

LIMITANTES Y OPORTUNIDADES PARA IMPLEMENTAR SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA COSTA DE OAXACA, MÉXICO

[LIMITATIONS AND OPPORTUNITIES TO IMPLEMENT SILVOPASTORAL SYSTEMS ON THE COAST OF OAXACA, MEXICO]

Omar Marroquín-Pugas¹, Flor María Montero-Solís², Magdiel Yair Luis-Santiago¹, Elizabeth Cruz-Gallegos¹, Pedro Cisneros-Saguilán^{1§}

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Pinotepa. Av. Tecnológico SN, Col. El Dispensario, Pinotepa Nacional, Oaxaca, México. C.P. 71600. ²Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Carretera Tuxpan-Tampico. Km. 7.5. Tuxpan, Veracruz, México. C.P. 92870.

§Autor para correspondencia: (pedro.cs@pinotepa.tecnm.mx).

RESUMEN

El objetivo del estudio fue caracterizar la percepción de productores sobre las limitantes y oportunidades en la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) en ranchos ganaderos de la costa de Oaxaca, México. Para recolectar los datos se empleó la metodología de grupos focales y talleres participativos con respuestas individuales. En respuesta a la invitación a expo-ferias y eventos demostrativos, se ofreció la plática técnica: sistemas silvopastoriles y ganadería sustentable, y se diseñó un formulario que incluía 10 tecnologías y prácticas silvopastoriles (TyPSP) y tres columnas de respuestas para indicar aquellas que los participantes estarían dispuestos a implementar y sus respectivos motivos, así como las limitantes e incentivos necesarios. Para cada categoría se utilizó una tarjeta de 13 a 14 opciones animadas para que el participante seleccionara cuatro por cada TyPSP propuesta. Las principales TyPSP de interés fueron: cercas vivas, árboles en potreros, pastoreo rotacional y el guamil (bosque secundario); basadas en percepciones de que los cambios traen amplios beneficios, son sencillos, baratos y requieren poca mano de obra para implementarlos. Las limitantes señaladas para no implementar las TyPSP incluyeron: mayor costo, complejidad y desconocimiento de la tecnología y percepción de pocos beneficios. Los incentivos sugeridos fueron: asistencia técnica, mayor conocimiento, garantía de comercialización, y provisión de recursos económicos y mano de obra. Se concluye que la adopción de tecnologías silvopastoriles en la Costa de Oaxaca se relaciona con los beneficios percibidos, nivel de conocimiento, grado de complejidad, inversión de capital e incentivos implicados en el proceso de transferencia de tecnología.

Palabras clave: Adopción tecnológica, cercas vivas, percepción, sustentabilidad, técnica silvopastoril.

ABSTRACT

The objective of the study was to characterize the perception of producers about the limitations and opportunities for silvopastoral systems (SPS) implementation in cattle ranches on the Coast of Oaxaca, Mexico. To data collection, the methodology of focus groups and participatory workshops with individual responses was used. In response to the invitation to expo-fairs and demonstration events, the technical talk: silvopastoral systems and sustainable livestock, was offered, and a form that included 10 silvopastoral technologies and practices (SPTP) and three columns of answers to indicate those that the participants would be willing to implement and their respective reasons, as well as the necessary limitations and incentives, was designed. For each category, a card with 13 to 14 animated options was used for the participant to select four for each SPTP proposed. The main SPTP of interest were: live fences, trees in pastures, rotational grazing and the guamil (secondary forest); based on perceptions that the changes bring broad benefits, are simple, cheap, and require little labor to implement. The limitations pointed out for not implementing the

Recibido: 20-enero-2021

Aceptado: 31-marzo-2021

SPTP included: higher cost, complexity and little knowledge of the technology and few benefits perception. The suggested incentives were: technical assistance, greater knowledge, commercialization guarantee, and provision of economic resources and labor. It is concluded that the adoption of silvopastoral technologies on the Coast of Oaxaca is related to the perceived benefits, level of knowledge, degree of complexity and capital investment and incentives involved in the technology transfer process.

Index words: Technological adoption, living fences, perception, sustainability, silvopastoral technique.

INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas, América Latina ha tenido el mayor crecimiento en los inventarios de ganado y producción de carne (Williams y Anderson, 2019). La población de ganado en esta región aumentó de 276 a 417 millones de cabezas en el periodo de 1978 a 2018, y actualmente provee 28 y 11% de la producción de carne y leche en el mundo, respectivamente, principalmente bajo sistemas de producción extensivos o en pastoreo (FAO, 2020). Sin embargo, este crecimiento amenaza al ambiente conforme se realiza a expensas del capital natural, teniendo una contribución importante a la emisión de gases de efecto invernadero (Herrero *et al.*, 2013; Palma, 2014; Godde *et al.*, 2020).

En México, la ganadería bovina es la actividad productiva más difundida en el medio rural (Rodríguez-Mejía *et al.*, 2018). La disponibilidad de recursos naturales derivada de la gran diversidad climática del país ha favorecido el desarrollo de distintos sistemas de producción, desde tradicionales hasta especializados. En las zonas tropicales predominan los sistemas de doble propósito, principalmente extensivos y de bajo costo (Parra-Cortés y Magaña-Magaña, 2019). En estos sistemas de producción se produce leche y terneros destetados en forma simultánea, con dominio de alguno de los productos con relación al precio, la estacionalidad climática, la genética, el manejo del pastoreo y de la alimentación, entre otros (Palma, 2014).

En el estado de Oaxaca, la ganadería bovina tiene una gran importancia ya que genera un valor de 3,665,270 millones de pesos anuales. El sistema de producción predominante es de doble propósito en forma extensiva que se basa en unidades de producción con bajos parámetros de productividad (Durán-Melendez *et al.*, 2018). Se caracteriza por sus diferencias biofísicas, socioeconómicas, tecnológicas, productivas y culturales (López-Santiago *et al.*, 2014). En 2021, Oaxaca se posicionó en el lugar 20 en volumen de producción pecuaria y se reportó un inventario de 1,827,000 cabezas de bovinos con una participación del 5.1% al inventario nacional. El volumen de carne de bovino en canal fue de 63,736 t, mientras que de leche fue de 146,472 Ml, con un valor de 4,436 y 954 millones de pesos, respectivamente. Los municipios líderes por valor de la producción pecuaria fueron: Matías Romero Avendaño (7.6% con 607 millones de pesos), Santiago Pinotepa Nacional (2.8% con 225 millones de pesos), San Juan Bautista Tuxtepec (2.5% con 201 millones de pesos), Villa de Tututepec (2.3% con 185 millones de pesos) y San Juan Cotzocón (2.2% con 177 millones de pesos) (SIAP-SADER, 2021). Aún con esta importancia socioeconómica, a la ganadería extensiva se le atribuyen impactos ambientales negativos como la fragmentación territorial, transformación de los ecosistemas y extracción de los recursos naturales, al mismo tiempo la afectación a la cultura de la sociedad rural (Juárez-Delgado *et al.*, 2018).

La sustentabilidad puede definirse como la condición o estado de un agroecosistema en un momento determinado (Ruiz *et al.*, 2017). En un nivel simple significa un manejo adecuado del ambiente con la finalidad de que las comunidades campesinas sean más rentables y prósperas (Cisneros-Saguilán *et al.*, 2015; González-Márquez y Toledo, 2020). Mientras la sustentabilidad ha sido concebida en términos de la problemática de la degradación del suelo, en la literatura sobre la agricultura sustentable se han reportado otras problemáticas, como la eficiencia energética, el uso irracional de agroquímicos y el cambio climático (Alayon-Gamboa *et al.*, 2016; Rivera-Herrera *et al.*, 2017; Valdivieso *et al.*, 2019).

La evaluación de la sustentabilidad debe seguir una aproximación que integre los componentes sociales, ambientales, técnicos y económicos de los sistemas de producción (Ruiz *et al.*, 2017). En este

sentido, de acuerdo con Cisneros-Saguilán y Gallardo-López (2014), el enfoque de la ganadería bovina sustentable implica “un conjunto de prácticas y tecnologías apropiadas de manejo en la ganadería bovina que contribuyen a la productividad permanente del rancho, a partir del uso racional de los recursos naturales que sustentan la actividad; contribuyendo a la reducción de la emisión de GEI; además propicia agroecosistemas ganaderos resilientes al cambio climático”. Lo anterior induce al cambio en el manejo de la ganadería convencional por sistemas más sostenibles que incluyan la agroforestería pecuaria y la generación de servicios ambientales (Murgueitio, 2009).

