



## NIVEL DE ADOPCIÓN DE TÉCNICAS SILVOPASTORILES EN LA SIERRA MADRE DE CHIAPAS, MEXICO †

### [LEVEL OF ADOPTION OF SILVOPASTORAL TECHNIQUES IN THE SIERRA MADRE DE CHIAPAS, MEXICO]

Gregorio Wenceslao Apan-Salcedo<sup>1</sup>, José Nahed-Toral<sup>1</sup>, Esaú Pérez-Luna<sup>2</sup>, Ángel Piñero-Vázquez<sup>3</sup> and Guillermo Jiménez-Ferrer<sup>1\*</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, C.P. 29290 México. Email: [gjimenez@ecosur.mx](mailto:gjimenez@ecosur.mx)

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Chiapas (UACH), Facultad de Ciencias Agronómicas, Carretera Ocozocoautla- Villa Flores, Km 84.5, Chiapas, C.P. 30470 México.

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México/I.T. Conkal Av. Tecnológico S/N, Conkal, Yucatán, C.P. 97345 México.

\*Corresponding author

#### SUMMARY

**Background.** Silvopastoral systems are viable agroforestry option to move toward sustainable livestock and rural development. **Objective.** to analyze the level of adoption of silvopastoral techniques by beneficiary producers of three converging projects in the Sierra Madre de Chiapas region (Mexico), during the 2008-2017 period. **Methodology.** Forty-two Cattle Production Units (UPP, for its acronym in Spanish) from the municipalities of Villaflores, La Concordia and Pijijiapan (Chiapas) were diagnosed by socioeconomic and technical variables. A Silvopastoral Systems Development Index (IDESSP, for its acronym in Spanish) was used to evaluate their level of adoption. **Results.** The global IDESSP of UPP was 52%. UPP in the “High” level of adoption reached an IDESSP of 74% ( $\pm 6.2$ ), “Medium” an index of 56% ( $\pm 5.3$ ) and located in the “Low” group was 42% ( $\pm 3.1$ ). The socio-educational characteristics (age of the producer, years of experience in livestock activity, education level) and the productive variables (land area, herd size, milk production / day, annual income) were different ( $P < 0.05$ ) between the groups. The significant variables ( $P > 0.001$ ) that allowed a greater adoption of silvopastoral practices were the average annual income of each family, the availability of total land, and the collaboration that the rancher had with other social sectors. **Implications.** The low adoption of silvopastoral techniques encourages the continuation of conventional livestock practices with negative effects on natural resources, diminishes the capacities for strengthening and social organization, and limits the processes of scaling-up or massification of SSP. **Conclusions.** The level of adoption of silvopastoral techniques among the UPP was intermediate, which was subject to availability of land, years of experience, educational level and number of links for the production of each owner of the production units, the area under actions of conservation were greater than silvopastoral techniques.

**Key words:** Agroforestry; adoption; silvopastoralism; livestock; technology transfer.

#### RESUMEN

**Antecedentes.** Los sistemas silvopastoriles son una opción agroforestal para transitar hacia una ganadería sustentable y al desarrollo rural. **Objetivo.** Analizar el nivel de adopción de técnicas silvopastoriles por productores beneficiarios de tres proyectos que convergieron en la región Sierra Madre de Chiapas (México), en el periodo 2008-2017. **Metodología.** Se caracterizó a 42 unidades de producción pecuarias (UPP) de los municipios de Villaflores, La Concordia y Pijijiapan, (Chiapas), mediante variables socioeconómicas y técnicas. Para ello se utilizó un Índice de Desarrollo de Sistemas Silvopastoriles (IDESSP). **Resultados.** El IDESSP global de todas las UPP fue de 52%. Las UPP con un nivel “Alto” de adopción alcanzaron un IDESSP promedio de 74% ( $\pm 6.2$ ), los de en “Medio” un índice de 56% ( $\pm 5.3$ ) y los ubicados en el grupo “Bajo” fue de 42% ( $\pm 3.1$ ). Las características socioeducativas (edad del productor, años de experiencia en la actividad ganadera, nivel de educación) y las variables productivas (superficie del terreno, tamaño del hato, producción de leche/día, ingresos anuales) fueron diferentes ( $P < 0.05$ ) entre los grupos. Las variables significativas ( $P > 0.001$ ) que permitieron una mayor adopción de prácticas silvopastoriles fueron el ingreso

† Submitted September 29, 2021 – Accepted February 10, 2022. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4001>



promedio anual de cada familia, la disponibilidad de tierra total, y la colaboración que tuvo el ganadero con otros sectores sociales. **Implicaciones.** La baja adopción de técnicas silvopastoriles propicia seguir con prácticas ganaderas convencionales con efectos negativos en los recursos naturales, disminuye las capacidades de fortalecimiento y organización social y limita los procesos de escalamiento o masificación del silvopastoreo. **Conclusiones.** El nivel de adopción de técnicas silvopastoriles entre las unidades de producción es intermedio el cual estuvo sujeto a disponibilidad de tierra, ingreso anual, nivel educativo y número de vínculos para la producción de cada propietario de las unidades de producción, la superficie bajo acciones de conservación mayor que la destinada a técnicas silvopastoriles.

**Palabras clave:** Agroforestería; adopción; silvopastoreo; ganadería; transferencia de tecnología.

## INTRODUCCION

### Los sistemas silvopastoriles: una opción viable

A escala global, mucho se ha discutido sobre la ganadería bovina extensiva en torno a sus serios efectos sobre la degradación de los recursos naturales (Szott *et al.*, 2000), pérdida de la biodiversidad y su papel en las emisiones de gases de efecto invernadero (Lerner *et al.* 2017; Rosete-Vergés *et al.*, 2014). En este contexto, los sistemas silvopastoriles (SSP) han sido una opción viable para la producción pecuaria de manera sustentable en muchas partes del mundo (Palmer, 2014; Huertas, *et al.*, 2021). Los SSP, son una modalidad agroforestal donde se combinan deliberadamente animales con planta herbáceas (principalmente gramíneas y leguminosas), arbustos y árboles para mejorar la respuesta animal y tener también otros usos y servicios complementarios. Estos sistemas combinan los la ciencia agroforestal y el conocimiento tradicional de los productores (Budowsky, 1979), y pueden incrementar los ingresos de las familias (Ávila-Foucat y Revollo-Fernández, 2014), mejorar el bienestar y la respuesta animal con más producción de leche y carne (Herrero *et al.*, 2015), permitir la conservación de la biodiversidad (Murgueitio, 2009) y también ayudar a la mitigación de los efectos del cambio climático (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2018). Sin embargo, a pesar de la abundante información sobre los beneficios socioeconómicos y ambientales de las prácticas y sistemas agroforestales, aún se perciben serias limitantes para su adopción y escalamiento en el trópico latinoamericano (Clavero y Suárez, 2006; Alyson *et al.*, 2003; Nahed *et al.*, 2013; Apan-Salcedo, 2020).

### La Sierra Madre de Chiapas (México)

La región conocida como Sierra Madre de Chiapas, se refiere a la cordillera que alberga 32 municipios del estado de Chiapas hasta Guatemala y comprende las zonas económicas “Frailesca”, “Istmo-Costa”, “Soconusco” y “Frontera”. Esta región tiene una amplia diversidad de ecosistemas que van desde humedales, selvas mediana y alta, hasta bosque mesófilo de montaña. Asimismo, es una de las principales áreas de producción agropecuaria en el estado, y es altamente vulnerable al cambio climático

y a la deforestación (Covaleda *et al.*, 2014). En los últimos años, ha sido motivo de intervenciones estratégicas para promover la implementación de SSP para mejorar la ganadería bovina, recuperar áreas degradadas, detener la deforestación y reducir la vulnerabilidad al cambio climático. (Apan-Salcedo *et al.*, 2021, SEMAHN, 2010).

### Adopción de SSP

La adopción tecnológica es un proceso complejo y dinámico, por lo tanto, para comprender su difusión, la “tecnología” debe abordarse como un concepto más amplio que no solo se refiere a artefactos o artilugios que cumplen un fin determinado. Es también el conjunto de conocimientos y fundamentos que permiten a la gente modificar su entorno. Así, puede concebirse a la adopción como la internalización de la tecnología por parte del usuario, para fortalecer su medio de vida (Salas-González *et al.*, 2013; Ruttan, 1996; Aguilar *et al.*, 2012). Este enfoque es fundamental, pues está directamente vinculado con los procesos de escalamiento o masificación, el cual es definido como la acción de múltiples actores sociales para promover participativamente la adopción y disseminación de diversas tecnologías agroforestales-silvopastoriles en familias campesinas ganaderas (Apan-Salcedo *et al.*, 2021). En México, entre los factores que han retrasado la adopción de prácticas silvopastoriles y que por ende limitan su masificación, se encuentran la falta de extensionismo rural con conocimientos agroforestales que permita fomentar esta tecnología, el acceso limitado a créditos para la reconversión de potreros convencionales hacia esquemas silvopastoriles, falta de políticas públicas estratégicas que reconozcan la importancia de los enfoques agroecológicos y holísticos, y además, existen pocos mecanismos de comunicación de la ciencia que permitan la concientización de los productores (Flores-González *et al.*, 2019; Zepeda-Cancino *et al.*, 2016). Ante este contexto, diversas organizaciones no gubernamentales (ONG’s), se han involucrado en procesos de extensionismo rural y han impulsado cambios sociales y tecnológicos en la ganadería bovina del estado de Chiapas (Rodríguez-Cardozo, 2017; Guevara-Hernández, 2017).

