticas ganaderas y otros a favor de hacer uso de prácticas silvopastoriles en zonas de amortiguamiento. Por ejemplo, muchos productores ganaderos, al inicio de los proyectos tenían internalizado el modelo de una ganadería extensiva basada en gramíneas, que concibe a las leñosas como elementos que limitan el desarrollo de praderas (Zepeda-Cancino *et al.*, 2016).

A lo largo de las experiencias sistematizadas, se menciona que en comunidades ganaderas hay limitaciones para formar e impulsar organizaciones económicas ganaderas y generar capacidades de gestión autónomas y sin dependencia de agentes externos. Este problema, está muy asociado al “paternalismo” gubernamental que ha promovido la pasividad social en términos de gestión y cambio tecnológico (Soto-Pinto y Jiménez-Ferrer, 2018). Al respecto, Alyson *et al.*, (2013), indican que, en la región centroamericana, a pesar de tener suficientes avances en investigación silvopastoril para diseñar sistemas viables, los productores ganaderos de esta área se muestran reacios a adoptar prácticas y tecnología silvopastoril. Dificultades económicas, ecológicas y culturales resaltan y son razones de la escasa adopción y sugiere poner atención en estos procesos de adopción. En la actualidad, hay importantes experiencias mundiales que muestran el papel estratégico que tiene la agroecología y agroforestería pecuaria y en donde han interactuado productores, investigadores y agentes del desarrollo. Asimismo, estas experiencias, sugieren que los SSP tienden a ser una de las principales opciones con mayor oportunidad de escalamiento o masificación en los diferentes países tropicales, en dónde la ganadería es uno de los pilares de la economía y tiene vínculos con la deforestación y degradación de bosques y selvas. Esta condición, ha vuelto a los SSP una alternativa atractiva y viable para gestores que buscan atender dichas problemáticas (Jacobi 2016). En este contexto, se percibe que, en diversas partes del mundo, se podrían transformar grandes áreas de pastoreo con problemas de degradación y desertificación, en zonas productivas y biodiversas mediante acciones de restauración y promoción de sistemas silvopastoriles.

## Los retos y nuevos escenarios

El presente trabajo ha mostrado que en un periodo de veinte años se realizaron en Chiapas, un número significativo de iniciativas con el objetivo el masificar técnicas y sistemas silvopastoriles en diversas zonas agroecológicas de Chiapas. Así, una de las contribuciones más importantes del enfoque agroforestal para mejorar las áreas ganaderas, ha sido el de promover la transformación de los sistemas ganaderos extensivos a sistemas de producción animal más amigables con el medio ambiente. Las razones de este impulso a los sistemas ganaderos alternativos, puede entenderse a la luz de que estas regiones tropicales han sido sujetas de un dinámico cambio de uso de suelo dirigido para uso de la ganadería bovina con serios efectos ambientales y sociales. Por otro lado, los SSP impulsados en la mayoría de los proyectos analizados en este estudio, se han centrado en promover un uso del suelo ganadero más diversificado e incorporando masivamente el uso de árboles y arbustos multipropósito y buenas prácticas ganaderas. También, el enfoque de masificar el silvopastoreo, se ha caracterizado contrariamente al modelo convencional, en promover infraestructura, diversificación mediante prácticas agroforestales y de buen manejo ganadero y un mejoramiento en la productividad de carne y leche. Aunque hacen falta un análisis más minucioso y contundente sobre la adopción e impacto de estas múltiples iniciativas de masificación de SSP en el estado de Chiapas, los diversos proyectos considerados en este estudio muestran múltiples lecciones aprendidas, cambios en la actividad ganadera y retos socioambientales y organizativos, como lo sugieren las barreras y contradicciones observadas (Tabla 1). En este nuevo contexto, en los últimos años alianzas entre productores, ONG's conservacionistas, gobierno del estado de Chiapas y centros académicos y de investigación, impulsaron nuevos esquemas de intervención territorial como la formación de redes de innovación para la difusión de la tecnología silvopastoril y la articulación con cadenas de valor de carne y leche. Este esquema, tuvo como objetivo promover carne y leche con diferenciadores basados en sustentabilidad ambiental y lograr generen incentivos a los productores. Sin embargo, esta iniciativa ha sido uno de los retos más complicados, debido a las complicaciones comerciales que se presentan en el comportamiento del mercado y consumidores y en las capacidades organizativas y técnicas de los productores ganaderos. Destaca mencionar el efecto de la actual pandemia causada por el nuevo coronavirus (SARS-CoV-2/COVID-19) en las futuras acciones de masificación. Por ejemplo, durante este trabajo, se observó como en la región Selva Lacandona, hay una “ruptura relativa” en las vías de comunicación y cadenas de suministro de insumos para la producción