Entre las iniciativas sustentables que se han implementado a nivel de sistema de producción agropecuario, se encuentran los sistemas silvopastoriles (SSP) como una estrategia viable con respecto a la ganadería extensiva (Rodríguez-Moreno *et al.*, 2020). Estos sistemas son una opción de producción pecuaria en la que interactúan plantas leñosas perennes con herbáceas y la presencia de animales, principalmente rumiantes. Se consideran multifuncionales debido a que brindan beneficios productivos y ecológicas en los ranchos, permitiendo un proceso de restauración, mantenimiento y sostenibilidad de las pasturas degradadas propiciando entre un 10 y 20% más de productividad y mejoramiento de la calidad del suelo (Cuartas *et al.*, 2014; Martínez *et al.*, 2014).

Los SSP son una necesidad, no solo desde el punto de vista de la alimentación del ganado, sino por las múltiples ventajas que poseen para el ambiente, el suelo, las plantas y los animales (Palma-García y Milera-Rodríguez, 2022). No obstante, uno de los principales retos de la agroforestería es la diversificación, dado que estas prácticas se llevan a cabo generalmente en zonas de trópico húmedo y subhúmedo, en donde se cuenta con un banco relativamente bajo de especies arbóreas o arbustivas. Otro reto importante es ampliar el conocimiento de productores que permita dominar las técnicas de germinación y establecimiento de plantaciones silvopastoriles, que de preferencia sigan las condiciones naturales dada la dificultad de establecerlas bajo sistemas de riego (Soriano-Robles *et al.*, 2018).

Los SSP tienen limitaciones para su adopción (Mahecha, 2003; Zepeda *et al.*, 2016) y en este aspecto muy poco se ha investigado en el contexto local (Cisneros, 2015); tampoco se ha documentado sobre los incentivos sugeridos por los usuarios para considerarlos en programas de difusión (Murgueitio, 2009; Boogaard *et al.*, 2011), por tanto, surge la interrogante ¿cuáles son las limitantes y oportunidades que perciben los productores ganaderos de la región Costa de Oaxaca, para implementar SSP en sus unidades de producción? El objetivo del presente estudio fue conocer la percepción de productores sobre las limitantes y oportunidades en la implementación de sistemas silvopastoriles en ranchos ganaderos de la costa de Oaxaca, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en cuatro localidades de la región Costa de Oaxaca ofreciendo una plática técnica sobre ganadería sustentable en el marco de expo-ferias (San Gabriel Mixtepec; 17°29' LN y 98°16' LO), eventos demostrativos (Santiago Pinotepa Nacional; 16°20' LN y 98°03' LO) y por solicitud particular de una Asociación Ganadera Local (El Zapote, San Miguel Tlacamama; 16°25' LN y 98°03' LO y El Charco Nduayoo, Santiago Jamiltepec; 16°10' LN y 97°45' LO). El clima predominante de la región es cálido subhúmedo (A_{w1}) con temperatura media anual de 27 °C y precipitación pluvial de 1,237.5 mm distribuido en el periodo de junio a octubre. El tipo de vegetación es la selva baja caducifolia y los suelos predominantes son Regosol, Gleysol y Phaeozem (INEGI, 2017).

Colecta de datos

Para generar la información se empleó la técnica de grupos focales, la cual se considera útil para explorar percepciones y opiniones sobre un tema, clarificar el significado de imágenes, conceptos o productos e identifica puntos de interés, desacuerdo o ambigüedad sobre una problemática común; además de ser una técnica con validez, flexibilidad para explorar y de bajo costo (Sommer y Sommer, 1997). Los grupos focales se caracterizan por estar constituidos por personas que poseen ciertas características en común que proveen datos o información de naturaleza cualitativa mediante su participación en una discusión enfocada. El tamaño del grupo varía de ocho a doce personas, lo suficientemente pequeño como para permitir una discusión genuina, pero lo suficientemente grande como para proveer diversidad de percepciones, y no tan grande como para inhibir la participación (Ruff *et al.*, 2005). Para no tener información limitada al obtener una única respuesta como resultado de la construcción colectiva en los grupos focales, se adaptó la metodología de respuestas individuales sugerida por Richers *et al.* (2011) para operar talleres participativos, cuyo procedimiento es el siguiente: 1. Invitación. 2. Ambientación inicial a la temática a ser tratada. 3. Construcción participativa de conceptos claves. 4. Provisión de información básica sobre el tema. 5. Construcción participativa de preguntas. 6. Preparación y prueba de formularios Individuales. 7. Listado de opciones de respuestas. 8. Análisis estadístico.

