



## CONOCER PARA MEJORAR: FACTORES QUE INFLUYEN EN LA TRANSICIÓN HACIA SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA COSTA DE CHIAPAS †

[KNOW TO IMPROVE: FACTORS THAT INFLUENCE THE TRANSITION TOWARDS SILVOPASTORAL SYSTEMS IN THE CHIAPAS COAST]

A.L. Vargas-de la Mora<sup>1\*</sup>, M.A. Castillo-Santiago<sup>1</sup>, T.O. Randhir<sup>3</sup>,  
M.C. Hernández-Moreno<sup>4</sup>, M.J. Cach-Pérez<sup>2</sup> and V. Camacho-Valdéz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*El Colegio de la Frontera Sur, Periférico Sur s/n, Colonia María Auxiliadora, CP 29290, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. Email.*

*alvargas@ecosur.edu.mx*

<sup>2</sup>*Conacyt-El Colegio de la Frontera Sur, Periférico Sur s/n, Colonia María Auxiliadora, CP 29290, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.*

<sup>3</sup>*Department of Environmental Conservation, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003, Estados Unidos*

<sup>4</sup>*Departamento de Estudios Sociales del Sistema Alimentario, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas, N0. 46, Colonia La Victoria; Hermosillo, Sonora México, C.P. 83304*

*\*Corresponding author*

### SUMMARY

**Background:** Technology adoptions are the main challenge to achieve transition toward sustainable livestock production. **Objective:** This research evaluated factors that influence the silvopastoral technology adoption in Chiapas, Mexico. **Methodology:** Used an integrative methodology relates variables institutional performance, knowledge, and perception of producers on livestock system and interaction between actors. The above was linked to a physical context with satellite images analysis to identify components adopted in the field. **Results:** It was found that the type of producer, the location of the property, and the form of institutional support limit the adoption of herd management and feed production intensification technologies such as protein banks and forage banks. **Implications:** This methodology helped identify the limiting factors for adoption, understand the project process, and identify strategies towards sustainable practices. **Conclusion:** The low adoption of technologies is determined by the decision-making of producers on factors such as pest and disease control, climatic, economic and access to machinery and equipment that are influenced by the social synergies that can be built with technicians and with other producers. **Keywords:** Silvopastoral livestock; Technological adoption; Sustainable development; Evaluation.

### RESUMEN

**Antecedentes:** La adopción tecnológica es el principal reto para lograr la transición hacia una ganadería sustentable. **Objetivo:** En esta investigación se evaluaron los factores que influyen en la adopción de tecnologías silvopastoriles en Chiapas, México. **Metodología:** A través de una metodología integrativa que relaciona variables de desempeño institucional, el conocimiento y percepción de los productores sobre el sistema ganadero y la interacción entre diferentes actores. Lo anterior se vinculó a un contexto físico con análisis e interpretación de imágenes satelitales para identificar los componentes adoptados en campo por los productores. **Resultados:** Se encontró que la tipología del productor, la ubicación del predio y la forma de acompañamiento institucional son los principales factores que limitan la adopción de nuevas tecnologías de intensificación de manejo del hato y producción de alimento como bancos de proteínas y bancos forrajeros. **Implicaciones:** La información generada en esta investigación podría ser útil para diseñar estrategias que apoyen la transición hacia prácticas más sustentables en la región de estudio. **Conclusión:** La baja adopción de tecnologías es determinada por la toma de decisiones de los productores sobre factores como control de plagas y enfermedades, climáticos, económicos y acceso a maquinaria y equipo que son influenciada por las sinergias sociales que pueda construir con los técnicos y con otros productores. **Palabras clave:** Ganadería silvopastoril; Adopción tecnológica; Desarrollo sostenible; Evaluación.

† Submitted February 15, 2021 – Accepted June 30, 2021. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.

ISSN: 1870-0462.

**ORCID INFORMATION:** AL Vargas Mora 0000-0002-2308-9621; MA Castillo Santiago 0000-0002-3024-5514; TO Randhir 0000-0002-1084-9716; MC Hernández Moreno 0000-0002-8439-4232; MJ Cach-Pérez 000-0003-4972-0458; V Camacho Valdez 0000-0001-7596-9586

## INTRODUCCIÓN

En México, 58% del territorio orientado a la producción ganadera es de manejo extensivo (Hernández-Medrano y Corona, 2018), el cual tiene efectos ambientales importantes como el incremento de deforestación, degradación, contaminación de suelo y agua, así como una alta emisión de gases de efecto invernadero (CEPAL, 2013; Malý *et al.*, 2017). El grado de estos efectos ambientales depende principalmente del tipo de manejo del sistema ganadero, el objetivo de producción y la tipología del productor (Mouri y Aisaki, 2015; Xu *et al.*, 2018). Iniciativas internacionales como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sustentable promueven estrategias orientadas a impulsar el equilibrio entre la dimensión ambiental, social y económicas (FAO, 2018); siendo la adopción de nuevas tecnologías uno de los desafíos relevantes en la actividad ganadera (Kebebe, 2017; García-Barrios y González-Espinosa, 2017; Naah, 2018) que involucra factores culturales, intereses institucionales y canales de comunicación eficaces entre los diferentes actores involucrados (García-Barrios y González-Espinosa, 2017).

Algunas de estas tecnologías se conglomeran en los sistemas silvopastoriles (SSP) o agrosilvopastoriles (ASP), que se implementan para crear paisajes con una mayor funcionalidad ecosistémica, disminuyendo así los impactos ambientales al incorporar prácticas como el manejo intensivo de pasturas, rotación de potreros e incorporación de árboles en el potrero (Battaglini *et al.*, 2014). No obstante, estos sistemas tienen una baja adopción por parte de los productores, por lo tanto, el progreso en la restauración ambiental en estos territorios es aún limitado (Pezo *et al.*, 2018).

De acuerdo a Le-Gal *et al.* (2011), la falta de adopción se atribuye a la escasez de financiamiento para equipamiento, bajo precio de los productos obtenidos de la producción, falta de recursos primarios para el desarrollo de las tecnologías y pobre soporte técnico; Toledo y González (2007) sugieren que también las limitaciones biológicas y físicas del ecosistema pueden ser significativas en el proceso de adopción de este tipo de tecnologías así como en la toma de decisiones en el manejo del sistema productivo. En contraste, Edelman *et al.* (2014) y Borrás *et al.* (2015) descartan la inequidad en la cadena de valor como factor determinante. Otro elemento para considerar en la baja adopción son los proyectos en sí mismos, los cuales pocas veces toman en cuenta las características locales o no establecen objetivos que recuperen los intereses de los productores (Vargas-de la Mora, 2018), sus conocimientos o experiencias previas para fortalecer los procesos de adopción tecnológica (Browa, 1983; Borrás *et al.*, 2015; Naah, 2018).

La evaluación y seguimiento de proyectos en campo está determinado por las capacidades institucionales y el uso que se tenga previsto para la información; son pocas las instituciones que recurren a metodologías científicas para el monitoreo o evaluación de sus procesos (Low y Randhir, 2005). De acuerdo con Parra (2019), las evaluaciones de impacto basadas en la Teoría Fundamentada (la cual evalúa a través de la percepción del beneficiario o la institución y/o evalúa presencia o ausencia de componentes de los proyectos presentes en campo), demuestran cuantitativamente los efectos (parciales) de una política pública o un proyecto. No obstante, esta propuesta demerita el conocimiento tradicional y presumiblemente sobrevalora el conocimiento científico como única alternativa para avalar la funcionalidad de los sistemas (Shiva, 2006). A su vez Parra (2019), propone un enfoque realista con base en el fundamento del entendimiento social para mostrar cualitativamente la huella de las intervenciones, sin duda, fragmentando metodológicamente la evaluación. Estos enfoques son sesgados y reduccionistas, no obstante, la socioecología brinda la oportunidad de considerar las interacciones entre lo social y lo natural (Toledo, 2013) abriendo las puertas a nuevas propuestas metodológicas para realizar evaluaciones con mayor integralidad en los procesos.

En concordancia con la teoría socio-ecológica desde la visión de Toledo (2007, 2013), esta investigación asume una realidad compleja, desde donde se propone una metodología integrativa que relaciona variables de desempeño institucional, el conocimiento y percepción de los productores, así como la interacción entre actores locales, vinculándolos a un contexto físico a través del análisis e interpretación de imágenes satelitales. En este sentido, el objetivo de esta investigación fue identificar los factores socio-técnicos que influyeron en la adopción de tecnologías silvopastoriles, así como las limitaciones y oportunidades que afectaron su implementación en la Costa de Chiapas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Antecedentes del proceso silvopastoril en Chiapas

Alrededor del 17% de la superficie del estado de Chiapas son áreas de bosque y selva con decretos de conservación, que albergan un incalculable reservorio ecológico, biológico y genético distribuido principalmente en nueve Áreas Naturales Protegidas (ANP), las cuales se encuentran en riesgo constante, donde el sector ganadero es señalado como uno de los principales impulsores del cambio de uso del suelo (Vaca *et al.*, 2012), por su manejo extensivo y de baja inversión económica (Vargas-de la Mora, 2018).