En Chiapas, el modelo de capacitación, adopción y asistencia social de las ONG's que promueven tecnologías para reducir la deforestación - principalmente las de cohorte en protección ambiental y con enfoque conservacionista-, han usado primordialmente un enfoque metodológico de “arriba-abajo”, es decir, parten de un modelo de transferencia tecnológica lineal, siendo estas organizaciones las que “aterrian” la tecnología hacia los usuarios que las desconocen (Guevara-Hernández, 2007). Esta lógica resulta ser fácil para el despliegue de acciones territoriales, así como para diseñar propuestas para financiadores y monitorearlas. Sin embargo, estas formas de trabajo generan ciertas contradicciones para lograr el mantenimiento a largo plazo de modelos tecnológicos, cohesión social y procesos socioambientales (Soto-Pinto y Jiménez-Ferrer, 2018). Así, en los últimos años las ONG's se han convertido en una interfaz entre las realidades de los productores con el mercado, la ciencia y la política, además de promover el diseño y la promoción de política ambiental en México, para lograr el desarrollo sustentable del sector agropecuario (Guevara-Hernández, 2017; Martínez y Chávez-Ramírez, 2014). Entre 2012 y 2017, en la región Sierra Madre de Chiapas, tanto para la vertiente “Istmo-Costa”, como para la vertiente interna de la “Frailesca”, en Chiapas, México, convergieron tres proyectos que promovieron la implementación de técnicas silvopastoriles: 1) “Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos de Chiapas” (PDSCB); 2) “Mecanismos Innovadores para un programa de cooperación hacia la adaptación al cambio climático en la sierra madre y costa de Chiapas” (IKI-MICC); y 3) “Iniciativas de acción temprana para la mitigación de degradación por uso ganadero” desplegado por la Alianza México REDD+ (IAT-REDD+). Estos proyectos se desarrollaron en comunidades con actividad ganadera, impulsando técnicas silvopastoriles en las zonas de amortiguamiento y/o de influencia de las Reservas de la Biosfera “La Sepultura”, “El Triunfo”, “La Encrucijada” y el área de protección de Recursos Naturales “La Frailesca”, impulsando primordialmente cercos vivos mono estrato, bancos forrajeros, arboles dispersos en potreros, y el mejoramiento y pastoreo en áreas de acahuals, entre otras (Jiménez *et al.*, 2007; Marinidou y Jiménez, 2010). Los proyectos de transferencia tecnológica a través de diversas instituciones públicas y privadas, salvo las de investigación, pocas veces realizan estudios sobre el impacto socioambiental y de la adopción tecnológica por parte de los productores con quienes trabajan (Zepeda-Cancino *et al.*, 2016; Salas-González *et al.*, 2013). Si bien generan antecedentes y líneas base de trabajo para evaluar el efecto de los proyectos, hay un fuerte vacío sobre la adopción de prácticas y SSP (Apan-Salcedo *et al.*, 2021). Este problema, pone en riesgo futuros escenarios para el

desarrollo de procesos de escalamiento y masificación. Con base en lo anterior, la presente investigación tuvo por objetivo analizar el nivel de adopción de las técnicas silvopastoriles por los productores que participaron en los grupos de trabajo de los tres proyectos de desarrollo implementados simultáneamente (PDSCB, IKI-MICC e IAT-REDD+) en la región Sierra Madre de Chiapas.

## MATERIALES Y METODOS

### Comunidades de estudio y características de los proyectos analizados

El estudio se realizó en ocho comunidades ganaderas ubicadas en tres Municipios de Chiapas México: 1) Villaflores (Ejido Ricardo Flores Magón y Ejido Los Ángeles), 2) La Concordia (Ranchería Las Toronjas y Ranchería Nuevo paraíso) y 3) Pijijiapan (Ejidos Rincón del Bosque, Nueva Flor, Echegaray y Unión Pijijiapan). En las seis comunidades, los productores tienen propiedades bajo el régimen ejidal y en dos bajo el régimen de propiedad privada (Figura 1). La Tabla 1 muestra las características de los proyectos PDSCB, IKI-MICC e IAT-REDD+.

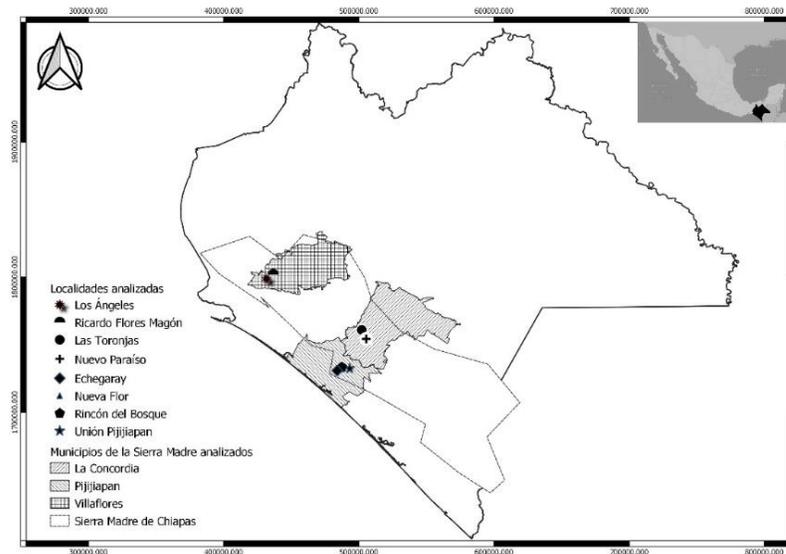
### Variables y toma de datos

Durante el periodo julio 2018 a septiembre de 2019 se desarrolló el trabajo de campo para la colecta de la información. Se inició con entrevistas semiestructuradas realizadas a 10 técnicos de campo que trabajaron en los proyectos, 4 de PDSCB, 3 IKI-MICC y 3 de IAT-REDD+ con base en la metodología de Merton *et al.*, (1998). Estas entrevistas permitieron conocer las experiencias de trabajo con los productores, las técnicas silvopastoriles implementadas, las comunidades que colaboraron y los productores líderes en la implementación de técnicas silvopastoriles.

Para identificar productores adoptantes se hicieron talleres grupales y se usó el “Método bola de nieve” (Camacho-Vera *et al.*, 2018) usando preguntas clave como: ¿Qué productores hacen ganadería silvopastoril en la comunidad? ¿Quiénes son los que lideran la adopción de prácticas silvopastoriles?, Como resultado de estos talleres, se obtuvo una muestra de 42 productores, que representan el 12% de los beneficiarios de los tres proyectos en la región Sierra Madre de Chiapas. Posteriormente, a esta muestra de productores se aplicaron cuestionarios de caracterización socioambiental. El cuestionario se dividió en siete apartados: 1) Aspectos sociodemográficos, 2) Producción, 3) Sociocultural, 4) Técnico, 5) Socioeconómico, 6) Técnica silvopastoril, 7) Barreras identificadas para la adopción; en conjunto estos apartados contienen 31 variables que influyen en

la adopción tecnológica del silvopastoreo y estas fueron cotejadas con los resultados de otros trabajos de adopción tecnológica silvopastoril en Chiapas (Flores-González *et al.*, 2019; Zepeda-Cancino *et al.*, 2016) (Tabla 2). Las técnicas silvopastoriles se identificaron

en campo mediante observación directa, para confirmar su presencia en la unidad de producción (Aguas-Rendón *et al.*, 2012; Tarrés, 2001).



**Figura 1.** Comunidades de estudio en la Sierra Madre de Chiapas.

**Tabla 1.** Características generales de proyectos que promovieron sistemas silvopastoriles en la Sierra Madre de Chiapas, Selva Lacandona y Selva Zoque, en Chiapas, México.

Proyecto	Periodo	Características generales	Zonas de influencia	Comunidades de la Sierra Madre de Chiapas analizadas para este estudio
Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos de Chiapas (PDSCB)	2008-2017	Proyecto implementado por el Gobierno Federal mediante un fideicomiso de SAGARPA-CONABIO y operado por distintas organizaciones civiles denominadas Agencias de Desarrollo Sustentable (ADS). Se promovió la implementación de prácticas agroforestales y silvopastoriles para la conservación y conectividad del paisaje en los corredores biológicos de Chiapas establecidos en las zonas de importancia biológica de la CONABIO	Región Selva Lacandona (Municipios de: Marqués de Comillas, Ocosingo, Tenejapa, Palenque), Región Selva Zoque (Municipios: Ocozocoautla, Jiquipilas), Región Sierra Madre de Chiapas (Municipios: Pijijiapan, La Concordia)	Municipio de Pijijiapan: Ejido Rincón del Bosque, Nueva Flor, Echegaray, Unión Pijijiapan.
Mecanismos Innovadores para un programa de cooperación hacia la adaptación al cambio	2011-2015	Proyecto con financiamiento de la Iniciativa climática Internacional (IKI) del gobierno alemán. Implementado por <i>The Nature Conservancy</i> y socios locales como Pronatura Sur. Tuvo como objetivo desarrollar e implementar medidas de adaptación al cambio climático	Sierra Madre de Chiapas (Municipios de Villaflores, Villacorzo, Montecristo de Guerrero, Pijijiapan, Arriaga, Tonalá)	Municipio de Villaflores: Ejido Ricardo Flores Magón y Ejido Los Ángeles.

Proyecto	Periodo	Características generales	Zonas de influencia	Comunidades de la Sierra Madre de Chiapas analizadas para este estudio
climático en la sierra madre y costa de Chiapas		en cuencas hidrográficas costeras y en la región Sierra de Chiapas. Consideró acciones de reconversión agroforestal para sistemas agrícolas y ganaderos extensivos, e incluyó acciones de incidencia política para un programa de adaptación al cambio climático en Chiapas.		
Iniciativas de acción temprana para la mitigación de degradación por uso ganadero	2014-2017	Proyecto con financiamiento por la Agencia de Cooperación para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID), para lograr la implementación de pilotos productivos que contribuyeran a la reducción de emisiones de Gases con Efecto Invernadero, durante el proceso de implementación del mecanismo REDD+ en México y su estrategia nacional. Consideró la implementación de plantaciones pilotos silvopastoriles en la sierra madre de Chiapas	Sierra Madre de Chiapas (Municipios: Villaflores, Villacorzo, La Concordia)	Municipio de La Concordia: Ranchería Las Toronjas, Nuevo Paraíso

**Tabla 2. Variables de caracterización relacionadas con la adopción las técnicas silvopastoriles en Chiapas, México,**

Apartado		Variables (n = 31)
Sociodemográfico	4	Sexo, edad, escolaridad, años de experiencia.
Producción	5	Superficie de la UPP, Tamaño de Hato, Animales en producción, Litros de leche producidos por vaca diariamente, Ingreso anual por vaca.
Sociocultural	4	Concepción sobre el trabajo en grupo, vínculos para la reconversión productiva de unidades ganaderas extensivas y de monocultivo hacia silvopastoril, No. de jóvenes trabajando en la UPP, conocimiento sobre técnicas silvopastoriles.
Técnico	4	Conocimiento sobre germoplasma para técnicas silvopastoriles, percepción sobre la asistencia técnica, superficie bajo técnicas silvopastoriles, superficie bajo conservación de bosque tras intervenciones tecnológicas.
Socioeconómico	5	Ingreso neto anual por la actividad ganadera, ingresos anuales por otras actividades, inversión propia para el cambio tecnológico, inversión por financiamiento en subsidios, créditos para la producción pecuaria y silvopastoreo.
Técnica Silvopastoril	7	Metros lineales de cerco vivo mono estrato, metros lineales de cerco vivo multiestrato, superficie con árboles dispersos en potreros ha, superficie de banco forrajero de corte/acarreo ha, superficie de banco forrajero ha, ramoneo directo ha, superficie en franjas silvopastoriles ha, superficie de pastoreo en plantaciones forestales maderables y/o no maderables ha
Barreras identificadas para la adopción	2	Percepción sobre la incorporación de leñosas a potreros, percepción sobre el ingreso derivado de la implementación de silvopastoreo.