y alimentos básicos principalmente para las familias locales. (Arce Diaz *et al.*, 2020). Este nuevo escenario, complica los futuros planes para implementar acciones de masificación de los SSP.

Es necesario continuar con un análisis profundo del impacto social y tecnológico que han tenido las diversas iniciativas de masificación mostradas. ¿Cuál es el nivel de adopción de las comunidades y productores han implementado SSP derivado de los proyectos de intervención?, ¿Cuánta inversión ha ocurrido en las regiones ganaderas para promover los SSP? ¿Qué tan intenso ha sido el cambio de uso del suelo hacia sistemas silvopastoriles?, Son interrogantes que tendrán que considerarse en futuras investigaciones para contribuir y seguir impulsando la masificación de los sistemas silvopastoriles en Chiapas.

## CONCLUSIONES

El presente estudio ha mostrado que en Chiapas en las últimas dos décadas se han dado múltiples iniciativas de masificación de silvopastoreo. Así, este proceso se extendió con dinamismo en diversas regiones agroecológicas, especialmente en la región de la Selva Lacandona, Valles Centrales y Costa de Chiapas. El proceso de masificación ha mostrado la importancia de las alianzas sociales entre diversos sectores sociales (productores-agencias de desarrollo-academia-Gobiernos), lo que ha permitido transitar de proyectos locales focalizados a proyectos con amplia cobertura territorial. Destaca mencionar, el claro interés por parte de financiadores y gestores del desarrollo con enfoque ambientalista, en seguir impulsando los sistemas silvopastoriles como una vía para generar alternativas de mejoramiento y transformación de los sistemas ganaderos convencionales. Hay evidencias que muestran que los SSP son una opción viable social y técnicamente, sin embargo, se han identificado múltiples barreras socioambientales. Estas sin duda, deberán considerarse para futuras iniciativas.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento de este estudio al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) México (No. Proyecto No. 242541 SEP-CB). Asimismo, se agradece el apoyo y colaboración a productores ganaderos, técnicos y gestores de organizaciones no gubernamentales como The Nature Conservancy, Pronatura Sur, AMBIO, FONCET, FMCN e investigadores y técnicos de ECOSUR por todas las facilidades brindadas. Un afectuoso agradecimiento a la M.C. Andrómeda Mariana Rivera Castañeda, M.C. Guillermo Velasco Barajas, Dra. Adriana Margarita Flores González, e Ing. Paola Corzo Llaven por su invaluable apoyo y facilitación en la información.