En la Región Costa de Chiapas se ubican dos ANP, La Encrucijada y El Triunfo, en las cuales, se desarrolla una importante actividad ganadera (Castro *et al.*, 2016). En el año 2005 el daño provocado por el Huracán Stan evidenció la necesidad de promover la restauración ambiental en el sector ganadero de la región. Diversas instituciones gubernamentales y de la sociedad civil promovieron acciones de restauración ambiental a través de la promoción de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles con la implementación de un proyecto llamado “proyecto silvopastoril”.

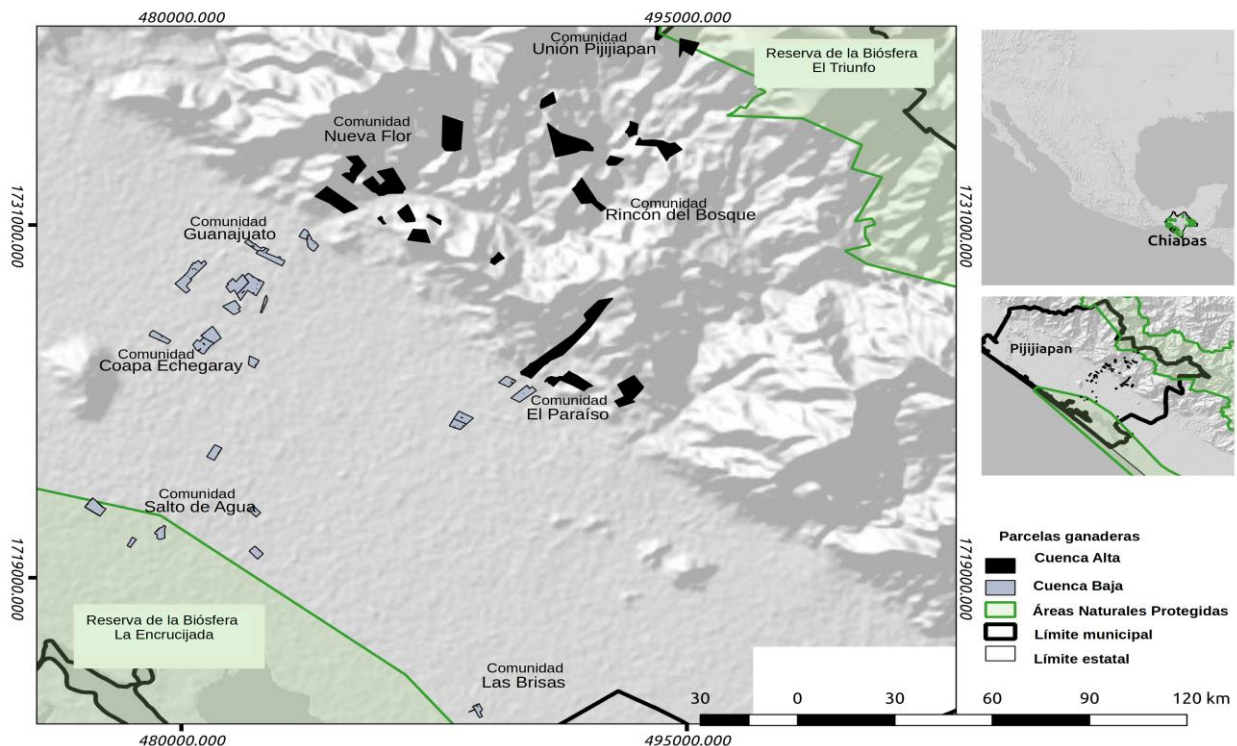
Entre 2005 a 2016 el proyecto tuvo una inversión estimada de \$ 653, 688 dólares y trabajó con 89 productores (2,464.73 hectáreas, que representan el 2.67% de la superficie de pastizal municipal). No obstante, se observó que menos del 60% de las prácticas promovidas por el proyecto fueron implementadas en las parcelas de la región; sin embargo, no se indagó acerca de las razones por las que no se tuvo mayor implementación durante el proceso o adopción de las prácticas (Vargas-de la Mora, 2017).

## Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Pijijiapan (superficie 176, 994 hectáreas) ubicado en la Región Costa de Chiapas, México (Figura 1). En este municipio, al noroeste se presentan elevaciones que van de los 380 a 2,500 msnm, que forman parte de la Reserva de la Biósfera El Triunfo, que para los fines de este estudio se le denominó Cuenca Alta; mientras al suroeste la planicie costera se le nombró Cuenca Baja, la cual, tiene elevaciones que oscilan entre los 0 a 200 msnm, donde se encuentra parte de la Reserva de la Biósfera La Encrucijada. Los rangos de temperatura en la región van de 21.7° C a 33.8° C, con una precipitación promedio mensual de 198 mm (Climate-data.org, 2020; INEGI, 2009; Carabias-Lillo *et al.*, 1999).

## Propuesta metodológica

Esta investigación fue de corte transversal con un enfoque cualitativo-cuantitativo desarrollada entre marzo 2018 y agosto 2019. Se llevó a cabo análisis de imágenes satelitales, visitas de campo, entrevistas semiestructuradas y abiertas. Para los análisis estadísticos, se utilizó como criterio de clasificación ubicación del predio en la cuenca.



**Figura 1.** Distribución de predios ganaderos incluidos en el estudio de acuerdo a su ubicación en la Cuenca (Alta y Baja).

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a 43 productores los cuales poseen en total 890.26 hectáreas, 36.12% del total del proyecto (muestra calculada al 90% de confianza con la ecuación de Murray y Larry (2009); estas entrevistas se aplicaron con el objetivo de reconstruir las experiencias de los productores durante su participación en el proyecto, reflexionar los aprendizajes, las actividades realizadas y las relaciones al interior del grupo y con el personal institucional (Paredes-Chi y Castillo-Burguete, 2018). Con entrevistas abiertas se identificaron las limitaciones y oportunidades percibidas por los productores, así como la funcionalidad de las labores realizadas por el proyecto (González-Puente *et al.*, 2014). Esta información se contrastó con la información de ambas entrevistas aplicadas a seis productores que no participaron en el proceso silvopastoril, el cual se consideró grupo control (80 hectáreas). Los factores que influyeron en la adopción de tecnologías durante el periodo 2005-2016 del proyecto silvopastoril se agruparon en cuatro categorías definidas **1) pertinencia del productor**, entendiendo que existen factores que los productores valoran antes de implementar una nueva tecnología como son los riesgos económicos, de tiempo y esfuerzo que le implicaría el cambio (Le-Gal *et al.*, 2011); **2) pertinencia institucional**, las instituciones implementadoras se avocan al cumplimiento de objetivos cuantitativos como entrega de recursos materiales, equipo y capacitación (Braasch *et al.*, 2018) para llevar a cabo el proyecto, aunque esto no garantice el éxito del proceso. **3) proceso de construcción**, elementos dinámicos como la transmisión de conocimientos, la planeación de actividades, así como interacciones entre los componentes biológicos y ambientales (Le-Gal *et al.*, 2011; Roldán-Suárez, Rendón y Cadena-Iñiguez, 2016; Flores-González *et al.*, 2018) que se presentan durante el proyecto; **4) gobernanza**, donde las relaciones políticas, económicas, sociales entre los involucrados en los proyectos se consideran esenciales para lograr la sostenibilidad en el tiempo (García-Barrios y González-Espinosa, 2017).

### Caracterización de productores

Con el objetivo de concatenar los aspectos sociales con las acciones realizadas en campo por los productores, se realizó una tipología estructural (López-Roldán, 1996) cruzando las variables de ubicación del predio (Cuenca Alta y Cuenca Baja) con productores participantes en el proyecto silvopastoril (SSP) y productores no participantes (No SSP). Las variables utilizadas para la definición de los tipos de productor se basaron en las planteadas por Mouri y Asaki (2015) y Xu *et al.* (2018): género, edad, grado de estudios, número de miembros en la familia, tipo de acceso a la propiedad, objetivo de la ganadería, tamaño del hato,

leche producida al día, animales vendidos al año, total de superficie del predio y superficie destinada a ganadería. Se utilizó el software INFOSTAT 2018 (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina) para realizar análisis descriptivos (media, desviación estándar, varianza, error estándar, valores mínimos y máximos y mediana), y un análisis de componentes principales (PCA) de Pearson (2010) para identificar las asociaciones significativas de variables especificadas anteriormente, con respecto a la ubicación del predio.