## Análisis de la información

Para evaluar el nivel de adopción de las técnicas silvopastoriles se utilizaron las 31 variables de caracterización y un índice de desarrollo de sistemas silvopastoriles (IDESSP) propuesto por Zepeda-Cancino *et al.* (2016), el cual es obtenido por la sumatoria de la superficie ( $A_i$ ) de los indicadores ( $K$ ) del componente silvopastoril, entre la superficie total de la UPP ( $A_t$ ) y se expresa en porcentaje (Ecuación 1).

$$IDESSP = \left( \sum_{i=1}^{K=6} A_i / A_t \right) * 100$$

Con el uso del programa SPSS *Statistics 20*, se clasificó la muestra de productores en tres conglomerados (grupos) con base en el IDESSP de cada unidad ganadera (Zepeda-Cancino *et al.* 2016), mediante la prueba de K-Medias (Zar, 2010), El rango de adopción por grupo se calificó como: “Bajo” con un IDESSP menor a 45%, “Medio” rangos entre 46% a 59% y “Alto” IDESSP superior al 60% de avance. El análisis estadístico consistió en una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk ( $\alpha < 0.05$ ), posteriormente se realizó un ANOVA para determinar que variables presentaron diferencias significativas. Se consideró una prueba de Tukey para identificar diferencia entre grupos. Finalmente se hizo una correlación lineal (Pearson) (Zar, 2010) con el nivel del IDESSP y con los indicadores de los componentes: sociodemográfico, producción, sociocultural, técnico y socioeconómico, para identificar cuales variables estuvieron involucradas directamente en el nivel de adopción de las técnicas silvopastoriles.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 3 muestra las principales técnicas silvopastoriles realizadas en los proyectos de estudio. Estas fueron promovidas por las ONG`s participantes y estaban consideradas en los objetivos y metas de los proyectos y avaladas por las fuentes financiadoras. Estas prácticas fueron principalmente el uso de cercos vivos, bancos forrajeros, árboles en plantaciones no maderables y arboles dispersos en potreros. Este tipo de prácticas agroforestales ya han sido ampliamente promovidas en México y Centroamérica con el objetivo de mejorar la producción animal en un contexto de conservación de la biodiversidad y adaptación al cambio climático, (Hernández, *et al.* 2014; Tobar *et al.*, 2008).

La participación de técnicos, productores y gestores de estos proyectos tuvieron una orientación y posicionamiento en la transferencia de tecnología silvopastoril, considerando la “eco -condicionalidad” como principio para el desarrollo sustentable regional (Ayala-Ortíz *et al.*, 2008). Por ejemplo, las organizaciones que transfirieron la tecnología,

capacitaciones y equipos, promovieron que los productores ganaderos destinaran un porcentaje de su predio para la conservación y mejoramiento de acahuales, mediante la exclusión de un área territorial y así evitar el crecimiento de las áreas de pastoreo. Estas acciones fueron acompañadas de asistencia técnica e insumos y se consideraron por las ONG como incentivos para la implementación del silvopastoreo. Jiménez-Ferrer *et al.* (2007), comentan que la promoción y mejoramiento de acahuales y la exclusión de tierras para uso no ganadero, son prácticas importantes y necesarias para la promoción de una ganadería amigable con el ambiente. Estos autores, sugieren que dicho enfoque está relacionado con acciones de reordenamiento territorial complejos, ya que, para su implementación, deben pasar por decisiones de la unidad de producción familiar y comunitaria, lo que implica tiempo, organización y planificación social, técnica y financiera.

La Tabla 4 expone a detalle el índice de desarrollo de sistemas silvopastoriles (IDESSP) alcanzado en las comunidades de estudio. Dicho índice está relacionado directamente con la adopción de las técnicas silvopastoriles, y en general, se obtuvo un índice de adopción del 52% ( $\pm 18\%$ ). Resalta el hecho de que la mayoría de las unidades de producción pecuarias (UPP) tuvieron un índice de adopción medio-bajo. Las UPP con índice “Alto” (5 casos) y “Medio” (19 casos) pertenecen principalmente a los municipios de La Concordia y Pijijiapan respectivamente. Las UPP con índice “Bajo” se ubicaron en el municipio de Villaflores (18 casos). Esta variabilidad entre los tres proyectos deriva del contexto social de cada comunidad. Cabe destacar que las comunidades en Villaflores se encuentran inmersas en un área natural protegida, en la reserva de la biosfera “La Sepultura”, por lo que los productores se encuentran sujetos a condiciones especiales de manejo que les “obliga” a realizar acciones de conservación. Las UPP de Pijijiapan y La Concordia se encuentran fuera de dicho contexto; a pesar de ser ejidos, la toma de decisiones de los productores no estuvo sujeta a su dependencia de subsidios para la conservación o políticas de manejo ambiental específicas (Trujillo-Díaz, *et al.*, 2018; Cruz-Morales y García-Barrios, 2017).

Los productores propietarios de las UPP tuvieron en promedio 49 años ( $\pm 11$ ) de edad. El promedio de experiencia en actividades ganaderas fue de poco más de 20 años ( $\pm 13$ ). El 33% de los productores con UPP que tuvieron un IDESSP bajo, cuentan con estudios en un rango entre primaria hasta bachillerato, mientras que los productores cuyas UPP alcanzaron el nivel medio y alto en IDESSP, en su mayoría cuentan con estudios incluso hasta posgrado; la relación hombres/mujeres en la muestra fue de 81/19

respectivamente; estas variables indican que el universo analizado se encuentra dominado por adultos/adultos mayores con poca participación de jóvenes en la actividad y bajo capital humano; por otra parte, en cuanto a capital social tomando como referencia el nivel educativo de la muestra, el nivel es relativamente bajo (Tabla 5).

En la costa de Chiapas, Rodríguez-Moreno *et al.*, (2020) exponen que los productores silvopastoriles de la cuenca del río Coapa en Pijijiapan tienen entre 21.4 y 35.0 años dedicados a la ganadería y la mayoría de ellos tiene la perspectiva de continuidad intergeneracional. Zepeda-Cancino *et al.* (2016), reportaron que los productores que adoptaron técnicas silvopastoriles en la región de Malpasos mantenían una

**Tabla 3. Principales prácticas silvopastoriles promovida en tres proyectos relevantes del Estado de Chiapas.**

Proyecto	Técnica promovida
Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos de Chiapas (PDSCB)	1) Bancos forrajeros de ramoneo directo con Guash ( <i>Leucaena leucocephala</i> ), en asociación con pasto Mombaza ( <i>Panicum maximum</i> ); 2) Cercos vivos: piñón ( <i>Jatropha curcas</i> ), Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> ), Matiliguatate ( <i>Tabebuia rosea</i> ); 3) Árboles dispersos en potreros, con predominancia de Cuajilote ( <i>Parmentiera acuelata</i> ), Matiliguatate ( <i>Tabebuia rosea</i> ) y varias especies del género Ficus; 5) Pastoreo en plantaciones forestales no maderables con Mango Ataulfo ( <i>Mangifera caesia Jack ex Wall</i> ) en asociación con pasto estrella ( <i>Cynodon sp</i> ); 6) Liberación de potreros para conservación: exclusión de ganado en acahuales para destinarse a conservación pasiva de leñosas, descanso y/o recuperación de áreas degradadas.
Mecanismos innovadores para un programa de cooperación hacia la adaptación al cambio climático en la sierra madre y costa de Chiapas (IKI-MICC)	1) Bancos forrajeros para corte y acarreo con Matarratón ( <i>Gliricidia sepium</i> ); 2) Cercos vivos: utilizando Piñón ( <i>Jatropha curcas</i> ), Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> ), Matiliguatate ( <i>Tabebuia rosea</i> ) o Primavera ( <i>Tabebuia donnell-smithii</i> ); 3) Cercos vivos multiestrato: incluyeron leñosas forrajeras y frutales intercaladas entre las leñosas maderables; 4) Liberación de potreros para conservación: exclusión de ganado en acahuales para destinarse a conservación pasiva de leñosas, descanso y/o recuperación de áreas degradadas.
Iniciativas de acción temprana para la mitigación de degradación por uso ganadero (IAT-REDD+)	1) Bancos forrajeros con ramoneo directo, cuyos componentes fueron Guash ( <i>Leucaena leucocephala</i> ), Matarratón ( <i>Gliricidia sepium</i> ), Caulote ( <i>Guazuma ulmifolia</i> ) y Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> ), en asociación con pasto Mombaza ( <i>Panicum maximum</i> ), Brizantha ( <i>Brachiaria brizantha</i> ) y Estrella ( <i>Cynodon sp</i> ); 2) Cercos vivos: Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> ), Matiliguatate ( <i>Tabebuia rosea</i> ) o Primavera ( <i>Tabebuia donnell-smithii</i> ); 3) Cercos vivos multiestrato: incluyeron leñosas forrajeras (Guash) y frutales intercaladas entre las leñosas maderables; 4) Árboles dispersos en potreros para la obtención de madera, forraje y/o frutales 5) Franjas silvopastoriles o callejones: refiriéndose a líneas de leñosas forrajeras en potreros en densidades de hasta 5000 individuos por hectárea y utilizando Guash o Moringa; 6) Pastoreo en plantaciones: Se promovió la implementación de plantaciones forestales maderables y/o no maderables con Cedro y guanábana ( <i>Anona muricata</i> ), en asociación con pasto estrella ( <i>Cynodon sp</i> ); 7). Liberación de potreros para conservación: exclusión de ganado en acahuales para destinarse a conservación pasiva de leñosas, descanso y/o recuperación de áreas degradadas.