**Financiamiento.** Este estudio fue financiado gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) México (SEP-CONACYT CB 2014 No. Proyecto 242541)

**Conflictos de intereses.** Los autores declaran que no hay conflicto de intereses

**Cumplimiento de normas éticas.** Los autores declaran que los sujetos de estudio fueron previamente informados.

**Disponibilidad de datos.** LA base de datos está disponible en ECOSUR-DASA ([gjimenez@ecosur.mx](mailto:gjimenez@ecosur.mx))

## REFERENCIAS

- Altieri, M., and Nicholls, C., 2020. Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19. *The Journal of peasant studies.* 47 (5), pp. 881-898.  
<https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1782891>
- Alyson, B., Dagan, K., Nair, P. K., 2013. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems.* 59 (2), pp. 149-155.  
<https://doi.org/10.1023/A:1026394019808>.
- Apan-Salcedo, G.W., Hernández-Yáñez, A., Izaguirre-Corzo, A. C., Morales-Román, M., Carvallo, F., Carvallo, R., Gallegos-Soto, M., 2018. Modelo de negocios para la reconversión productiva incorporando criterios de sustentabilidad en la cadena de valor leche en Chiapas. Informe técnico. The Nature Conservancy. Chiapas, México.
- Arce-Díaz, E., Scudiero, L., Schneider, F., Steinfeld, H., 2020. GASL Stakeholder consultation on COVID 19 in the livestock sector globally. Global Agenda for Sustainable Livestock. FAO, Roma Italia. 37 p.41
- Astier, M., Argueta, J., Orozco-Ramírez, Q., González M., González, M., Morales, J., Gerritsen, P., Escalona, M., Rosado-May, F., Sánchez-Escudero, J., Martínez, T., Sánchez-Sánchez, C., Arzufi, R., Castrejon, F., Morales, H., Soto, L., Mariaca, R., Fergusin, B., Rosset, P., Ramírez, H., Jarquin, R., García Moya, F., Ambrosion, M., Gonzalez-Ezquivel, C., 2017. Back to the roots: understanding current agroecological movement, science, and practice in México. *Agroecological and Sustainable Food Systems* (3-4), pp. 329-348.  
<https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1287809>