### Análisis de apoyos recibidos e implementados

Los componentes apoyados por el proyecto se agruparon en cuatro categorías de acuerdo con la función que cumplen dentro del sistema ganadero: Tecnologías de riego, manejo, nutrición animal y conservación. Se utilizó un esquema de ponderación binario (valor 1 o 0) que califica cuando el productor recibió o no el insumo, material o equipo (los cuales en esta investigación se denominan “componente”). Se ponderó de igual manera si el productor implementó el componente en campo y finalmente, si el componente estaba presente en campo al momento de esta investigación. Se realizó una suma lineal de los valores (Atar, 2010) y se realizó un análisis de estadísticas descriptiva. Se utilizó la prueba Wilcoxon para muestras no paramétricas con el fin de identificar diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en la implementación de componentes entre el grupo SSP de acuerdo con la ubicación de potrero, así como el contraste de productores silvopastoriles (SSP) y los no participantes del proyecto (No SSP), utilizando el software INFOSTAT.

### Análisis de eficiencia de los componentes

A través de la información obtenida con las entrevistas semiestructuradas y abiertas (Geilfus, 2009), los productores respondieron preguntas sobre la funcionalidad del componente y limitaciones percibidas. Las respuestas se transformaron en Sí= 1 y No= 0 y se agruparon en categorías (Tabla 1) identificadas de acuerdo con la percepción de los productores sobre las limitaciones que presentaron por cada componente recibido del proyecto. Para calcular la eficiencia del funcionamiento del componente, se realizó una división del valor obtenido de la percepción de funcionamiento entre el total de implementación del componente. Las respuestas a las preguntas abiertas se agruparon por similitud de discurso y mediante un análisis de frecuencias se obtuvieron valores en porcentaje para cada respuesta. Para relacionar los factores limitantes entre sí se realizó una prueba Wilcoxon de muestras apareadas en el software INFOSTAT.

**Tabla 1. Categorización de limitantes percibidas por los productores.**

Ámbito	Categoría	Factores limitantes percibidos
<b>Pertinencia del productor</b>	1	Incremento de trabajo
	1	Seguimiento de actividades
	2	Costo*
<b>Pertinencia institucional</b>	3	Capacitaciones
	3	Situaciones técnicas
	3	Monitoreo técnico de las actividades
	4	Dificultad para encontrar insumos localmente
	5	Sequía
	5	Fuego
	5	Lluvia
<b>Proceso de construcción</b>	5	Inundaciones
	6	Aspectos zootécnicos
	6	Aspectos agrícolas
	7	Maquinaria y equipo no adecuada para el trabajo
	7	Mantenimiento
	1	Ignorancia de los productores sobre la fenología y ciclos reproductivos de plantas y animales
	1	Ignorancia de los productores sobre la fenología y ciclos reproductivos de plantas y animales
<b>Gobernanza</b>	8	Relaciones problemáticas entre los miembros del grupo o con el equipo facilitador del proyecto
	8	Trabajadores

1=Responsabilidad del productor; 2 = Económico; 3 = Responsabilidad institucional; 4 = Acceso a insumos; 5 = Climáticas; 6 = Plagas y enfermedades; 7=Maquinaria y equipo; 8 = Organización.

\* El proyecto financió la implementación de algunos componentes

### Análisis de imágenes satelitales

El análisis con sistemas de información geográfica (SIG) es versátil y útil para cuantificar, mapear y detectar patrones territoriales (Hassan *et al.*, 2016), aunque con limitaciones, principalmente debido a la escala de la información disponible (1:250 000 y 1:50 000), con poco detalle del espacio geográfico para toma de decisiones locales (Toledo y Moguel, 1992; Toledo y González, 2007); por ello, en esta investigación se realizaron visitas de campo para georreferenciar los predios de los productores con el objetivo de identificar los arreglos espaciales de cada uno. Se usaron imágenes satelitales Google (2019) del año 2016 para digitalizar los polígonos a una escala 1:3000 metros. La categorización de componentes de los arreglos espaciales se basó en los fomentados por el proyecto SSP (pasto de corte, bancos forrajeros, bancos de proteínas, cercos vivos). Esta información se complementó con los identificados por Pezo *et al.* (2018): árboles dispersos en potreros, árboles reserva en potrero, pastoreo bajo árboles, árboles ribereños, cercas vivas interiores y perimetrales y con lo observado en campo: zona agrícola, zona de libre pastoreo a cielo abierto, pasto mejorado de porte alto para libre pastoreo, plantación de árboles, cuerpos de agua -Jagüey, río, lagunas- y otros -uso no ganadero, zonas sin vegetación e infraestructura en el terreno-.

Todos los datos obtenidos se transformaron a valores en porcentaje con el fin de estandarizarlos. Se utilizó el software de análisis estadístico INFOSTAT para correr análisis estadísticos descriptivos y de frecuencias.

### RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados cuantitativos en simultáneo con algunas expresiones de los productores entrevistados, insertadas en *itálicas*, lo cual pretende visibilizar su percepción y la narrativa del proceso vivido durante el proyecto.

Con las entrevistas abiertas se identificaron componentes que tuvieron financiamiento para la implementación, los cuales consistieron en la entrega de materiales para construcción de una galera de lámina, establecimiento de pasto mejorado zapallo (*Panicum maximum* Jacq.) para pastoreo, semilla de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, para establecer bancos de proteína (inicialmente el proyecto le solicitó a los productores destinar cinco hectáreas cada uno) y pasto de corte CT-115 (“pasto cubano”) para bancos forrajeros; mientras que otras tecnologías no tuvieron financiamiento para la implementación (Tabla 2). El 87% de los productores comentaron haber participado en talleres donde se hablaba de arreglos espaciales en potrero como árboles dispersos en potreros, reservas de árboles en potreros, árboles ribereños, cercas vivas

interiores en el predio, cercas vivas en el perímetro de la parcela, pastoreo bajo árboles y plantaciones de árboles. El 38.8% de los productores de Cuenca Baja mencionaron que mucho antes de participar en el proyecto, ya practicaban el establecimiento de árboles dispersos en potreros, aunque desconocían el nombre técnico de la tecnología.

En Cuenca Alta registró 49% de adopción de componentes (25% de los componentes financiados y

42% de componentes que no recibieron financiamiento); enfocándose en producción intensiva de alimentos, protección del ganado estableciendo galeras y conservan mayor cantidad de cobertura arbórea en sus parcelas, orientan sus decisiones en la capacidad de realizar las labores debido a la dificultad de acceso al predio por las altas pendientes de los terrenos, los cuales se caracterizan por tener entre 10-28% de montaña.

**Tabla 2. Caracterización de tipo de productores de acuerdo a la ubicación del predio en la cuenca (promedios y rangos).**

Factores		Cuenca Alta		Cuenca Baja	
Tipo de productor		SSP	No SSP	No SSP	SSP
Edad		<b>34-77*</b>	51	23-60	35-68
Grado educativo		Ninguno - Universidad	Ninguno	Ninguno – Universidad	<b>Primaria – Maestría*</b>
Número de miembros de familia		<b>1-6*</b>	<b>6*</b>	2-10	2-6
Número de animales		32	0	30.4	<b>38</b>
Tipo de acceso a la propiedad		<b>Terracería y sendero*</b>	<b>Sendero*</b>	Terracería y pavimento	Terracería, sendero y pavimento
Objetivo de producción		Leche y doble propósito	<b>Engorda*</b>	Doble propósito y leche	<b>Doble propósito y engorda*</b>
Número de animales		10-120	0	17-80	10-100
Producción de leche por día (litros)		0-140	0	35-100	<b>0-200*</b>
Venta de animales (año)		0-20	0	<b>1-20*</b>	<b>0-100*</b>
Hectáreas totales del predio		<b>5-125*</b>	62	5-33.9	1.7-37
Hectáreas dedicadas a ganadería		4-90	62	5-33.9	1.7-35
Adopción de componentes acorde al análisis satelital (%)	Con financiamiento	Banco de proteínas	2.04	2.04	2.04
		Banco forrajero	4.08	0	2.04
		Pasto mejorado	6.12	2.04	0
		Galera	36.73	4.08	16.33
		Árboles dispersos en potrero	51.02	12.24	34.69
		Árboles reserva en potrero	48.98	8.16	16.33
		Árboles ribereños	6.12	4.08	0
	Sin financiamiento	Cerco vivo interior	26.53	8.16	24.49
		Cerco vivo perimetral	32.65	12.24	34.69
		Pastoreo bajo árboles	16.33	2.04	6.12
		Plantaciones de árboles	2.04	0	2.04

\* Factores considerados componentes de asociación principal por tipo de productor. En la “Engorda” no mantienen ganado de manera permanente en sus parcelas, los productores No SSP compran becerros para alimentarlos principalmente con pastura comprada (“pacas”), alrededor de cuatro meses y venderlos en un preso promedio de 300kg.