**Tabla 4. Índice de desarrollo de sistemas silvopastoriles (IDESSP) por UPP de la región Sierra Madre de Chiapas, Chiapas México.**

Nivel de IDESSP	Bajo (< 45 %)	Medio (< 46 % - 59 %)	Alto (> 60 %)
UPP por grupo	18	19	5
% de la muestra	43	45	12
IDESSP %	42 <sup>c</sup>	56 <sup>b</sup>	74 <sup>a</sup>
d.s.	3.1	5.3	6.2

(P <0.05) Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre grupos; UPP= Unidad de Producción Pecuaria

edad promedio de 58.5 a 60.7 años, con poco relevo generacional, tal como se encontró en este estudio. Los trabajos de Nates-Cruz y Velásquez-López en 2009 y Hernández-Sánchez y Nava-Tablada en 2019, coincidieron en que el relevo generacional en las actividades agropecuarias es uno de los retos importantes en muchas sociedades rurales que pueden derivar en una crisis socio productiva en el campo. El nivel educativo, tiende a mostrarse cada vez más como un factor clave en la adopción tecnológica, no solo por conocimientos adquiridos, también por la capacidad de relacionarse y abrirse a nuevas experiencias (Vargas-de la Mora *et al.*, 2021). La superficie promedio de las unidades ganaderas fue de 40.2 ha ( $\pm 36$ ), sin embargo, es necesario resaltar que existen diferencias de las superficies entre grupos, siendo este un factor en la implementación de técnicas silvopastoriles en cada predio. El grupo de IDESSP medio y bajo no presentaron diferencias significativas entre grupos, siendo los productores con un nivel “Alto” ( $P=0.011$ ) quienes tienen una diferencia significativa en acceso a tierra, lo cual les permite sentirse más seguros de invertir en la tecnología. En general, los tres grupos mantienen un sistema de producción de doble propósito para la producción de leche y producción de

tores para su venta en el mercado de engorda. Los productores con mayor IDESSP tuvieron mayor superficie de tierra, mayor número de cabezas de ganado. Sin embargo, la producción de leche por vaca/día fue similar entre las distintas unidades de producción estudiadas (Tabla 6). Estos resultados coinciden con lo observado por Rodríguez-Moreno *et al.*, (2020) para la zona de Pijijiapan y Zepeda-Cancino *et al.* (2016) para la región de Mezcalapa.

La tabla 7 muestra las prácticas silvopastoriles implementadas en los grupos con diferente IDESSP. Como era de esperarse, la práctica más difundida y aceptada por los productores para las UPP fue la siembra de cercos vivos. Esta práctica es ampliamente conocida por los productores de diversas zonas agroecológicas de Chiapas y les permite hacer uso de una amplia diversidad de árboles y arbustos locales de uso múltiple y es culturalmente aceptada (Jiménez *et al.*, 2007). Una contribución importante en estos proyectos estudiados fue la promoción de cercos vivos multiestrato, los cuales consideraron la siembra combinada de árboles forrajeros (*G. sepium* o *L. leucocephala*) con leñosas maderables como Cedro (*C. odorata*) o Matilisguates (*T. rosea*) y/o leñosos frutales

**Tabla 5. Datos socioeducativos de los productores en las localidades de estudio, agrupados por conglomerados según el IDESSP. Chiapas, México.**

Indicador	IDESSP		
	Alto (n=5)	Medio (n=19)	Bajo (n=18)
Sexo			
Masculino	100%	95%	100%
Femenino	0	5%	100%
Edad del productor	47.33 ( $\pm 17.5$ ) <sup>b</sup>	49.13 ( $\pm 11.6$ ) <sup>a</sup>	49.25 ( $\pm 11.01$ ) <sup>a</sup>
Años de experiencia en la actividad	20 ( $\pm 10$ ) <sup>b</sup>	21.22 ( $\pm 12.5$ ) <sup>a</sup>	17.56 ( $\pm 14.86$ ) <sup>c</sup>
Cuenta con estudios (Primaria-Universidad)	100% <sup>a</sup>	95% <sup>b</sup>	33% <sup>c</sup>

( $P < 0.05$ ) Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre grupos

IDESSP = índice de desarrollo de sistemas silvopastoriles

**Tabla 6. Variables productivas de las UPP de acuerdo con el IDESSP en la región Sierra Madre de Chiapas, Chiapas, México.**

Variables productivas	IDESSP		
	Alto (n=5)	Medio (n=19)	Bajo (n=18)
Superficie total del predio (ha)	126.33 ( $\pm 61.86$ ) <sup>a</sup>	36.34 ( $\pm 27.87$ ) <sup>b</sup>	29.66 ( $\pm 20.24$ ) <sup>c</sup>
Hato total	48 ( $\pm 18$ ) <sup>a</sup>	38 ( $\pm 27$ ) <sup>b</sup>	37 ( $\pm 33$ ) <sup>c</sup>
Producción de leche al día en la UPP (litros)	43.33 ( $\pm 11.55$ ) <sup>a</sup>	36.96 ( $\pm 38.48$ ) <sup>b</sup>	34.63 ( $\pm 38.84$ ) <sup>bc</sup>
Producción de leche por vaca al día (litros)	5.12 ( $\pm 0.95$ ) <sup>a</sup>	5.05 ( $\pm 0.8$ ) <sup>a</sup>	4.95 ( $\pm 0.89$ ) <sup>a</sup>
Precio por litro de leche (Promedio Anual en pesos)	\$5.35 ( $\pm 0.89$ ) <sup>a</sup>	\$5.41 ( $\pm 0.72$ ) <sup>a</sup>	\$5.33 ( $\pm 0.75$ ) <sup>a</sup>
Ingresos anuales por venta de leche (pesos)	\$141,008 ( $\pm 7,946.33$ ) <sup>a</sup>	\$100,038.26 ( $\pm 62,504.33$ ) <sup>b</sup>	\$68,002.5 ( $\pm 43,494.92$ ) <sup>c</sup>

( $P > 0.05$ ); Letras diferentes en la misma fila indica diferencias significativas entre grupos. IDESSP = índice de desarrollo de sistemas silvopastoriles

**Tabla 7. Componentes silvopastoriles implementados en UPP con diferente IDESSP, en la región Sierra Madre de Chiapas, Chiapas, México.**

Variables	IDESSP		
	Alto (n=5)	Medio (n=19)	Bajo (n=18)
Cerco vivo (m)	2352 ( $\pm 256.8$ ) <sup>b</sup>	7850 ( $\pm 663$ ) <sup>a</sup>	310 ( $\pm 55.4$ ) <sup>c</sup>
Cerco vivo multiestrato (m)	115 ( $\pm 3.0$ ) <sup>a</sup>	9 ( $\pm 1.9$ ) <sup>b</sup>	
Arboles dispersos en potreros (ha)	38 ( $\pm 19$ ) <sup>a</sup>	6 ( $\pm 0.8$ ) <sup>b</sup>	3 ( $\pm 0.6$ ) <sup>c</sup>
Banco forrajero (Corte y acarreo) (ha)	3 ( $\pm 3$ ) <sup>a</sup>	0.11 ( $\pm 0.2$ ) <sup>b</sup>	0.25 ( $\pm 0.4$ ) <sup>c</sup>
Banco forrajero (Ramoneo directo) (ha)	5 ( $\pm 5$ ) <sup>a</sup>	1 ( $\pm 1$ ) <sup>b</sup>	-
Franjas silvopastoriles (ha)	1 ( $\pm 1$ )	-	-
Pastoreo en plantaciones (ha)	0.33 ( $\pm 0.5$ ) <sup>a</sup>	0.22 ( $\pm 0.4$ ) <sup>b</sup>	0.06 ( $\pm 0.2$ ) <sup>c</sup>
Superficie destinada a conservación (ha)	42 ( $\pm 3.7$ ) <sup>a</sup>	12 ( $\pm 1.9$ ) <sup>b</sup>	7 ( $\pm 1.1$ ) <sup>c</sup>
Años de participación	3 ( $\pm 1$ )	5 ( $\pm 2$ )	5 ( $\pm 2$ )

Líneas con diferente letra con diferencias significativas entre grupos con valores ( $P > 0.05$ )

como Mango (*Mangifera indica*) o Caspirol (*Inga laurina*). Por otra parte, los proyectos también promovieron mantener árboles dispersos en potreros, especialmente aprovechando las especies locales ya establecidas naturalmente como el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). Asimismo, promovieron los callejones forrajeros y pastoreo en plantaciones no maderables, principalmente en el municipio de Pijijiapan, en dónde se asocia el pastoreo en plantaciones de Mango.

Se pudo observar que una estrategia agroforestal de las ONG'S con los productores, fue excluir cierta superficie de tierra en las unidades ganaderas, con el objetivo de promover acahuals (tierra en descanso), para asegurar "reservorios de carbono naturales" y evitar deterioro de pastizales naturales, especialmente en zonas forestales de áreas protegidas. Así, los productores cuya UPP obtuvo un índice alto de IDESSP fueron los que más destinaron superficie de conservación. Se considera que esta práctica se enmarcó en los objetivos de mitigación del cambio climático, impulsados por los diversos proyectos de estudio. La estrategia de excluir áreas para descanso y no permitir el uso ganadero, indica que las intervenciones sugeridas por los técnicos de los proyectos tuvieron un enfoque de conservación, por lo que la superficie de bajo técnicas silvopastoriles fue menor en las comunidades inmersas en la reserva de la biosfera. Esta condición de manejo de potreros fue una estrategia utilizada para incrementar cobertura forestal en zonas de uso de suelo agropecuario, aunque no necesariamente implique que el productor estuvo totalmente de acuerdo con dicha acción en pro de la conservación (Tabla 8). El proceso para promover áreas de conservación y acahuals en comunidades con actividad ganaderas ha sido ampliamente estudiado en

diversas regiones agrícolas y reservas naturales de Chiapas (Cortina-Villar *et al.*, 2012; García-Barrios y González-Espinosa, 2017; Trujillo-Díaz *et al.*, 2018; Heinze *et al.*, 2020).

En la tabla 9 se presentan las correlaciones de variables socioeconómicas de los productores y el IDESSP. Las variables significativas que presentaron correlación con la adopción de las prácticas silvopastoriles fueron: a) superficie total de tierra, b) el ingreso por productor al año y c) Número y tipo de personas con las que se relaciona el grupo de trabajo.