- Ávila-Foucault R., 2014. Análisis financiero y percepción de los servicios ambientales de un sistema silvopastoril: un estudio de caso en los Tuxtlas, México. Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica. 22, pp. 17–33. [http://redibec.org/wp-content/uploads/2017/03/REV22\\_02.pdf](http://redibec.org/wp-content/uploads/2017/03/REV22_02.pdf)
- Bacab, H.M., Madera, N.B., Solorio, F.J., Vera, F., Marrufo, D.F., 2013. Los sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala*: una opción para la ganadería tropical. Avances en Investigación Agropecuaria. 17(3), pp. 68–81. <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/sept5.pdf>
- BIOPASOS 2021. Biodiversidad y paisajes ganaderos agrosilvopastoriles Sostenibles. <https://www.biopasos.com/hacemos.php>. Fecha de consulta: 19/05/2021
- Camacho-Vera, J.H., Vargas-Canales, J.M., Quintero-Salazar, L., Apan-Salcedo, G.W., 2018. Evolución del sistema de producción bovino leche en la Frailesca, Chiapas. Revista de Geografía Agrícola. 61, pp. 68-84. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2018.61.11>
- Casey, J.F., and Caviglia, J., 2000. Deforestation and Agroforestry in Tropical Forest: Can We Generalize ?. Some results from Campeche, Mexico and Rondonia, Brazil. Western Economics SAssociation Annual Meetings, Vancouver (Canada), 29 p. <https://ageconsearch.umn.edu/record/36466/>
- Constantino, T., Roberto, M., Dávila I., Hilda R., 2011. Una aproximación a la vulnerabilidad y la resiliencia ante eventos hidrometeorológicos extremos en México. Política y Cultura. 36(1), pp. 15-44. <https://polcul.xoc.uam.mx/index.php/polcul/article/view/1151>
- Covaleta, S., Aguilar S., Ranero, A., Marín, I., Paz, F., 2014. Diagnóstico sobre determinantes de deforestación en Chiapas. Alianza México para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación. Informe Técnico. US-AID-Alianza México REDD+, Serie Política Pública. México, 169 p. <http://www.alianza-mredd.org/diagnostico-sobre-determinantes-de-deforestacion-en-chiapas/>
- Díaz-Gallegos J. R., Mas, J.F., Velázquez, A., 2008. Monitoreo de los patrones de deforestación en el Corredor Biológico Mesoamericano, México. Interciencia. 33 (12), pp. 882-890
- Ferguson, B. G., Dinmont, S., Alfaro-Argüelles, R., Martinc, J., Nahed-Toral, J., Álvarez-Solís, D., Pinto-Ruiz, R., 2013. Sustainability of holistic and conventional cattle ranching in the seasonally dry tropics of Chiapas, Mexico. Agricultural Systems. 120, pp. 38-48. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.05.005>
- Ferguson, B., Aldasoro, M., Giraldo, O., Mier y Teran, M., Morales, H., Rosset, P., 2019. What do we mean by agroecological scaling? Agroecological and Sustainable Food Systems, 43 (7-8), pp. 722-723. <https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1630908>
- FAO, 2018. Work on agroecology, a pathway to achieve the SGD's. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome Italy. 28 p. <http://www.fao.org/publications/card/en/c/I9021ES>
- Flores-González, A., Jiménez-Ferrer, G., Castillo-Santiago, M., Ruíz de Oña, C., Covaleda, S., 2019. Buenas prácticas ganaderas: adopción tecnológica en La Cañada Rio Perlas, Ocósingo, Chiapas, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 22, pp. 87-89.
- Folch A and Planas J., 2019. Cooperation, Fair Trade , and the Development of Organic Coffee Growing in Chiapas (1980-20015). Sustainability 11 (2), pp. 6 – 22 <https://doi.org/10.3390/su11020357>
- FONCET., 2020. Diagnóstico ambiental y socioeconómico de la ganadería en Chiapas para la implementación de acciones en ganadería regenerativa. Informe técnico. Fondo de Conservación El Triunfo. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Chiapas, México.
- GEA ,1993. El proceso de evaluación rural participativo: una propuesta metodológica. Grupo de Estudios Ambientales. A.C. México, 103 p
- Hendrickson, C. Y. y Corbera, E., 2015. Participation dynamics and institutional change in the Scolelte Carbon forestry project, Chiapas, Mexico. Geoforum. 59, pp. 63-72. <http://doi.org/10.1016/j.geoforum.2014.11.022>
- Herrero, M., Wirsénus, S., Henderson, B., Rigolot, C., Thornton, P., Havlík, P., de Boer, I., Gerber, P. J., 2015. Livestock and the Environment: What Have We Learned in the Past Decade?. Annual Review of Environment and Resources. 40, pp. 177-202.