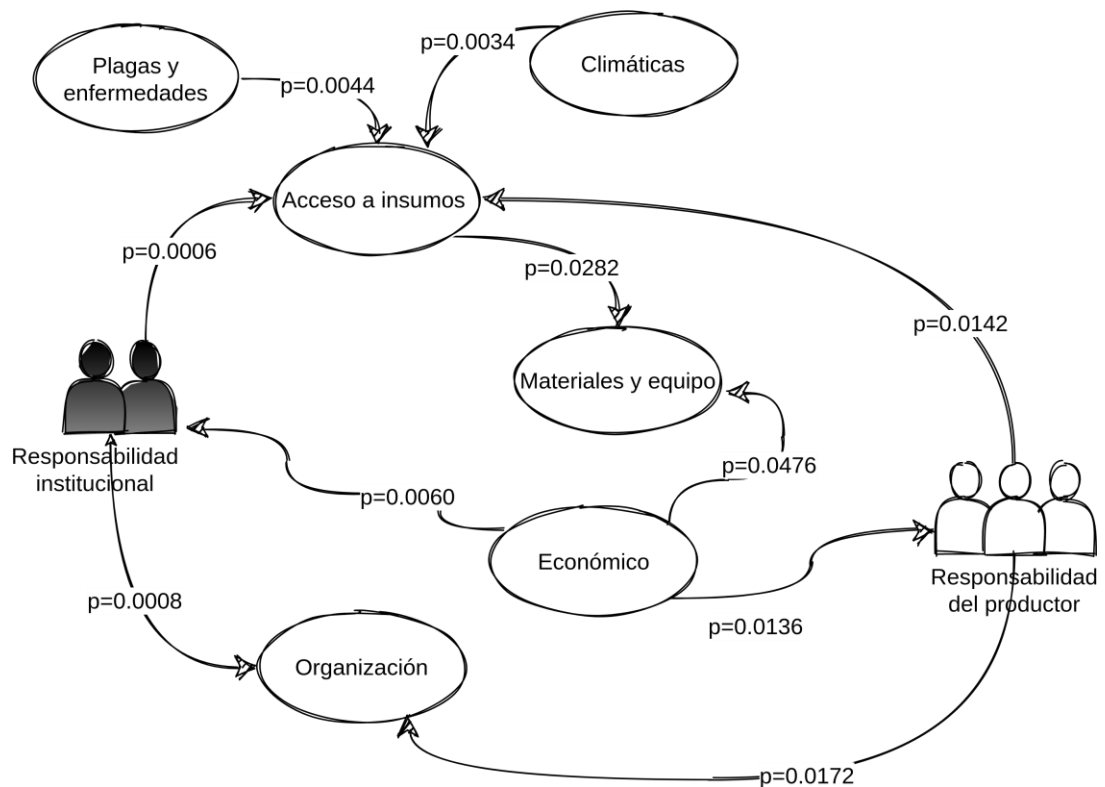
En Cuenca Baja se registró 42% de adopción (13% de componentes financiados y 38% sin financiamiento); se enfocaron en obtener rendimientos altos, las parcelas que poseen se dedican al 100% a la actividad ganadera y destinan la superficie principalmente a zonas de pastoreo a cielo abierto; la cobertura forestal se encuentra en los cercos vivos interiores y perimetrales, así como en los árboles dispersos en potrero.

Los productores SSP de Cuenca Alta registraron mayor adopción de los diferentes componentes con respecto a los de Cuenca Baja ( $p=0.0403$  componentes financiados y  $p=0.0017$  en componentes sin financiamiento). En contraste, el grupo No SSP realiza las mismas prácticas en campo que los productores SSP, pero el rango de adopción es 60-76% veces menor, con una diferencia significativa de  $p=0.0006$  comparados con los productores participantes en el proyecto.

Las características de los productores muestran que los productores SSP de cuenca Alta tuvieron una mayor adopción de componentes agroforestales, Rescatando comentarios de las visitas de campo con productores de esta zona, el tipo de acceso a los potreros se vinculan a la dificultad por la orografía, alta pendiente

así como la distancia para llegar al predio, eso complica el desplazamiento de los animales, los productos derivados de la gandería pero contribuye a mantener la cobertura forestal natural del predio por la dificultad de movilizar madera o grandes troncos. Si bien existen coincidencias en las características socio-productivas, cada tipología tiene factores que son determinantes (Tabla 2) para la toma de decisiones respecto al manejo del sistema productivo y se expresan en los componentes adoptados.

Con respecto a la percepción de la funcionalidad de los componentes, 44% y 16% de los productores consideraron no eficientes los componentes establecidos en Cuenca Alta y Cuenca Baja, respectivamente. Los componentes percibidos no funcionales en Cuenca Alta fueron los bancos de proteína, el uso de tanques de ferrocemento, la elaboración de bloques nutricionales y el uso de bombeo solar se percibieron con menor del 50% de funcionalidad. Con esta misma valoración en Cuenca Baja se registraron los bancos de proteínas, el pastoreo bajo árboles maderables y el uso de presas de geocostales. El resto de los componentes tuvo una valoración de funcionalidad mayor al 51% en ambas cuencas.



**Figura 2.** Relaciones significativas entre factores limitantes. Estadístico no paramétrico Wilcoxon apareada (significancia  $p<0.05$ ).

De acuerdo con los análisis estadísticos, se encontraron relaciones significativas entre factores limitantes para la adopción (figura 2), los cuales se observaron principalmente en la dificultad del acceso a insumos adecuados para resolver las diversas situaciones técnicas tanto en la producción de alimento como en la implementación de las tecnologías propuestas en el proyecto. Las dificultades se agudizan con la presencia de eventos climatológicos severos y la limitada capacidad de respuesta de los productores, así como de los técnicos acompañantes del proceso, en párrafos subsecuentes se explican a mayor detalle. El análisis de los datos atribuye en gran parte a la responsabilidad institucional las deficiencias del proyecto, principalmente debido a la implementación de modelos no adaptados a la zona, por lo cual, materiales y equipos necesarios no se encontraban al alcance del productor ya sea por costo o porque en la región no se comercializaba en aquel momento. Cabe destacar, que los procesos de organización al interior del grupo de productores y entre productores y personal institucional fue deficiente, esta percepción de los productores se debe a desacuerdos entre ellos, falta de atención y apoyo del personal técnico para resolver problemáticas del manejo cotidiano del sistema, así como la no implementación de recomendaciones por parte de los productores (ver porcentaje de problemáticas en Tabla 3).

En complemento, se presentan las problemáticas específicas de cada componente, las cuales se describen en los siguientes párrafos, considerando su importancia de acuerdo con las veces que los productores entrevistados registraron el problema (presentado en porcentaje).

**Conservación:** Para las **presas de material vegetativo**, las fuertes lluvias (1.51%) provocaron rápida degradación de la estructura; el acceso a insumos (0.76%) fue difícil; no hubo seguimiento técnico (2.27%) ni por parte del agricultor (0.76%) después de establecido el componente. Las **presas de geocostal** “no duraron más de un año y tuvieron mucho trabajo”, la fuerza de la escorrentía devastó la presa (1.51%) y no tuvo seguimiento técnico (1.51%). Las **presas de piedra** se afectaron solo por las lluvias torrenciales (1.51%) y el acceso a insumos fue difícil (0.76%). Las barreras rompe vientos se presentaron como remanente de árboles en el perímetro del predio, su limitación es el conocimiento del productor sobre especies y densidad de plantación (0.76%). Los cercos vivos interiores y perimetrales también se componen de especies de árboles forrajeros o dendroenergéticas, fueron afectados por incendios (2.27%), el desconocimiento del manejo de las especies de árboles (0.76%) y la falta de asesoría técnica (3.79%).