Estos resultados, coinciden con lo encontrado por Vargas-de la Mora *et al.* (2021) en Pijijiapan (Chiapas), quienes sugieren que mientras más vínculos e intereses colectivos tienen los productores adoptantes, se favorece la adopción de prácticas silvopastoriles. También hay coincidencia con estos autores respecto a que, a mayor disponibilidad de tierra en la unidad de producción, fue posible mayor disposición a implementar y adoptar más arreglos silvopastoriles. Sin embargo, a escala regional, nuestro estudio mostró que la adopción no dependió de la edad, género, años de experiencia en la actividad o estructura del hato ganaderos como lo sugerido Mahecha (2003). Al respecto, Zepeda-Cancino *et al.*, (2016), en su análisis a 23 productores de Mezcalapa (Chiapas) encontraron una alta variabilidad en los niveles de adopción de sistemas silvopastoriles e indicaron que la edad, escolaridad, ingreso extra, escasos apoyos gubernamentales y falta de conocimiento, limitaron la adopción de prácticas silvopastoriles. En Costa Rica, Garbach *et al.* (2012) aportan que, si bien la asistencia técnica es un factor clave para la adopción tecnológica, ofertar incentivos financieros a escala piloto, potencializa la implementación del silvopastoreo entre

pequeños productores, y reduce las percepciones negativas para el cambio tecnológico, principalmente

en la implementación de cercos vivos multiestrato y áreas para conservación. En cuanto a capacitación de

**Tabla 8. Nivel del IDESSP por comunidad de la región Sierra Madre de Chiapas.**

Municipio	Comunidades	N	Superficie promedio de UPP (ha)	Superficie promedio de SSP por UPP (ha)	Superficie promedio de conservación por UPP (ha)	IDESSP promedio de la localidad (%)	Nivel IDESSP
Villa Flores	Ricardo Flores	6	21.08 ( $\pm 13.73$ )	1.05 ( $\pm 0.98$ )	9.92 ( $\pm 15.92$ )	33	Bajo
	Magón Los Ángeles	8	36.97 ( $\pm 14.75$ )	1.57 ( $\pm 1.85$ )	8.31 ( $\pm 7.94$ )	35	Bajo
La Concordia	Las Toronjas	11	17.5 ( $\pm 11.74$ )	5.03 ( $\pm 4.53$ )	4.34 ( $\pm 7.58$ )	47	Medio
	Nuevo Paraíso	4	107.5 ( $\pm 63.3$ )	37.45 ( $\pm 30.62$ )	31.35 ( $\pm 27.31$ )	77	Alto
Pijijiapan	Rincón del B. Echegaray	3	58 ( $\pm 48$ )	18.15 ( $\pm 14.64$ )	30 ( $\pm 43.59$ )	46	Medio
	Nueva Flor	4	19 ( $\pm 8.04$ )	7.14 ( $\pm 2.33$ )	2.75 ( $\pm 3.58$ )	52	Medio
	Unión Pijijiapan	4	34 ( $\pm 21.74$ )	11.30 ( $\pm 6.77$ )	17.31 ( $\pm 18.37$ )	60	Alto
		2	42 ( $\pm 39.5$ )	13.02 ( $\pm 12.2$ )	19.5 ( $\pm 27.58$ )	43	Bajo

UPP Unidad de Producción Pecuaria con técnicas silvopastoriles

**Tabla 9. Correlaciones de las principales variables que permitieron adopción de prácticas silvopastoriles en la Sierra Madre de Chiapas, Chiapas, México.**

Variables	Correlación
Ingreso neto anual del productor	0.346*
Superficie total de tierra por productor	0.330*
Superficie total de arreglos silvopastoriles	0.585**
Número de vínculos que se relacionan al productor	0.530**
Inversión en arreglos silvopastoriles (Capital propio/productor)	0.354*

Variables influyentes\* ( $P > 0.05$ ); y variables altamente influyentes ( $P > 0.001$ )\*\*.

Vínculos = (Personas, empresas e instituciones)

los ganaderos, estos proyectos usaron la metodología de ECAS-escuelas de campo (Pezo *et al.*, 2007), a través del cuerpo técnico de las ONG'S interventoras. El desempeño del técnico fue percibido de diversas maneras por los productores, en parte, por su presencia constante para dar acompañamiento técnico, su flexibilidad en torno al proceso de facilitación en la implementación de las técnicas silvopastoriles y zonas de exclusión ganadera. Las ECAS fueron la base para

transferir las técnicas silvopastoriles, principalmente bancos de proteína de corte/acarreo, y ramoneo directo basados en *L. leucocephala*, *M. oleifera* y *G. sepium*. Las parcelas piloto en cada predio de los productores partían de superficies de 0.5 a 1 ha<sup>-1</sup>. Por otra parte, se promovió la capacitación de productores para fomentar los cercos vivos y árboles dispersos en potreros, los cuales eran arreglos silvopastoriles que históricamente ya se realizaban por los productores, en las comunidades, y que fueron tomando mayor importancia durante las intervenciones de los proyectos.

En general, los productores evaluados tuvieron asistencia técnica por al menos cuatro años continuos, gracias a la concurrencia de proyectos de desarrollo. Por ejemplo, Los productores de Pijijiapan recibieron financiamiento y acompañamiento técnico por parte del Proyecto DSCB de CONABIO e IKI-MICC a través de Pronatura Sur A.C. Los productores de Villaflores recibieron capacitación del proyecto IKI-MICC, por parte de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), y de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) desde 2007. Finalmente, los productores de La Concordia tuvieron solo asistencia técnica del proyecto IAT-REDD+ desde 2014 al 2017. Vargas-de la Mora *et al.* (2021), encontraron que la baja adopción tecnológica está

también relacionada con la falta de entendimiento de los técnicos de las instituciones con los productores.

La Tabla 10 muestra la percepción de los productores sobre la adopción de técnicas silvopastoriles. Como se observa, la percepción de los productores en cuanto a la implementación de éstas fue variada. Este estudio mostró que generalmente los productores adoptan prácticas que cubren necesidades inmediatas para la unidad de producción y la alimentación de su ganado, especialmente en épocas críticas. La adopción es muy bien aceptada por los ganaderos, siempre y cuando no les representen un problema en cuanto a acceso a insumos, manejo de las plantas, apoyos, o observen riesgos o efectos climáticos (Vargas-de la Mora *et al.*, 2021). Si bien la edad del productor(a) no fue un factor de resistencia, si lo fue la percepción sobre la disponibilidad de tierra (Tabla 6). La percepción sobre la interacción árbol-pasto, mostró que los productores

con nivel bajo y medio de IDESSP, ven a los árboles forrajeros como un recurso que afecta y compite con la producción de pastos y puede afectar la alimentación del ganado y mejorar sus ingresos. (Tabla 10).

Diversos estudios sobre adopción tecnológica han expuesto que los factores que influyen o limitan dicho proceso suelen encontrarse en las características socioeconómicas de los productores, sus procesos de producción y disponibilidad de recursos financieros y naturales (Borremans *et al.*, 2016; Lowitt *et al.*, 2015). Por ejemplo, en el caso de las iniciativas de cambio tecnológico sustentable en Chiapas, para incrementar la producción de palma de aceite, la edad del productor y el tamaño del predio son variables que determinaron la eficiencia y disponibilidad para implementar nuevas tecnologías (Vargas *et al.*, 2015; Aguilar-Gallegos *et al.*, 2015).

**Tabla 10. Percepciones socioculturales (%) sobre la adopción de técnicas silvopastoriles en unidades de producción con diferente IDESSP en la región Sierra Madre de Chiapas.**

Indicador	IDESSP		
	Alto (n=5)	Medio (n=19)	Bajo (n=18)
<b>A mayor edad del ganadero (a), mayor resistencia al cambio tecnológico</b>			
Totalmente de acuerdo	0	15.79	27.78
De Acuerdo	60	21.05	44.44
Ni de acuerdo y ni en desacuerdo	20	15.79	5.56
En desacuerdo	20	26.32	22.22
Totalmente en Desacuerdo	0	21.05	0
<b>El tamaño del rancho o parcela familiar es suficiente para implementar técnicas silvopastoriles</b>			
Totalmente de acuerdo	80	0	0
De Acuerdo	20	68.4	6
Ni de acuerdo y ni en desacuerdo	0	21.05	39
En desacuerdo	0	10.5	44.4
Totalmente en Desacuerdo	0	0	1
<b>Los Árboles afectan el crecimiento de los pastos de manera negativa</b>			
Totalmente de acuerdo	0	0	5.56
De acuerdo	0	42.11	22
Ni de acuerdo y ni en desacuerdo	0	26.32	22
En desacuerdo	60	21.0	38.8
Totalmente en Desacuerdo	40	11	11
<b>La tecnología silvopastoril es demasiado cara, mis ingresos no son suficientes</b>			
Totalmente de acuerdo	0	0	55.56
De acuerdo	40	31.58	22.22
Ni de acuerdo y ni en desacuerdo	40	52.63	11.11
En desacuerdo	20	15.79	11.11

Totalmente en desacuerdo	0	0	0
--------------------------	---	---	---

En este estudio, las principales barreras para la adopción de las técnicas (Tabla 9), fueron la disponibilidad de tierra e ingresos que pudieron invertir en arreglos silvopastoriles, de ahí se observa la variabilidad del IDESSP. Ello sugiere que los productores con mayor IDESSP han adoptado las técnicas, al grado de reinvertir en insumos para ampliar su cobertura en el predio y mejorar su producción, sin esperar a que la tecnología les sea subsidiada. Los productores tienen diferentes vínculos de apoyo para implementar arreglos silvopastoriles que se desarrollaron al interior de los grupos de trabajo. Si bien se mencionó sobre los beneficios de trabajar en colectivo mediante escuelas de campo de manera colaborativa, los productores indicaron que el avance en la adopción y la implementación de arreglos silvopastoriles de los proyectos ha dependido del trabajo individual. Además, existe una percepción muy variada sobre la calidad de la asistencia técnica en campo, siendo los productores con IDESSP alto, quienes indicaron mayor constancia por parte del técnico para dar seguimiento a las implementaciones de arreglos silvopastoriles; en tanto que los productores con IDESSP bajo mencionaron que la asistencia técnica fue insuficiente. En el caso de productores de la región de Villaflores, refirieron que la asistencia técnica fue muy limitada, debido a que el técnico responsable atendía hasta 12 comunidades, con un promedio de 15 productores en cada una, lo cual limitaba un acercamiento personalizado entre técnico-productor.