- <http://doi.org/10.1146/annurev-environ-031113-093503>
- HLPE, 2019. Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition. A report by the HighLevel Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome. 164 p
- IKI 2020. Cooperative climate change adaptation in Sierra Madre and the Coast of Chiapas. International Climate initiative [https://www.international-climate-initiative.com/en/details/project/cooperative-climate-change-adaptation-in-sierra-madre-and-the-coast-of-chiapas-11\\_II\\_080-113](https://www.international-climate-initiative.com/en/details/project/cooperative-climate-change-adaptation-in-sierra-madre-and-the-coast-of-chiapas-11_II_080-113). Fecha de consulta 5/03/ 2020
- Jacobi, J., 2016. Agroforestry in Bolivia: Opportunities and challenges in the context of food security and food sovereignty. Environmental Conservation. 43(4), pp. 307-316. <https://doi.org/10.1017/S0376892916000138>
- Jiménez-Ferrer, G., Márquez, C., Reyes, F., Hernández, L., 2007. Acuerdo de Puyacatengo: por una ganadería sustentable en la Selva Lacandona. Ecofronteras. 30 (1), pp. 27-31. <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/905>
- Jiménez-Ferrer, G., Velasco-Pérez, R., Uribe-Gómez, M., Soto-Pinto-L., 2008a. Ganadería y conocimiento local de árboles y arbustos forrajeros de la selva Lacandona, Chiapas, México. Zootécnia Tropical. 26(3), pp. 333-337. <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v26n3/art38.pdf>
- Jiménez-Ferrer, G., Aguilar, A. V., Soto-Pinto, L., 2008b. Livestock and carbon sequestration in the Lacandon rainforest, Chiapas, Mexico. En P. Rowlinson, M. Steele and A. Nefzaoui (Eds.), Proceedings of the Internacional Conference Livestock and Global Climate Change. Cambridge University Press, Hammamet, Tunisia. 195-197. [https://www.agrecol.de/climadapt/files/LGC\\_C\\_procdings.pdf](https://www.agrecol.de/climadapt/files/LGC_C_procdings.pdf)
- Jiménez, G., Soto, L., Pérez, E., Kú, J.C., Ayala, A., Villanueva, G., Alayón, A., 2015. Ganadería y cambio climático: Avances y retos de la mitigación y la adaptación en la frontera sur de México. Revista Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente 15 (30), 1-20p. <https://publicaciones.xoc.uam.mx/Recurso.php>
- Jiménez, F.G., 2020. COVID – 19 y ganadería: Caminos cruzados. La Jornada del Campo, Numero 156. Suplemento informativo de la Jornada (México). <https://www.jornada.com.mx/2020/09/19/delcampo/articulos/covid-19-ganaderia.html>
- Kú-Vera J, Valencia-Salazar S, Piñeiro-Vázquez T, Solorio-Sánchez J., 2018. Determination of methane yield in cattle fed tropical grasses as measured in open-circuit respiration chambers. Agricultural and Forest Meteorology 258, pp. 3-7. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.01.008>
- Lee, S., Bonatti, M., Lohr, K., Palacios, V., Lana, M., Sieber, S., 2020. Adoption potentials and barriers of silvopastoral system in Colombia: Case of Cundinamarca region, Cogent Environmental Science, 6 (1), 1823632. <https://doi.org/10.1080/23311843.2020.1823632>
- Leguizamo, M. 1984. La producción agrícola en Chiapas, CIES, Serie Documentos No. 8, Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, Chiapas, México.
- Lerner, A.M., Zuluaga, A.F., Chará, J., Etter, A., Searchinger, T., 2017. Sustainable Cattle Ranching in Practice: Moving from Theory to Planning in Colombia's Livestock Sector. Environmental Management. 60(2), pp. 176-184. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-017-0902-8>.
- López-Carmona, M., Jiménez-Ferrer, G., De Jong, B., Ochoa-Gaona, S., Nahed-Toral, J., 2001. El Sistema ganadero de montaña en la región norte-tzotzil de Chiapas, México. Veterinaria México. 32(2), pp. 93-102 <https://doi.org/10.21753/vmoa.32.002.41>
- Marinidou, E., Finegan, B., Jiménez-Ferrer, G., Delgado, D., Casanoves, F., 2013. Concepts and a methodology for evaluating environmental services from trees of small farms in Chiapas, México. Journal of Environmental Management. 114, pp. 115-124. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.10.046>
- Marinidou, E., Jiménez-Ferrer, G., Soto-Pinto, L., Ferguson, B., 2019. Agro-ecosystem services assessment of silvopastoral experiences in Chiapas, Mexico: towards a methodological proposal. Experimental Agriculture. 55(1), pp. 21-37. <https://doi.org/10.1017/S0014479717000539>