**Nutrición:** los **bancos de proteínas, forrajeros y energéticos**, el 5.3% de los problemas se atribuyen a la inadecuada asistencia técnica y 1.51% al cuidado del productor. Los **bancos de proteínas** fueron atacados por hormigas (8.3%) y hubo poca sobrevivencia. En un caso particular de Cuenca Baja, la *Leucaena* se mezcló con pasto zapallo; cuando el ganado entró para alimentarse los arbustos se dañaron. Los productores afirman que “*la leucaena solo vive cuatro años porque las raíces no se desarrollan bien en suelo arenoso*”. Una adaptación que implementaron algunos productores a esta tecnología fue intercalar caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam.) con cuajilote (*Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem.). El **pastoreo bajo árboles** se limita por la falta de conocimiento técnico sobre densidad de siembra y manejo del cultivo en pendientes pronunciadas (3.79%) así como la disponibilidad de agua (0.76%). La percepción de los productores sobre los árboles en potrero es que “*solo crecen los que nacen solos*”; el pastoreo bajo madera a menudo se realiza bajo roble (*Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl.) y cedro (*Cedrela odorata* L.). En Cuenca Baja 2.27% mencionaron que la lluvia o sequía mataron los árboles. Con respecto a la técnica de conservación de forraje conocida como **silo**, el 1.51% afirma que no se entregaron los materiales y no todos los productores recibieron capacitación; otra limitación fue usar machete para cortar el pasto porque dejaba trozos de pastura que rompió las bolsas para almacenar el forraje y éste se humedeció y se pudrió (3%). Se considera una práctica que requiere mucho tiempo y trabajo (2.27%). Sobre los **bloques nutricionales**, los productores olvidaron como elaborarlo (10.6%) y consideran que faltó asistencia técnica (3.79%); además faltó organización entre el grupo (0.76%), “*hubo pereza*” y era alto el costo de los insumos (0.76%). El **pasto de corte** se relacionó con la falta de conocimiento de la especie y su manejo (responsabilidad técnica 0.76% y del productor 1.51%); en Cuenca Baja la presencia de plagas y enfermedades (0.76%) así como el bajo rendimiento en época de secas (0.76%) implicó alta inversión (2.27%) para su manejo.

**Manejo:** Los **cercos eléctricos** presentaron daños por eventos climáticos (0.76%), en Cuenca Alta las intensas lluvias provocaron deslizamientos de suelo enterrando los cables y cortaban la energía, mientras en Cuenca Baja las inundaciones. Se considera que recibieron equipo inadecuado (6.8%), el mantenimiento es caro (0.76%) y no se atendieron los problemas técnicos (5.3%) “*la humedad daña las baterías en zonas de montaña*”; inclusive, se reportó el robo de paneles solares, pulsadores y otros componentes del sistema (0.76%). Antes del proyecto no se realizaba **rotación de potrero**, sin embargo, se considera falta más asesoría (0.76%). En época de secas se practica el libre pastoreo (1.51%). En general, las **capacitaciones** se consideran útiles, no obstante,



muchas técnicas y tecnologías no se implementan porque requiere mucha atención por parte del productor (0.76%), no hay seguimiento técnico (0.76%) y en ocasiones no se accede a los insumos (0.76%). El **calendario** de manejo es útil, pero se tienen problemas con garrapatas y fiebre en animales (1.51%).

**Tecnologías de riego:** En la Cuenca Alta, se implementaron como Ariete y riego por aspersión. No resultaron útiles porque los agricultores no estaban preparados para su uso (1.51%) y faltó asistencia técnica (1.52%).

Finalmente, la tabla 3 muestra los factores de influencia cotejado con los años de permanencia de los productores en el proyecto.

**Tabla 3. Factores que influenciaron la adopción de tecnologías en sistemas silvopastoriles. La suma de los factores es igual a 100% por cuenca.**

Descriptor	Resumen de Productores	Agrupación por años de permanencia en el proyecto				
		0	1	2	3	
<b>Cuenca Alta</b>						
Inversión Total**	\$118,400	\$0	\$20,321	\$78,270	\$19,808	
	A	13.69	0	1.05	10.53	2.11
	B	2.11	0	0	2.11	0
	C	34.73	1.05	3.16	27.37	1.05
Factores limitantes percibidos (%)	D	22.1	0	6.32	9.47	5.26
	E	10.53	0	1.05	8.42	1.05
	F	3.16	0	0	3.16	0
	G	12.64	0	2.11	8.42	2.11
	H	1.05	0	1.05	0	0
Relevancia institucional (%)	36.84	1.05	3.16	29.47	1.05	
Relevancia de productor (%)	16.84	0	4.21	6.32	5.26	
Proceso de construcción (%)	40	0	4.21	30.53	5.26	
Gobernanza (%)	6.31	0	3.16	3.16	0	
<b>Cuenca Baja</b>						
Inversión Total**	\$39,967	\$0	\$10,432	\$11,195	\$18,340	
	A	24.05	8.86	08.86	2.53	3.8
	B	7.60	0	1.27	2.53	3.8
Factores limitantes percibidos (%)	C	15.19	1.27	5.06	6.33	6.33
	D	16.45	0	3.8	5.06	7.59
	E	17.72	5.06	5.06	1.27	5.06
	F	1.27	0	1.27	0	0

G	12.66	0	3.8	1.27	7.59
H	5.06	0	1.27	3.8	0
Relevancia institucional (%)	22.79	1.27	6.33	8.86	10.13
Relevancia de productor (%)	15.19	0	3.8	5.06	6.33
Proceso de construcción (%)	55.7	15.19	18.99	5.06	16.46
Gobernanza (%)	6.33	0	1.27	3.8	1.27

Grupo por años: 0 (grupo control), 1 (1-5 años), 2 (6-10 años), 3 (más de 11 años).

A=Plagas y enfermedades; B=Economicos; C=Responsabilidad institucional; D=Responsabilidad del productor; E=Climáticos; F=Acceso a insumos; G=Maquinaria y equipo; H=Organización

\*\*Un Dolar = 19 pesos mexicanos

## DISCUSIÓN

Esta investigación mostró que las prácticas de manejo como la rotación de potreros y cercos eléctricos fueron innovaciones para los productores. No obstante, la adopción de las prácticas no sobrepasó 49% en Cuenca Alta y 42% en Cuenca Baja. Esta evaluación mostró que el proyecto SSP promovió la adopción de diseños espaciales que promueven la cobertura forestal de manera significativa en comparación con los productores No SSP ( $p=0.0006$ ), aunque el resultado es positivo, no es proporcional tomando en cuenta el tiempo de intervención y la inversión económica. Sin embargo, la adopción de prácticas sin financiamiento fue mayor ( $p=0.017$ ), lo que se relaciona con que los productores realizaban prácticas de cercas vivas perimetrales y el mantenimiento de árboles para alimento del ganado desde los años 70's (Marinidou *et al.*, 2019). Lo anterior no tiene relación con la alta implementación de árboles dispersos en potrero (87% de los productores) que, según Ángel-Sánchez (2017), es una práctica poco común debido a la falta de relación beneficio/costo percibida por el productor. Por otro lado, Marinidou *et al.* (2019) sostiene que la adopción de prácticas que aumentan la cobertura forestal puede ser resultado del desarrollo de una conciencia ecológica promovida por el proceso de capacitaciones brindadas por el proyecto en cuestión. Además, los potreros en Cuenca Alta se ubican en zonas montañosas con alta cobertura forestal, lo que facilitó la adecuación de algunos arreglos espaciales promovidos por el proyecto, en contraste con los potreros de Cuenca Baja, los cuales se caracterizan por tener amplios espacios de pastoreo con mínima cobertura forestal.

Con respecto a los componentes con financiamiento (diferencia entre grupos SSP y No SSP  $p=0.0403$ ), la baja adopción se relaciona con la falta de entendimiento institucional sobre los procesos sociales locales. Los productores acogieron las prácticas que cubrieron las necesidades inmediatas para el manejo

del potrero y alimentación del ganado, siempre que éstas no representaran un problema asociado a la dificultad de acceder a insumos de manera local para controlar plagas, enfermedades y efectos ante fenómenos climáticos (inundaciones, incendios, deslaves) en sus parcelas; una inversión económica relativamente alta como lo representa la compra de materiales (refacciones para equipos entregados por la institución) y equipos (paneles solares, picadoras de pasto); así como las dificultades para organizarse entre los mismos productores, con los jornaleros y con la institución.