En general, los productores ganaderos no han tenido créditos de ningún tipo para mejorar su producción ganadera o para invertir en el cambio tecnológico silvopastoril. La explicación está en que no existen canales o programas crediticios para implementar plantaciones silvopastoriles y los productores que alcanzaron un nivel bajo en el IDESSP consideran que la obtención de créditos es innecesaria, tiene un riesgo o es un “lujo”, un argumento contrastante con los que obtuvieron mayor IDESSP, pues estos consideraron que un crédito podría acelerar la mejora de sus unidades de producción. Por otra parte, en cuanto a subsidios para implementar sistemas silvopastoriles, desconocen que existan rubros de apoyo en los programas del gobierno del estado o del gobierno federal.

La adopción de las técnicas silvopastoriles estuvo relacionada también con la percepción directa del productor sobre el aumento en sus ingresos derivado de la actividad productiva ganadera bovina. En este estudio, algunos productores comentaron que, al percibir una mejora en sus ingresos, se incrementó su

confianza para tomar la decisión de reinversión económica en los arreglos silvopastoriles u otras buenas prácticas ganaderas. Esto coincide con trabajos como los de Martínez-González *et al.* (2017) y Sánchez-Sánchez *et al.* (2020) con productores de miel y pimienta respectivamente, donde sugieren que cuando el índice de adopción tecnológica se incrementa, se debe a un aumento en la inversión económica en las técnicas aplicadas en estos procesos.

Por otra parte, en este estudio se vio que el precio de la leche fue un factor limitante para el cambio tecnológico por parte de los productores. En todas las áreas de estudio el precio por litro de leche no tuvo diferencia significativa, por lo que se mantuvo en el promedio regional de \$5.30 por litro, similar a lo reportado para la vertiente Frailesca de la región Sierra Madre (Camacho-Vera *et al.*, 2018). Es evidente que una de las limitantes es la falta de un diferenciador económico o incentivo para producir leche bajo un sistema silvopastoril. Los productores identifican al precio de la leche como una oportunidad para incentivar la adopción de las técnicas silvopastoriles. Al respecto, mencionan que si tuviesen un distintivo por su producción y negociar con los compradores de leche un mejor precio por la calidad de su producto, más ganaderos se interesarían por implementar sistemas silvopastoriles u otras buenas prácticas ganaderas relacionadas a la salud animal, mejoramiento genético y al manejo y conservación de la leche o subproductos como el queso. Camacho-Vera *et al.* (2018), comentan en su estudio de caracterización de la ganadería lechera de la región Frailesca, Chiapas, que el principal vínculo comercial de los productores se lleva a cabo con procesadores de leche para la producción de quesos y que buena parte de la producción de leche se convierte en materia prima para la industria quesera local y regional. Al respecto, los intermediarios son quienes finalmente ejercen condiciones de poder sobre los productores en la estandarización del precio de la leche, como lo sugieren Bautista-Martínez *et al.* (2017). Sin embargo, el mercado se presenta como un área de oportunidad para intervenciones silvopastoriles, para mejorar las relaciones comerciales y de poder entre actores de las cadenas de valor (Fletes-Ocón, 2013).

Durante los primeros años de los proyectos analizados, se identificó que los grupos de trabajo comenzaron a reducirse en número de integrantes, por lo que al momento de este estudio solo quedaba alrededor del 40% del total de productores que participaron al arranque de los proyectos y continuaron con el manejo silvopastoril tras el cierre de estos. Las razones sugeridas por los técnicos participantes en las

entrevistas sobre la reducción de los grupos de productores fueron que los participantes ganaderos iniciales, no tenían un interés genuino en la reconversión productiva pues buscaban obtener beneficios monetarios, pago de jornales, maquinaria especializada o subsidios de gobierno. Además, es muy importante precisar que algunos productores se negaron a destinar espacios de sus predios para la conservación. Este aspecto es importante y se puede entender en el marco de las “políticas paternalistas” implementadas en el campo por proyectos de corte gubernamental y con fines políticos. (Toris-Bonfiglio *et al.*, 2021). Asimismo, se identificó que existe mucha desconfianza sobre las modalidades silvopastoriles por los ganaderos, ya que existen muchos prejuicios sobre el uso de árboles en las áreas ganaderas, especialmente cuando estos se siembran a altas densidades.

Si bien la “asistencia técnica” e “insumos” son incentivos para la promoción del silvopastoreo en América Latina (Murgueitio, 2009), muchos productores percibieron que las intervenciones de los técnicos solo tuvieron un fin conservacionista y experimental. Es importante considerar este aspecto, ya que puede frenar los modelos de promoción para el desarrollo de una ganadería sustentable (Ávila-Foucat y Revollo-Fernández, 2014; González, 2013; Nahed *et al.*, 2013). En este contexto, Frey *et al.*, (2012), en un estudio realizado con productores de pequeña escala en Argentina mencionan que éstos tienden a abandonar o limitar el proceso de adopción de sistemas silvopastoriles cuando los interventores o asesores ponen mayor atención a las agendas de protección ambiental y se olvidan de impulsar la producción de carne o leche.

Los productores considerados en este estudio no recibieron algún tipo de incentivo monetario, fuera de la asistencia técnica y apoyo con insumos, por lo que

hubiera sido importante incluir algún tipo de pago o mecanismos de compensación ambiental por parte de los proyectos. Aunque este aspecto es muy discutible, hay experiencias en Chiapas, que muestran que los PSA pueden impulsar procesos organizativos para la producción y contribuir en la mejora de los productores. Un ejemplo es el Proyecto *Scolet Te*, el cual lleva más de 10 años con incentivos monetarios a productores agroforestales para la captura y venta de carbono en mercados voluntarios (Soto-Pinto *et al.*, 2010).

Por los resultados encontrados en este trabajo, es posible que se requieran iniciativas que mejoren las relaciones comerciales con compradores de los productos pecuarios de los ganaderos, siendo la leche uno de los productos con más oportunidades para mejorar precios y generar incentivos a la producción sustentable. También, es posible que para acelerar el proceso de adopción se requiera fortalecer y reconfigurar las redes de actores en los territorios, aprovechar los programas de subsidios actuales y mostrar los avances de los productores para incidir en acciones de masificación, diseño de política pública y reorientar inversiones para contribuir en impulsar modelos de ganadería amigable con el medio ambiente y la producción (Lade *et al.*, 2016). En síntesis, los tres proyectos contribuyeron en la adopción de técnicas silvopastoriles.

Es importante aclarar que, en las comunidades consideradas en este estudio los tres proyectos tuvieron incidencia en diferentes momentos durante el periodo 2008-2017, por lo que no fue posible medir el impacto de cada proyecto por separado y poder comparar entre ellos. La Tabla 11 expone características generales y la percepción cualitativa de técnicos del impacto de los tres proyectos. Aunque entre los proyectos no hubo mucha diferencia en la cobertura de hectáreas dedicadas

**Tabla 11. Características y percepción cualitativa de tres proyectos relevantes en la adopción de técnicas silvopastoriles en Chiapas, México.**

	PROYECTO <i>DRSCB</i>	PROYECTO <i>IKI-MICC</i>	PROYECTO <i>IAT-MREDD+</i>
Participantes (productores ganaderos)	70	350	70
Superficie de impacto	3,000 ha	4500 ha	2000 ha
Superficie bajo conservación	2100 ha	2000 ha	1280 ha
Superficie bajo técnicas silvopastoriles	660 ha	600 ha	762 ha
Adopción de técnicas silvopastoriles	XX	XX	XXX
Asistencia técnica	XX	X	XXX
Variedad de técnicas silvopastoriles	XX	XX	XXX
Impacto - desarrollo rural sustentable	XX	XX	XX
Enfoque conservacionista	XXX	XXX	XXX
Enfoque productivo	X	X	XX

Nivel de impacto: X= Bajo XX= Intermedio XXX= Alto; “Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos de Chiapas” (PDSCB); “Mecanismos Innovadores para un programa de cooperación hacia la adaptación al cambio climático en la sierra madre y costa de Chiapas” (IKI-MICC); “Iniciativas de acción temprana para la mitigación de degradación por uso ganadero” (IAT-MREDD+)

a implementar prácticas silvopastoriles, el proyecto IAT-REDD+ tuvo una mayor asistencia técnica y acompañamiento personalizado. Además de tener mayor diversificación en la promoción de prácticas silvopastoriles.

La intensidad y calidad de la asistencia técnica estuvo muy asociada al financiamiento y aspectos culturales y de ubicación geográficas. Por ejemplo, el Corredor Biológico Mesoamericano (DRSCB) tuvo complicaciones para su implementación, debido a muchas barreras culturales y socioambientales, especialmente en la región de la selva Lacandona (Flores-González *et al.* 2017); para la Sierra Madre de Chiapas, el contexto de las áreas naturales protegidas generó contradicciones entre las acciones de producción y las prácticas de conservación, estas últimas sugeridas por los técnicos promotores de los proyectos. (García-Barrios y González-Espinoza, 2017).

Por otro lado, aunque hubo una amplia promoción de prácticas silvopastoriles para mejorar la producción animal y la mitigación del cambio climático, en general todos los proyectos tuvieron un enfoque altamente conservacionista, como se observa en la superficie dedicada a acciones de conservación de acahuals. Es entendible esto, ya que los objetivos centrales de estas experiencias estuvieron dirigidos a reducir la deforestación y degradación de bosques primarios y selvas del estado de Chiapas por actividades ganaderas. Por ejemplo, el DRSCB hizo énfasis en aspectos de restauración y conectividad del paisaje, promoviendo la formación de corredores biológicos en potreros e incrementando la cobertura forestal mediante la promoción de sistemas silvopastoriles. En este sentido, la reforestación y promoción de acahuals en áreas de pastoreo, impulsó la recuperación de áreas degradadas para también incrementar la biodiversidad y otros servicios ambientales. El proyecto IKI-MICC, también impulsó el enriquecimiento de acahuals que estaban bajo uso pecuario y buscó reducir las áreas extensivas de pastoreo en la Sierra Madre de Chiapas. Finalmente, el proyecto IAT-REDD+ enfocó esfuerzos para incrementar la productividad de potreros mediante técnicas silvopastoriles intensivas y promocionar la formación de acahuals mediante restauración. Estas últimas acciones fueron con la idea de contribuir a la reducción de emisiones de GEI e incrementar la captura de carbono en paisajes productivos. Como ya se comentó, los tres proyectos no concibieron algún tipo de incentivo a los productores, por los servicios ambientales que potencialmente podrían prestar las

técnicas implementadas. Al respecto, Garbach *et al.* (2012) sugieren que los proyectos de promoción del silvopastoreo, es necesario considerar recursos para el pago por servicios ambientales, pues esto permitiría asegurar una mayor adopción de las tecnologías y dar continuidad a los proyectos de desarrollo.