- Martínez-Espinosa, M.I., 2012. Análisis de la gestión de proyectos de desarrollo con un modelo de políticas públicas. El caso del Proyecto Desarrollo Social Integrado y Sostenible (PRODESIS) en Chiapas. *Revista Pueblos y Fronteras.* 7(13), pp. 210-242. <https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2012.13>
- Maximiliano-Martínez, J., Moyano-Estrada, E., 2018. Conservación y Desarrollo en espacios naturales protegidos. Aproximación sociológica al caso de la Reserva de la Biosfera "La Sepultura" (Chiapas, México). *Ager Revista de estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural.* 25, pp. 159-188. <http://doi: 10.4422/ager.2018.01>
- Maya-Martínez, A., Uzcanga-Pérez, N. G., del Ángel-Pérez, A. L., Larqué-Saavedra, B. S., Esparza-Olgún, L. G., 2019. Módulos agroforestales de producción diversificada e intensiva en bosque templado y selva húmeda de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Sureste. San Francisco de Campeche, Campeche, México. Libro Técnico Numero. 6. 160 p.
- Mercer, D.E., Pattanayak, S.K., 2003. Agroforestry Adoption By Smallholders. In: Sills E.O., Abt K.L. (eds) *Forests in a Market Economy.* Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-0219-5\\_16](https://doi.org/10.1007/978-94-017-0219-5_16)
- Merton, R. K., Fiske, M., Kendall, P. 1998. Propósitos y criterios de la entrevista focalizada. *Empiria, Revista de Metodología de Ciencias Sociales,* 1, pp. 215-227. <https://doi.org/10.5944/empiria.1.1998.740>
- Mier y Terán, M., Giraldo, O., Aldasoro, M., Morales, H., Ferguson, B., Rosset, P., Ashlesa, K., Campos, C., 2018. Bringing agroecology to scale: keydrivers and emblematic cases. *Agroecology and Sustainable Food Systems.* <http://doi:10.1080/21683565.2018.14443313>
- Muhammad, I., Villanueva, C., 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa aérea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería de las Américas.* 45, pp. 27-35.
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribea, F., Calle, A., Solorio, B., 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands, *Forest Ecology and Management,* 261, 1654–1663. doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.027
- Nahed-Toral, J., B. Sánchez-Muñoz Y. Mena, J. Ruiz-Rojas, R. Aguilar-Jimenez, J.Ma. Castel, F. de Asis Ruiz , M. Orantes-Zebadua , A. Manzur-Cruzb, J. Cruz-Lopez , C. Delgadillo-Puga., 2013. Feasibility of converting agrosilvopastoral systems of dairy cattle to the organic production model in southeastern Mexico. *Mexico Journal of Cleaner Production* 43:136-145. doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.019
- Obregón-Viloria, R., Almeida-Valles D., 2019. Desarrollo rural sustentable en corredores biológicos. Una experiencia en conservación y producción sustentable en Chiapas. Informe técnico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, 76 p.
- Palmer, L., 2014. A new climate for grazing livestock. *Nature Climate Change.* 4, pp. 321-323. <https://doi.org/10.1038/nclimate2215>
- Pezo, D., Cruz, J., Cardona, J., Piñeiro, M., 2007. Las Escuelas de Campo de Ganaderos como estrategia para promover la rehabilitación y diversificación de fincas con pasturas degradadas: algunas experiencias en América Central. II Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. Memorias, Cuba., 20 p
- Plan Vivo, 2020. Proyecto Scole Te-Mexico. <https://www.planvivo.org/scolelte>. Fecha de Consulta 21/05/2021
- Piñeiro-Vázquez A, Jiménez-Ferrer G, Chay-Canul A, Casanova-Lugo F, Díaz-Echeverría V, Ayala-Burgos A, Solorio-Sánchez F, Aguilar-Pérez C, Ku-Vera, J., 2017. Intake, digestibility, nitrogen balance and energy utilization in heifers fed low-quality forage and Leucaena leucocephala. *Animal Feed, Science and Technology.* 228, pp. 194-20. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.04.009>
- Preston, R and Leng R., 2008. Adapting livestock production systems to climate change-tropical zones. En P. Rowlinson, M. Steele and A. Nefzaoui (Eds.), *Proceedings of the International Conference Livestock and Global Climate Change.* Cambridge University Press, Hammamet, Tunisia. 56-60p [https://www.agrecol.de/climadapt/files/LGC\\_C\\_procdings.pdf](https://www.agrecol.de/climadapt/files/LGC_C_procdings.pdf)