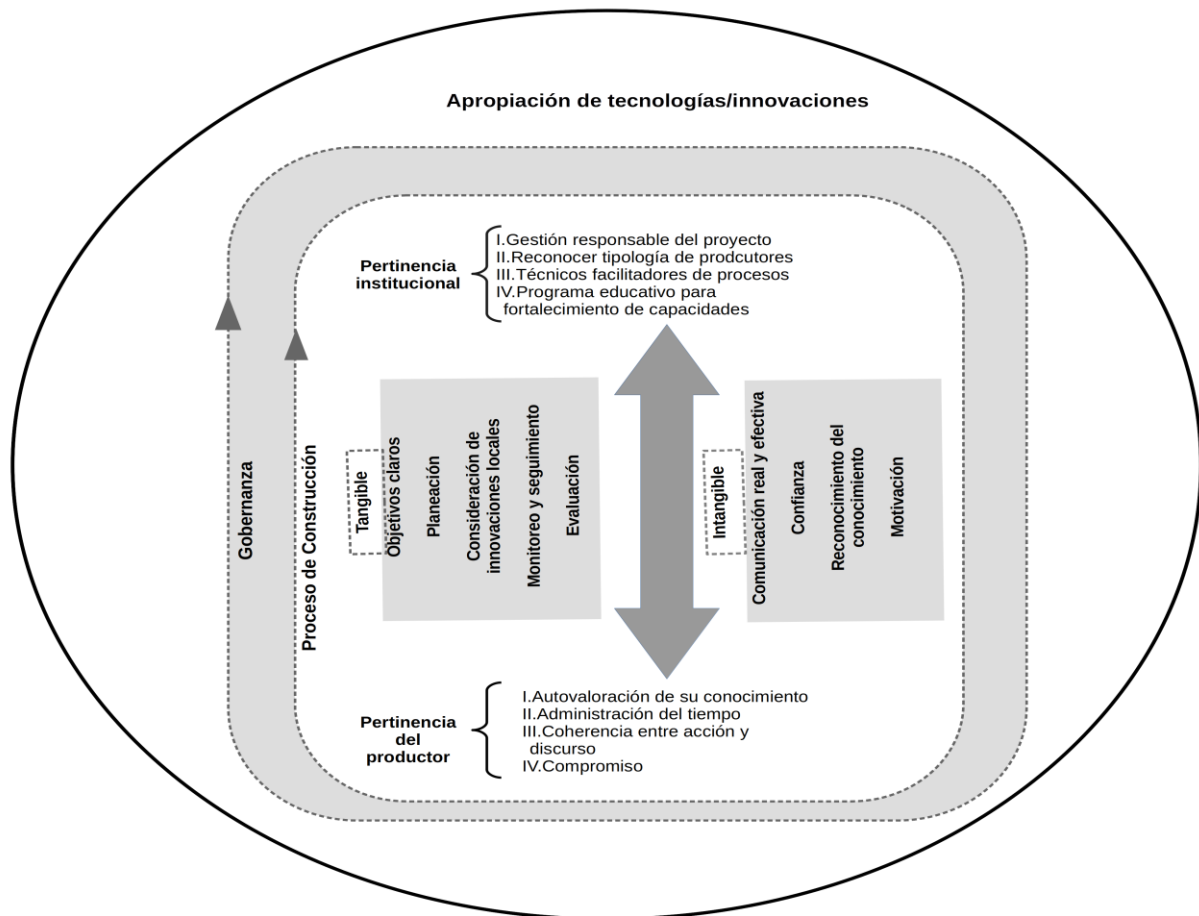
La intensificación en las prácticas productivas implica mayor conocimiento técnico para el manejo de pasturas, fertilización, riego, especies vegetales, densidades de siembra (Williams *et al.*, 2017) como se evidenció en la sección de resultados, las limitaciones para control de plagas, enfermedades de ganado y cultivos así como para el establecimiento de los bancos de proteínas y bancos forrajeros fueron el resultado del limitado conocimiento de la fenología y el manejo de las nuevas especies vegetales introducidas. La mayoría de las iniciativas productivas institucionales no comprenden las necesidades de los agricultores y se enfocan principalmente en promoción de beneficios ambientales (Grunwald, 2018); muchas veces funcionando como incentivos condicionantes para la población (Bopp *et al.*, 2019), considerados perversos y poco relacionados con el desarrollo de habilidades o el fortalecimiento profesional del productor (Echavarrén, 2010; Bopp *et al.*, 2019). Por otro lado, Rossi-Borges *et al.* (2019) sostienen que estas circunstancias podrían tener bajo impacto en la adopción si los productores se perciben capaces de realizar las actividades, como fue el caso de Cuenca Alta al mantener la cobertura forestal adaptándola al manejo del sistema ganadero.

García-Barrios y González-Espinosa (2017) argumentan que es fundamental identificar y caracterizar a la población objetivo, transmitir el propósito del proyecto y sus implicaciones para

minimizar los riesgos e inversión del proyecto; en cuanto al personal técnico, deben tener claridad del objetivo y resultados esperados del proyecto (**pertinencia institucional**). Ejemplos de procesos considerados exitosos se evidencian en las escuelas fundadas para promover procesos de soberanía alimentaria promovidas en los enfoques agroecológicos (McCune, 2017). Analizando estos resultados, confirmamos que alinear los objetivos del proyecto al tipo de productor, tendrá relación con el grado de implementación de los componentes promovidos; no obstante, los productores establecen prioridades independientes a los proyectos que consideran benéficas para su desarrollo personal o de mejora en su sistema productivo, los cuales favorecerán la adopción e innovación con respecto a las prácticas promovidas por los proyectos (**pertinencia del productor**).

En cuanto a la percepción de los productores sobre la eficiencia de los componentes, esta se vincula a prácticas que presentaron menos factores limitantes y de menor exigencia en tiempo e inversión económica para mantenerlos. Los productores de Cuenca Alta

percibieron más factores limitantes asociados a la responsabilidad del productor, plagas y enfermedades y responsabilidad institucional. Las limitaciones se relacionan al difícil acceso a potreros y el tiempo que demanda llegar a ellos caminando, lo que dificulta el manejo de los animales y los productos a comercializar; aunado a ello, el impacto de los fenómenos meteorológicos en zonas de ladera provoca deslaves que impactan en la eficiencia del trabajo del productor; además, el seguimiento en parcela por parte del personal técnico del proyecto era menos frecuente. En contraste, estos productores también percibieron mayor beneficio en las prácticas de manejo del hato y del potrero, así como las relacionadas con la alimentación del ganado. Un resultado importante de resaltar es que los años de permanencia en el proyecto influyen negativamente en el control de los factores limitantes, lo que puede estar relacionado con el desgaste de las relaciones entre los actores del proyecto, así como la falta de solución a las dificultades cotidianas que presentan el manejo de los componentes por la intensificación del sistema productivo.



**Figura 3.** Elementos básicos para promover la apropiación de tecnologías/innovaciones.

Peri, Dube y Varella (2016a), Peri *et al.* (2016b), Flores *et al.* (2018), coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación sobre los factores determinantes para la adopción tecnológica de este estudio principalmente la ubicación del predio, el objetivo de producción, el número de animales, control eficiente de plagas y enfermedades, la calidad en asesoría técnica, el respeto y retroalimentación del conocimiento de los agricultores, la percepción del productor sobre los beneficios de las nuevas tecnologías, relación beneficio-costos de las prácticas de mejoramiento, incentivos (económicos y no económicos). McFarlane *et al.* (2019) apuntan que las debilidades del acompañamiento institucional se relacionan con la falta de fortalecimiento continuo de las competencias y habilidades del personal técnico, así como la capacidad de éstos para facilitar la transmisión de conocimientos a su público objetivo. Valdez y Avoseh (201) remarcan que los procesos enseñanza-aprendizaje del extensionismo se basa en un modelo de educación informal que perpetúa de alguna manera la educación tradicional opresiva, que asume un modelo jerárquico de “maestro-alumno”; estos modelos no son funcionales, al ser educación para adultos, debería orientarse a un sistema de aprendizaje más independiente, autosuficiente, orientado a objetivos, motivacional y orientado a la práctica (McFarlane *et al.*, 2019) **-proceso de construcción-**.

El proyecto silvopastoril tuvo serias deficiencias de confianza y corresponsabilidad entre los actores; los cuales causaron que los diferentes factores que aquí se identificaron, tuvieran una influencia negativa en la mayoría de los casos, lo que impactó en la adopción de las tecnologías.

Los procesos de transición hacia un manejo sostenible debe ser gradual, con base en principios, métodos y tecnologías coherentes con las dimensiones económicas, social, ambiental, política, ética y cultural (Pires-Bezerra *et al.*, 2018; Dessart, Barreiro-Hurlé y van Bavel, 2019) de la población objetivo, con claro reconocimiento de los “saberes” de los productores (Higgins *et al.*, 2017), para promover cambios en las relaciones entre los actores y en las formas de trabajar (Gross, Girard y Magda, 2011); esto puede conducir a la innovación y apropiación del conocimiento en un grupo (Valdez y Avoseh, 2018). Existen muchos modelos silvopastoriles que pueden minimizar los efectos ambientales negativos; sin embargo, deben ser coherentes con el contexto local y la visión de soberanía alimentaria, es necesario buscar equilibrio entre productividad y ecosistemas (Villamil, 2017; Cortner *et al.*, 2019; Pezo *et al.*, 2018) **-Gobernanza-**.

Para alcanzar la adopción técnico-tecnológica, primero debe rescatarse el conocimiento local, analizar las tecnologías a proponer adaptación de elementos

estratégicos, así como un proceso de comunicación adecuado. Este análisis nos lleva a proponer en la figura 3 una estrategia de intervención orientada a guiar los procesos de adopción, la cual enfatiza la necesidad de crear gobernanza con base en las diferencias de roles entre productores e instituciones.