Considerando el impacto territorial, su contribución en la adopción en técnicas silvopastoriles, superficie dedicada a la conservación y mejora a los medios de vida de los productores ganaderos, los tres proyectos aportaron experiencias y aprendizajes para futuros trabajos que construyen el desarrollo rural sustentable en la región Sierra Madre de Chiapas. Por ejemplo, se generó principalmente una red de productores y organizaciones con experiencias diversas en cuanto al escalamiento o masificación del silvopastoreo. Al respecto, este proceso puede ser un indicador de que se está alcanzando este tipo de desarrollo como lo han expresado ya Apan-Salcedo *et al.* (2021), Nahed-Toral *et al.* (2013), García-Barrios y González-Espinoza (2017). Si bien, existen múltiples prácticas y modelos silvopastoriles que reducen los efectos negativos propios de la ganadería tropical extensiva, es importante tener presente que su diseño debe considerar la participación de los productores y obedecer a las necesidades de mejorar sus condiciones socioambientales.

## CONCLUSIONES

Este estudio permitió clasificar en tres grupos a los productores ganaderos del área de estudio, de acuerdo con su índice de desarrollo de sistemas silvopastoriles (IDESSP): ganaderos con un índice bajo promedio de 42 %, índice medio de 56 % e índice alto de 74 %. El IDESSP promedio de todos los productores ganaderos del estudio fue de 52%. Los tres grupos identificados, tuvieron diferencias en los indicadores socioeducativos: edad avanzada de los productores, años de experiencia como ganaderos y el nivel educativo. Las variables productivas (superficie de tierra, tamaño del hato, producción de leche e ingresos anuales) también fueron diferentes. Las variables que presentaron alta correlación con la adopción de prácticas silvopastoriles fueron: a) superficie total de tierra del productor, b) el ingreso por productor al año y c) número de personas con las que se relaciona en el grupo de trabajo. Las prácticas silvopastoriles más diseminadas fueron los cercos vivos y cercos vivos multiestrato. Dado que los proyectos analizados se orientaron principalmente a actividades de conservación y restauración, esta investigación aporta elementos para la reflexión e investigar la viabilidad en

torno a la consideración de impulsar algún tipo de incentivos al silvopastoreo en Chiapas que favorezcan el fortalecimiento de las capacidades organizativas y de colaboración entre los ganaderos.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento de este estudio al CONACYT-México (SEP-CONACYT CB 2014 No. Proyecto 242541). Así mismo, se agradece el apoyo y colaboración de los productores ganaderos de las localidades de Ricardo Flores Magón, Los Ángeles, Las Toronjas, Nuevo Paraíso, Unión Pijijiapan, Echegaray, Nueva Flor, El paraíso, al equipo de The Nature Conservancy Chiapas, Pronatura Sur, Fondo de Conservación El Triunfo, Foro para el Desarrollo Sustentable, y de las ADS de CONABIO-CBM que abrieron las puertas para este estudio. Un afectuoso agradecimiento a la Dra. Adriana Flores-González, Laura Cecilia Jiménez Albores y al Dr. Samuel Albores Moreno por su invaluable apoyo en la orientación y revisión de este documento.

**Funding.** This study was supported by the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT-SEP), México.

**Conflicts of Interest statement.** The authors declare no conflicts of interest.

**Compliance of ethical standards.** The Ethics Committee of the El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) approved this Project.

**Data availability.** The data is available with the corresponding author (gjimenez@ecosur.mx), upon reasonable request.

**Author contribution statement.** **W.A. Apan-Salcedo** – Conceptualization, Investigation, Writing original draft., **J. Nahed-Toral** - Formal Analysis, Methodology., **E. Pérez-Luna** - Supervision, Validation., **A. Piñero-Vásquez** - Supervision, Validation., **G. Jiménez-Ferrer** – Conceptualization, Formal Analysis, Funding acquisition, Writing – review & editing. All authors read and approved the final manuscript.

#### REFERENCIAS

Aguas-Rendón, T., Gallardo-López, F., Nava-Tablada, M.E. and Pérez-Vásquez, A., 2012. Análisis de la aplicación del enfoque participativo de tres instituciones en un marco de sustentabilidad. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, pp. 583-593.

Aguilar, R., Nahed, J., Parra, M., García, L. and Ferguson, B., 2012. Medios de vida y

aproximación de sistemas ganaderos al estándar de producción orgánica en Villaflores, Chiapas, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 16(3), pp. 21-51. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83724458003>

Aguilar-Gallegos, N., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, H., Aguilar-Ávila, J. and Klerkx, L., 2015. Information networks that generate economic value: A study on clusters of adopters of new or improved technologies and practices among oil palm growers in Mexico. *Agricultural Systems*, 135, pp. 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.01.003>

Alyson, B., Dagan, K. and Nair, P. K., 2003. 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., 2020. Sistemas Silvopastoriles: Una mirada rápida a los arreglos, masificación y experiencia en Chiapas. *Diversidad*. 1(18), pp.107-119. [https://issuu.com/idesmac/docs/idesmac\\_diversidad\\_18](https://issuu.com/idesmac/docs/idesmac_diversidad_18)

Apan-Salcedo, G.W., Jiménez-Ferrer, G., Nahed-Toral, J., Pérez-Luna, E. and Piñero-Vásquez, A.T., 2021. Masificación de sistemas silvopastoriles: un largo y sinuoso camino. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(3), pp. #17. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/3524/1693>

Ávila-Foucat, S., Revollo-Fernández, D.A., 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. <https://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/view/280854>

Ayala-Ortíz, D.A., Schwentesius-Rindermann, R. and Gómez-Cruz, M. A., 2008. La ecocondicionalidad como instrumento de política pública agrícola para el desarrollo sustentable en México. *Gestión y Política Pública*., 2, pp. 315-353. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-10792008000200002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792008000200002)

Bautista-Martínez, Y., Herrera-Haro, J.G., Espinosa-García, J.A., Martínez-Castañeda, F.E., Vaquera-Huerta, H., Bárcena-Gamma, J.R.

- and Morales A., 2017. Relationship between technological management practices, production and its association to the seasons of the year in the Mexican tropics dual-purpose system. *Nova Scientia*, 9 (19), pp. 154-170.  
<https://doi.org/10.21640/ns.v9i19.986>
- Budowsky, G., 1979. *Sistemas Agroforestales en América Tropical*. (Documento Técnico). Turrialba, Costa Rica: Programa de Recursos Naturales, CATIE.
- Borremans, L., Reubens, B., Van-Gils, B., Baeyens, D., Vandeveldel C. and Wauters, E., 2016. A sociopsychological analysis of agroforestry adoption in Flanders: understanding the discrepancy between conceptual opportunities and actual implementation. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(9), pp. 1008-1036.  
doi:10.1080/21683565.2016.1204643
- Camacho-Vera, J.H, Vargas-Canales, J.M., Quintero-Salazar, L. and Apan-Salcedo, G.W., 2018 Evolution of the bovine milk production system in La Frailesca, Chiapas. *Revista de Geografía Agrícola*, 61, pp. 68-84.  
doi.org/10.5154/r.rga.2018.61.11
- Cortina-Villar, S., Plascencia-Vargas, H., Vaca, R., Schroth, G., Zepeda, Y., Soto-Pinto, L. and Nahed-Toral., J., 2012. Resolving the conflict between ecosystem protection and land use in protected areas of the Sierra Madre de Chiapas, Mexico. *Environmental Management*, 49(3), pp. 649-662.  
DOI:10.1007/s00267-011-9799-9
- Covaleda, S., Aguilar S., Ranero, A., Marín, I. and Paz, I., 2014. *Diagnóstico sobre determinantes de deforestación en Chiapas. Alianza México para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación*. Serie Política Pública, 169 p.
- Clavero, T. y Suárez, J., 2006. Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica. *Pastos y Forrajes*, 29(3), pp. 1-6.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121691008>
- Cruz-Morales, J., García-Barrios, L., 2017. Reservas de la Biosfera en Chiapas, México: análisis de las interacciones sociales locales para la conservación y el desarrollo, ¿exclusión o clientelismo? En: *Extractivismo y neoextractivismo en el sur de México: múltiples miradas*, Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México, México. Dirección de Centros Regionales Universitarios, pp. 255-290. ISBN 978-607-12-0489-9
- FAO, 2011. *Guía metodológica de Escuelas de Campo para facilitadores y facilitadoras en el proceso de extensión agropecuaria. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura*. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 34 pp.  
<http://www.fao.org/3/at025s/at025s.pdf>
- Fletes-Ocón, H.B., 2013. *Construyendo la globalización: Estado, mercado y actores de las cadenas agroindustriales de mango desde Chiapas*. Universidad Autónoma de Chiapas. 445 pp. ISBN: 978-607-8207-83-1
- Flores-González, A., Jiménez-Ferrer, G., Castillo-Santiago, M., Ruíz de Oña, C. and Covaleda, S., 2019. Buenas prácticas ganaderas: adopción tecnológica en La Cañada Rio Perlas, Ocosingo, Chiapas, México. en *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22, pp. 87-89.  
<http://dx.doi.org/urn:ISSN:1870-0462-tsaes.v22i1.2670>
- Frey, G. E., Fassola, H. E., Pachas, A. N., Colcombet, L., Lacorte, S. M., Pérez, O., Renkow M., Warren, S. T. and Cubbage, F., 2012. Perceptions of silvopasture systems among adopters in northeast Argentina. *Agricultural Systems*, 105 (2012), pp. 21-32.  
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.09.001>
- Garbach K., Lubell M., DeClerck A.J., 2012. Payment for Wcosystem Services: The roles of positive incentives and information sharing in stimulating adoption of silvopastoral conservation practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 156, pp. 27-36.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.04.017>
- García-Barrios, L., González-Espinosa, M., 2017. Investigación ecológica participativa como apoyo de procesos de manejo y restauración forestal, agroforestal y silvopastoril en territorios campesinos. Experiencias recientes y retos en la sierra Madre de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(1), pp. 129-140  
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.10.022>
- González, J.M., 2013. Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (sspi), con base en *Leucaena leucocephala*: Estudio de caso en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3), pp. 35-50.