- Quiroga-Carapia, A., Apan-Salcedo G.W., 2016. Plan de Acción de ganadería sustentable de bajas emisiones en Chiapas, 2016-2021. Informe técnico. Grupo de Ganadería Sustentable de Bajas Emisiones de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 122 p <http://www.alianza-mredd.org/plan-de-accion-de-ganaderia-sustentable-de-bajas-emisiones-en-chiapas-2016-2021/>
- Roncal-García, S., Soto-Pinto, L., Castellanos-Albores, J., Ramírez-Marcial, N., de Jong, B., 2008. Sistemas agroforestales y almacenamiento de carbono en comunidades indígenas de Chiapas, México. *Interciencia*, 33(3), 200-206. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_artext&pid=S0378-18442008000300009](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_artext&pid=S0378-18442008000300009)
- Sánchez-Juárez, G.K., 2015. Participación campesina en el mercado global de café. Cafeticultores organizados en Chiapas. *Nóesis, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*. 24(47), pp. 1-19 <http://dx.doi.org/10.20983/noesis.2015.13.1>
- SEMAHAN, 2010. Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas. Chiapas, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. México. 89 p
- SIACON. 2017. Población bovina de carne y leche 2006-2016. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta Nueva Generación. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/276006/Bovino.pdf>, Fecha de consulta 2/02/2019
- Solorio, S., Wright, J., Franco, M., Basu, S., Sarabia, S., Ramírez, L. and Ku-Vera, J., 2017. Silvopastoral Systems: Best Agroecological Practice for Resilient Production Systems Under Dryland and Drought Conditions. In: Ahmed M., Stockle C. (eds) Quantification of Climate Variability, Adaptation and Mitigation for Agricultural Sustainability. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32059-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32059-5_11)
- Soto-Pinto, M. L., Villalvazo, V., Jimenez-Ferrer, G., Ramírez-Marcial, N., Montoya, G. Sinclair, F., 2007. The role of local knowledge in determining shade composition of multistrata coffee systems in Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation*. 16, pp. 419-436. <http://doi.org/10.1007/s10531-005-5436-3>
- Soto-Pinto, M. L., Castillo-Santiago, M. A., Jiménez-Ferrer, G., 2012. Agroforestry systems and local institutional development for preventing deforestation in Chiapas, Mexico. En Moutinho P. Deforestation Around the World. IntechOpen. 333-350. <http://doi:10.5772/35172>
- Soto-Pinto M. L., Aguirre-Dávila, C. M., 2015. Carbon stocks in organic coffee systems in Chiapas, Mexico. *Journal of Agricultural Science*. 7(1), pp. 117-128. <http://doi:10.5539/jas.v7n1p11>
- Soto-Pinto, L. Jiménez-Ferrer, G., 2018. Contradicciones Socioambientales en los procesos de mitigación asociados al ciclo del carbono en sistemas agroforestales. *Madera y Bosques*. 24, pp. 15 <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401887>
- Szott, L., Ibrahim, M. Beer, J., 2000. The hamburger connection hangover: cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. Serie técnica. Informe técnico No. 313. CATIE. Turrialba. Costa Rica.
- Wenzell, A., Gemill B., Bezner, R., Barrios, E., Rodriguez, A., Sinclair, F., 2020. Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 40:40. <http://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>
- Zepeda-Cancino, R.M., Velasco-Zebadúa, M.E., Nahed-Toral, J., Hernández-Garay, A. Martínez-Tinajero, J. J., 2016. Adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: Apoyos y limitantes. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 7(4), pp. 471–488. [doi:10.22319/rmcv7i4.4282](https://doi.org/10.22319/rmcv7i4.4282)