La solución de los problemas productivos no se encuentra en la estandarización de prácticas productivas, que degradan el conocimiento local y el sistema ecológico (Shiva, 2006). El enfoque socio-ecológico de alguna manera reivindica la concepción de la realidad desde la perspectiva del conocimiento científico, dando crédito a la influencia multifactorial que atañe a las interrelaciones dinámicas que intervienen en la gestión del territorio; esto permite que a través de una evaluación integrativa se puedan identificar los puntos de mejora en los procesos productivos y transitar de un paradigma de Modernización Ecológica basada en sustitución de insumos y replica de modelos (Blanco-Wells y Günter, 2019) hacia una propuesta de Soberanía Alimentaria (Pinto, 2016) orientada a la toma de decisiones consciente (Lambin y Geist, 2007) y participativa aplicada a la búsqueda de soluciones integrales de problemas territoriales.

## CONCLUSIONES

La baja adopción de tecnologías es determinada por la toma de decisiones de los productores, influenciada por las sinergias sociales que pueda construir con los técnicos y con otros productores. Los factores de influencia medulares, identificados en esta investigación fue el ineficiente control de plagas y enfermedades, factores climáticos, no contar con materiales y equipos adecuados y de acceso local, así como el mantenimiento de tecnologías al alcance del presupuesto del productor.

La categorización pertinencia del productor, pertinencia institucional, proceso de construcción y gobernanza, evidenció las diferentes responsabilidades que cumplieron (o no) los actores dentro del proyecto, de igual manera, marca una pauta a seguir para mejorar los procesos de adopción. Es factible decir, que la propuesta de evaluación integrativa fue efectiva en este estudio porque permitió identificar la adopción tecnológica como un proceso dinámico, construido a través de la toma de decisiones de los productores, las instituciones y la interacción entre ambos.

Se recomienda que se realicen evaluaciones integrativas para adopción tecnológica en otros contextos para validar la funcionalidad de esta propuesta metodológica. Así mismo, se sugiere que los procesos de implementación de proyectos de adopción consideren la propuesta estratégica de intervención de

este estudio, con el fin de fortalecer los procesos de adopción.

**Financiamiento.** Se agradece al proyecto Innovación Socio-ambiental GIEZCA por el financiamiento.

**Conflicto de interés.** No existe conflicto de interés entre nosotros y la revista o alguna otra instancia o institución relacionada con la presente investigación.

**Cumplimiento de estándares de ética.** Este trabajo cumplió con aspectos de ética mediante el consentimiento libre, previo e informado a los participantes de las implicaciones y alcances de la investigación, así como de la protección de datos personales; debido al tipo de investigación no presenta implicaciones de bioética.

**Disponibilidad de datos.** La información adicional que se requiera, puede solicitarse a través de la primera autora.

## REFERENCIAS

- Ángel-Sánchez, Y.K., Pimentel-Tapia, M.E. and Suárez-Salazar, J.C., 2017. Importancia cultural de vegetación arbórea en sistemas ganaderos del municipio de San Vicente del Caguán, Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 20(2), pp. 393-401
- Atar, D., 2010. Aportes metodológicos para el estudio de la percepción social de la ciencia y tecnología. Work paper N°251. *Departamento de Investigaciones*. Universidad de Belgrado (48)
- Battaglini, L., Bovolenta, S., Gusmeroli, F., Salvador, S. and Sturaro, E., 2014. Environmental sustainability of alpine livestock farms. *Italian Journal of Animal Science*, 13(2), 3155: pp. 431-443. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3155>
- Blanco-Wells, G. and Günther, M.G., 2019. De crisis, ecologías y transiciones: reflexiones sobre teoría social latinoamericana frente al cambio ambiental global. *Revista Colombiana de Sociología*, 42(1), pp. 19-40. <https://doi.org/10.15446/rcs.v42n1.73190>
- Braasch, M., García-Barrios, L., Ramírez-Marcial, N., Cortina-Villar, S., Huber-Sannwald, E. and García-Marmolejo, G., 2018. ¿Resinar, pastorear y conservar pinares en una reserva de la biósfera? *Exploración socioecológica participativa*. El Colegio de la Frontera Sur (48).
- Bopp, C., Engler, A., Poortvliet, M. and Jara-Rojas, R., 2019. The role of farmers' intrinsic motivation in the effectiveness of policy incentives to promote sustainable agricultural practices. *Journal of Environmental Management*, 244, pp. 320-327. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.107>
- Borras, S., Franco, J. and Monsalve-Suárez, S., 2015. Land and food sovereignty. *Journal Third World Quarterly: Food sovereignty: convergence and contradictions, condition and challenges*, 36(3), pp. 600-617. <https://doi.org/10.1080/01436597.2015.1029225>
- Browa, H. 1983. The causes, conditions and patterns of appropriate technology: an attempt of explanation and description by means of system-analytical macro-approach. *Systems approach to appropriate technology transfer. Proceedings of the IFAC Symposium, Vienna, Austria (11-20)*
- Carabias-Lillo, J., Provencio, E., De la Maza, J. and Jiménez-González, F. 1999. *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada*. 1ra ed. México, DF: Instituto Nacional de Ecología (184), <http://www.paot.mx/centro/ine-semarnat/anp/AN09.pdf>
- Castro, I., González, R., Cruz, E., Reynoso, R. and López, W., 2016. Balance hídrico de la cuenca Pijijiapan en Chiapas, México. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 37(2), pp. 1680-0338. <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v37n2/riha02216.pdf>
- CEPAL. Comisión Económica para América Latina and el Caribe., 2013. *Perspectivas de la agricultura y el desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile (178)
- Climate-data.org., 2020. Datos climáticos de Pijijiapan, Chiapas. <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/chiapas/pijijiapan-1021757/> consultado el 6 de abril de 2020
- Cortner, O., Garrett, R., Valentim, J., Ferreira, J., Niles, M., Reis, J. and Gil, J., 2019. Perceptions of integrated crop-livestock systems for sustainable intensification in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 82, pp. 841-853. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.01.006>
- Dessart, F., Barreiro-Hurlé, J. and van Bavel, R., 2019. Behavioural factors affecting the adoption of

- sustainable farming practices: a policy-oriented review. *European Review of Agricultural Economics*, 46(3), pp. 417-471. <https://doi.org/10.1093/erae/jbz019>
- Driver, H. E. and Kroeber, A. L. (1932). Quantitative expression of cultural relationships. *University of California Publications in Archeology and Ethnology*. pp. 211-216
- Echavarren, J., 2010. Conceptos para una sociología del paisaje. *Papers Revista de Sociologia*, 95(4), pp. 1107-1128. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/papers/v95n4.61>
- Edelman, M., Wels, T., Baviskar, A., Borrás, S., Holt-Giménez, E., Kandlyotl, D. and Wolford, W., 2014. Introduction: critical perspectives on food sovereignty. *The journal of peasant studies. Global agrarian transformation*, 41(6), pp. 911-931. <https://doi.org/10.1080/03066150.2014.963568>
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación and la Agricultura., 2018. *Transforming the livestock sector through the sustainable development goals*. Roma (222). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- Flores-González, A., Jiménez-Ferrer, G., Castillo-Santiago, M., Ruiz de Oña, C. and Covalada, S., 2018. Adoption of sustainable cattle production technologies in the Lacandon rainforest, Chiapas, México. *International Journal Innovations and Research*, 7(2), pp. 2319-1473.
- García-Barrios, L. and 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, pp. 129-140. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.10.022>
- Geilfus, F., 2009. *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. San José, Costa Rica: IICA (218)
- Google satelital., 2019. [https://www.google.com/intl/zh-CN\\_cn/permissions/geoguidelines/attr-guide.html](https://www.google.com/intl/zh-CN_cn/permissions/geoguidelines/attr-guide.html) Consultado el 2 de Mayo de 2019
- González-Puente, M., Campos, M., McCall, M. and Muñoz-Rojas, J., 2014. Places beyond maps, integrating spatial map analysis and perception studies to unravel landscape change in Mediterranean mountain area (NE Spain). *Applied Geography*, 52, pp. 189-190 <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.05.010>
- Gross, H., Girard, N. and Magda, D., 2011. Analyzing theory and use of management tools for sustainable agri-environmental livestock practices: the case of the pastoral value in the French Pyrenees Mountains. *Journal of Sustainable Agriculture*, 35(5), pp. 550-573. <https://doi.org/10.1080/10440046.2011.579840>
- Grunwald, A., 2018. Diverging pathways to overcoming the environmental crisis: A critique of eco-modernism from a technology assessment perspective. *Journal of Cleaner Production*, 197(2), pp. 1854-1862. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.212>
- Harvey, D. 1996. *Justice, nature and the geography of difference*. Cambridge, Mass: Blackwell publishers (456)
- Hernández-Medrano, J. and Corona, L., 2018. El metano y la ganadería bovina en México: ¿parte de la solución y no del problema?. *Agroproductividad*, 11(2), pp. 46-51.
- Higgins, V., Bryant, M., Howell, A. and Battersby, J., 2017. Ordering adoption: Materiality, knowledge and farmer engagement with precision agriculture technologies. *Journal of Rural Studies*, 55, pp. 193-202. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.08.011>
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística and Geografía., 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Pijijiapan, Chiapas. [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/07/07069.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/07/07069.pdf)
- Kebebe, E. G., 2017. Household nutrition and income impacts of using dairy technologies in mixed crop-livestock production systems. *The Australian journal of agricultural and resource economics*, 61(4), pp. 626-644. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12223>
- Lambin, E. and Geist, H., 2007. *Causes of land use and land cover change*. Washington DC: Encyclopedia of Earth, Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment.
- Le-Gal, P. Y., Dugué, P., Faure, G. and Novak, S., 2011. How does research address the design of innovative agricultural production systems at the farm level? A review. *Agricultural systems*, 104, pp. 714-728.