- <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/sep/t/3.pdf>
- Guevara-Hernández, F., 2007. ¿Y después qué?... Action-research and ethnography on governance, actors and development in Southern, Mexico. 227. Thesis PhD, Wageningen University, 237 p. <https://edepot.wur.nl/43322>
- Guevara-Hernández, F., 2017. Propuesta metodológica para el estudio de actores y estrategias de intervención tecnológica en Chiapas, México. *Cultivos Tropicales*, 38(2), pp. 103-112. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193252701016>
- Heinze, A., Bongers F., Ramírez-Marcial, N., García-Barrios, L. and Kuyper, T., 2020. The montane multifunctional landscape: How stakeholders in a biosphere reserve derive benefits and address trade-offs in ecosystem service supply. *Ecosystem services*, 44, pp. 101-134. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101134>
- Herrero, M. Wirsenius, E., Henderson, B., Thornton, P., Havlik, P., de Boer Imke and Gerber, P., 2015. Livestock and the Environment: What Have We Learned in the Past Decade? *Annual Review of Environmental Resources*, 40, pp. 177-202. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-031113-093503>
- Hernández, H., Villanueva, C., Medina, J., Tobar, D. and Louman, B., 2014. *Buenas prácticas para la adaptación al cambio climático en Honduras*. USAID-CATIE, C.R., Serie Técnica No. 13. 27 p
- Hernández-Sánchez, M.I. and Nava-Tablada, M. E., 2019. Capital social en organizaciones cafetaleras de dos regiones de la zona centro de Veracruz, México. *Sociedad y Ambiente*, 21, pp. 185-199. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i21.2045>
- Huertas SM, Bobadilla PE, Alcántara I, Akkermans E and van Eerdenburg FJCM., 2021. Benefits of Silvopastoral Systems for Keeping Beef Cattle. *Animals*, 11(4), pp. 992. <https://doi.org/10.3390/ani11040992>
- Jiménez, G., Soto, L. and Nahed, J., 2007. Agroforestería pecuaria en Chiapas. En: *Agroforestería Pecuaria en Chiapas México*. El Colegio de la Frontera Sur, 1-6 p
- Jiménez, G., Soto, L., Pérez, E., Kú, J.C., Ayala, A., Villanueva, G. and Alayón, A., 2015. Ganadería y cambio climático: Avances y retos de la mitigación y la adaptación en la frontera sur de México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 15 (30), pp. 51–70. <https://publicaciones.xoc.uam.mx/MuestraPDF.php>
- Lade, S. J., Bodin, Ö., Donges, J. F., Kautsky, E. E., Galafassi, D., Olsen, P. and Schulüter, M., 2016. Modelling social-ecological transformations: an adaptive network proposal. Cornell University *arXiv*. 22 pp. <https://arxiv.org/abs/1704.06135#>
- Lerner, A.M., Zuluaga, A.F., Chará, J., Etter, A. and 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>.
- Lowitt, K., Hickey, G. M., Saint Ville, A., Raeburn, K., Thompson-Colón, T., Laszlo, S. and Phillip, L. E., 2015. Factors affecting the innovation potential of smallholder farmers in the Caribbean Community. *Regional Environmental Change*, 15(7), pp. 1367–1377. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0805-2>
- Mahecha, L., 2003. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 16(1), pp. 11–18. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323847>
- Marinidou E. and Jiménez-Ferrer, G., 2010. *Paquete tecnológico: Sistemas silvopastoriles, uso de árboles en potreros de Chiapas*. Comisión Nacional Forestal (México) 48 pp
- Martínez, N. and Chávez-Ramírez, R., 2014. Nuevos agentes en la gestión ambiental: El caso de las organizaciones de la sociedad civil en Ensenada. *Estudios Fronterizos*, 15(29), pp. 85-123. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53031359003>
- Martínez-González, E. G., Aguilar-Ávila, J., Aguilar-Gallegos, N., García-Sánchez, E. I., Olvera-Martínez, J. A. y Santoyo-Cortés, H., 2017. Adopción de buenas prácticas de producción de miel en Yucatán, México. *Livestock Research for Rural Development*, 29(6), pp. 1-6. <http://www.lrrd.org/lrrd29/6/agui29108.html>.
- Merton, R. K., Fiske, M. and Kendall, P., 1998. Propósitos y criterios de la entrevista

- focalizada (traducción de Consuelo del Val y Javier Callejo). *Empiria. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 1, pp. 215-227.  
<https://doi.org/10.5944/empiria.1.1998.740>
- Murgueitio, E., 2009. Incentivos para los sistemas silvopastoriles en America Latina. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 13(1), pp. 3-19.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83712269002>
- Nahed-Toral, J., Sánchez-Muñoz, B., Mena, J., Ruiz-Rojas, J., Aguilar-Jiménez, R., Castel, J. Ma., de Asis-Ruiz, F., Orantes-Zebadúa, M., Manzur-Cruz, A., Cruz-López, J. and Delgadillo-Puga, C., 2013. Feasibility of converting agrosilvopastoral systems of Dairy cattle to the organic production model in southeastern Mexico. *Journal of Cleaner Production*, 43, pp. 136-145.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.019>
- Nates-Cruz, B. and Velásquez-López, P., 2009. Territorios en mutación Crisis cafetalera, crisis del café. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 6(63), pp. 11-33.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11712705002>
- Palmer, 2014. A new climate for grazing livestock. *Nature Climate Change*, 4, pp. 321-323.  
[www.nature.com/natureclimatechange](http://www.nature.com/natureclimatechange)
- Piñeiro-Vázquez, A., Canul-Solís, J., Jiménez-Ferrer, G., Alayón-Gamboa, A., Chay-Canul, A.J., Ayala-Burgos, A.J., Aguilar-Perez, C.F. and Ku-Vera, J.C., 2018. Effect of condensed tannins from *Leucaena leucocephala* on rumen fermentation, methane production and population of rumen protozoa in heifers fed low-quality forage. *Asian-Australasian Journal Animal Science*, 31, pp. 1738-1746.  
<https://doi.org/10.5713/ajas.17.0192>
- Pezo, D., Cruz, J., Cardona, J. and Pineiro, 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. CATIE, Proyecto CATIE/NORUEGA, Petén, Guatemala. II Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. IV Foro de Pastos y Forrajes. Trabajo PF-01. La Habana, 26-29 Noviembre. ICA. 13p.
- Rodríguez-Cardozo, L., 2017. El Desarrollo de las ONG de México y su coincidencia con los Objetivos del Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. En CIRIEC-España, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 91, pp. 59-87. DOI: <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.91.8879>
- Rodríguez-Moreno, O.G., Nahed-Toral, J., Guevara-Hernández, F., Alayón-Gamboa, J. A., and Grande-Cano, J.D., 2020. Historia y caracterización técnica y socioeconómica de la ganadería bovina en la costa de Chiapas, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(55), pp. #55.  
<https://www.revista.ccca.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/3058/1433>
- Rosete-Vergés, F.A., Pérez-Damián, J.L., Villalobos-Delgado, M., Navarro-Salas, E.N., Salinas-Chávez, E. and Remond-Noa, R., 2014. El avance de la deforestación en México 1976-2007. *Madera Bosques*, 20(1), pp. 21-35.  
<https://doi.org/10.21829/myb.2014.201173>
- Ruttan, V. W., 1996. What Happened to Technology Adoption- Diffusion Research? *Sociologia Ruralis*, 36(1), pp. 51-73.  
<http://doi.org/10.1111/j.1467-9523.1996.tb00004.x>
- Salas-González, J. M., Leos-Rodríguez, J. A., Sagarnaga-Villegas, L. M and Zavala-Pineda, M. J., 2013. Adopción de tecnologías por productores beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(2), pp.243-254. ISSN 2448-6698.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265627559010>
- Sánchez-Sánchez, A., Santoyo-Cortés, V.H., De la Vega-Mena, M., Muñoz-Rodríguez, M. and Martínez-González, E.G., 2020. Adopción de innovaciones y factores asociados en empresas familiares agropecuarias y agroindustriales en México. *Estudios Gerenciales*, 36(154), pp. 43-55.  
<https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.154.3424>
- SEMAHN (Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural), 2010. *Programa de Acción ante el Cambio Climático del estado de Chiapas*. Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. 334 pp.
- Soto-Pinto, L. and Jiménez-Ferrer, G., 2018. Contradicciones socioambientales en los procesos de mitigación asociados al ciclo del carbono en sistemas agroforestales. *Madera y Bosques*, 24 (Núm. esp.), pp. E2401887.  
<https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401887>

- Soto-Pinto, L., Anzueto, M., Mendoza, J., Jimenez-Ferrer, G. and de Jong, B., 2010. Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems*, 78, 39. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9247-5>
- Szott, L., Ibrahim, M. and 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. 71 p
- Tarrés, M. L. (Coord.), 2001. *Observar, escuchar y comprender: sobre la tradición cualitativa en la investigación social*. FLACSO- El Colegio de México-Porrúa. México. <https://www.jstor.org/stable/j.ctt16f8cd1>
- Tobar, D. and Muhammad, I., 2008. *Valor de los sistemas silvopastoriles para conservar la biodiversidad*. CATIE, C.R., Serie Técnica No. 373, 40p
- Toriz-Bonfiglio, L., Pat-Fernández, L. and Guízar-Vázquez, F., 2021. Factores que condicionan la viabilidad del ecoturismo con comunidades mayas en áreas naturales protegidas de la Península de Yucatán, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 18. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr18.fcv>
- Trujillo-Díaz A. G., Cruz-Morales, J., García-Barríos, L. G. and Pat-Fernández, L., 2018. Campesinos sin resolución agraria: la difícil construcción de la gobernanza ambiental en un área natural protegida de Chiapas, México. *Revista Pueblos y Fronteras Digital*, 13, pp. e-335. <https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2018.v13.335>
- Vargas, C. J. M., Palacios, R. M. I., Camacho, V. J. H., Aguilar, Á. J. and Ocampo, L. J. G., 2015. Factores de innovación en agricultura protegida en la región de Tulancingo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), pp. 827–840. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i4.622>
- Vargas-de la Mora, A.L., Castillo-Santiago, M.A., Randhir, T.O., Hernández-Moreno, M.C., Cach-Pérez, M.J., and Camacho-Valdéz, V., 2021. Conocer para mejorar: Factores que influyen en la transición hacia sistemas silvopastoriles en la costa de Chiapas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24, pp. #108.
- Zar, J., 2010. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall. 5ta Ed. New Jersey, USA. 944 p.
- Zepeda-Cancino, R.M., Velasco-Zebadúa, M.E., Nahed-Toral, J., Hernández-Garay, A. and 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. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v7i4.4282>