- <https://doi.org/10.1016/j.agry.2011.07.007>
- Liu, T., Bruins, R. and Heberling, M., 2018. Factors influencing farmers' adoption of best management practices: A review and synthesis. *Sustainability*, 10(2), pp. 432. <http://doi.org/10.3390/su10020432>
- López-Roldán, P., 1996. La Construcción de tipologías: metodología de análisis. *Revista de Sociología*, 48, pp. 9-29. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/papers.1811>
- Low, S. and Randhir, T., 2005. Watershed management, structural characteristics, information processing, and cooperative strategies in conservation organizations. *Journal Soil and Water Conservation*, 60(6), pp. 281-287. <https://www.jswnonline.org/content/60/6/281>
- Malý, M., Hállová, P., Havliková, M. and Zaková-Kroupová, Z., 2017. Valuation of public goods: the case of emissions from livestock holdings in the Czech Republic. *Agris on-line papers in economics and informatics*, 9(2), pp. 99-111. <http://doi.org/10.7160/aol.2017.090109>
- Marinidou, E., Jiménez-Ferrer, G., Soto-Pinto, L., Ferguson, B. G. and Saldívar-Moreno, A., 2019. Proceso de adopción de árboles en áreas ganaderas: estudio de casos en Chiapas, México. *Sociedad y Ambiente*, (18), pp. 201-230 ISSN: 2007-6576
- McCune, N., Rosset, P., Cruz-Salazar, T., Morales, H. and Saldívar, A., 2017. The long road: rural youth, farming and agroecological formation in Central America. *Mind, Culture and Activity*, 24(3), pp. 183-198. <http://doi.org/10.1080/10749039.2017.1293690>
- McFarlane, O., Wojciechowska, M., Dudzik, K., and Lakomska, O., 2019. Adult education from a psychological perspective. *Journal of Education, Health and Sport*, 9, pp. 386-392. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3408264>
- Mouri, G. and Aisaki, N., 2015. Using land-use management policies to reduce the environmental impacts of livestock farming. *Ecological Complexity*, 22, pp. 169-177. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2015.03.003>
- Murray, S. and Larry, S., 2009. *Estadísticas*. 4ta Ed., McGraw-Hill/Interamericana Editores, (601)
- Naah, J., 2018. Investigating criteria for valuation of forage resources by local agropastoralists in west Africa: using quantitative ethnocological approach. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14, pp. 62. <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0261-4>
- Paredes-Chi, A. and Castillo-Burguete, M., 2018. Caminante no hay (un solo) camino, se hace camino al andar: Investigación Acción Participativa y sus repercusiones en la práctica. *Revista Colombiana de Sociología*, 41(1), pp. 31, Bogotá <http://dx.doi.org/10.15446/rcs.v41n1.66616>
- Parra, J. D., 2019. El arte del muestreo cualitativo y su importancia para la evaluación y la investigación de políticas públicas: una aproximación realista. *Opera*, 25, pp. 119-136. <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/opera/article/view/6020>
- Pearson, K., 2010. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophical Magazine*, 2, pp. 599-572 <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>
- Peri, P., Dube, F. and Varella, A., 2016a. *Opportunities and challenges for silvopastoral systems in the subtropical and temperate zones of South America*. In *Silvopastoral Systems in Southern South America*, pp. 257-270. Springer, Cham. ISBN : 978-3-319-24107-4
- Peri, P., Hansen, N., Bahamonde, H., Lencinas, M., Von Müller, A., Ormaechea, S., Gargaglione, V., Soler, R., Tejera, L., Lloyd, C. and Martinez, G., 2016b. *Silvopastoral systems under native forest in Patagonia Argentina*. In *Silvopastoral Systems in Southern South America*, Springer, Cham, pp. 117-168 <http://doi.org/10.1007/978-3-319-24109-8>
- Pezo, D., Ríos, N., Muhammad, I. and Gómez, M., 2018. *Silvopastoral Systems for Intensifying Cattle Production and Enhancing Forest Cover: The Case of Costa Rica*. Innovation and Action for Forests (53) [https://www.profor.info/sites/profor.info/files/Silvopastoral%20systems\\_Case%20Study\\_LEAVES\\_2018.pdf](https://www.profor.info/sites/profor.info/files/Silvopastoral%20systems_Case%20Study_LEAVES_2018.pdf)
- Pinto, L. H., 2016. Soberanía alimentaria, justicia ambiental y resistencia campesina territorial frente a los cambios metabólicos del libre comercio: apuntes teóricos y empíricos desde la experiencia mexicana. Quito, Ecuador. *Razón y Palabra*, 20(94), pp. 527-552
- Pires-Bezerra, L., Silveira-Franco, F., Souza-Esquerdo, V. and Borsatto, R., 2018. Participatory construction in agroforestry systems in family farming: ways for the

- agroecological transition in Brazil. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 43(2), pp. 180-200 <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1509167>
- QGIS Development Team., 2019. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <https://qgis.org>
- Rossi-Borges, J., de Faria-Domingues, C., Ribeiro-Caldara, F., da Rosa, N., Senger, I. and Freire-Guidolin, D., 2019. Identifying the factors impacting on farmers' intention to adopt animal friendly practices. *Preventive veterinary medicine*, 170, pp. 104-118 <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104718>
- Roldán-Suárez, E., Rendón-Mendel, R. and Cadena-Iñiguez, P., 2016. Identificación de módulos demostrativos en estrategias de gestión de la innovación. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(2), pp. 179-197 <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v13n2/1870-5472-asd-13-02-00179-en.pdf>
- Shiva, V., 2006. Monocultures of the mind. Chapter 16. *Creative Management and development*. Third edition. SAGE Publications Ltd (199-217)
- Toledo, V. and Patricia M. 1992. Ecología, geografía y producción rural: El problema de la conceptualización de la naturaleza. *Relaciones* 12(50), pp. 7- 22
- Toledo, V., 2013. El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *En Relaciones*, 136, pp. 41-71 <https://www.colmich.edu.mx/relaciones25/files/revistas/136/pdf/VictorToledo.pdf>
- Toledo, V. and González, M., 2007. *El Metabolismo social: las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. El paradigma ecológico en las ciencias sociales*. Barcelona: Icaria Editorial (85-112)
- Vaca, R., Golicher, D., Cayuela, L., Hewson, J. and Steininger, M., 2012. Evidence of incipient forest transition in Southern Mexico. *PLoS ONE*, 7(8), pp. 42309. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042309>
- Valdez, A. and Avoseh, M., 2018. *Liberating education and the challenges of globalization and technology*. pp. 243-252 <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED597542.pdf>
- Vargas-de la Mora, A.L., 2017. Proceso de construcción de ganadería sostenible. Reporte de trabajo. Pronatura Sur A.C. (82)
- Vargas-de la Mora, A.L., 2018. Livestock production in buffering zones in Chiapas, Mexico: analysis of community capitals. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 15(4), pp. 565-583 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6786693>
- Villamil, J., 2017. Silvopastoral System for Sustainable Cattle Production in the Tropics of Mexico. PhD dissertation, Department of Clinical Sciences, Colorado State University, Fort Collins, Colorado
- Wattiaux, M.A., 2019. *Desafío de la agricultura ganadera frente al cambio climático*. Chapter III. Experiencias ganaderas, agrícolas y forestales en la conservación de los recursos naturales. Primera edición. Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México (ICAR-UAEMEX) y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (36-47).
- Williams, D., Alvarado, F., Green, R., Manica, A., Phalan, B. and Balmford, A., 2017. Land-use strategies to balance livestock production, biodiversity conservation and carbon storage in Yucatán, México. *Global Change Biology*, 23(12), pp. 5260-5272 <https://doi.org/10.1111/gcb.13791>
- Xu, X., Ma, Z., Chen, Y., Gu, X., Liu, Q., Wang, Y., Sun, M. and Chang, D., 2018. Circular economy pattern of livestock manure management in Longyou, China. *Journal of material cycles and waste management*, 20, pp. 1050-1062 <https://doi.org/10.1007/s10163-017-0667-4>