Se valió de la invitación a expo-ferias ganaderas y eventos demostrativos para ofrecer la plática técnica “Sistemas silvopastoriles y ganadería sustentable para la costa de Oaxaca”, el cual se impartió con una duración promedio de 30 min y abordando los temas: 1. Importancia de la ganadería bovina. 2. Impactos negativos de la ganadería bovina. 3. ¿Qué son los SSP?. 4. Tipos de SSP, y 5. Experiencias de implementación en la costa de Oaxaca. A cada taller participativo asistieron entre 10 y 18 productores ganaderos, sin embargo, pocos decidieron participar en responder los formularios al final de la capacitación; de tal forma que los grupos focales se desarrollaron con las siguientes muestras por cada localidad, evento y fecha. En El Zapote (20 de enero 2018) participaron 12 productores (11 hombres y una mujer). En San Gabriel (16 de marzo 2018) participaron siete productores (todos hombres). En Pinotepa Nacional (21 de noviembre 2018) decidieron participar seis (cinco hombres y una mujer), y en El Charquito (07 de diciembre 2018) sólo participaron cinco (tres hombres y dos mujeres). Las principales variables analizadas en el estudio fueron las siguientes: 1. Limitantes en la implementación de tecnologías y prácticas silvopastoriles (TyPSP). Diversos problemas o dificultades que el productor percibe como obstáculos para implementar algunas TyPSP. 2. Oportunidades en la implementación de tecnologías y prácticas silvopastoriles (TyPSP). Facilidades técnicas, económicas o políticas que los productores tienen o pudieran adquirir mediante apoyo externo.

Diseño del instrumento de evaluación y análisis de la información

Se diseñó un formulario individual para los participantes enlistando 10 tecnologías y prácticas silvopastoriles (TyPSP) y tres columnas de respuestas para indicar las tecnologías que estarían dispuestos a implementar y sus motivos, así como las limitantes y los incentivos necesarios. Las tecnologías evaluadas fueron: 1. Cercas vivas. 2. Árboles dispersos en potreros. 3. Cuidar árboles de regeneración natural. 4. Poda de árboles del rancho. 5. Liberar áreas en el rancho (guamil o bosque). 6. Reducir entrada del ganado en ríos y arroyos. 7. Banco de forraje energético. 8. Banco de forraje proteico. 9. Pastoreo rotacional, y 10. Manejo integral de malezas en pasturas. Para cada categoría se utilizó una tarjeta ilustrativa con 13 a 14 opciones animadas de respuesta, para seleccionar cuatro de éstas en cada TyPSP propuesta. La información obtenida se sistematizó en una hoja de cálculo de Microsoft Excel® 2010 y se elaboraron los gráficos respectivos. Además, los estadísticos descriptivos (promedios y frecuencias) se obtuvieron utilizando el software Statistica versión 7 (Statsoft Inc., 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Disposición para implementar tecnologías silvopastoriles en el rancho

En la figura 1 se presentan los resultados de las frecuencias sobre las TyPSP que los productores están dispuestos a implementar en sus ranchos. Se observó mayor preferencia por aquellas más conocidas por el productor, como sembrar más árboles en los potreros, pastoreo rotacional del ganado, implementar más cercas vivas, liberar áreas en el rancho y cuidar árboles de regeneración natural. En contraste, la de menor interés por parte del productor fue la reducción de la entrada de ganado en bosques de ríos y arroyos. Estas observaciones coinciden con lo reportado por Zepeda *et al.* (2016), quienes encontraron que más del 50% de los productores de ganado lechero en el estado de Chiapas consideran que la ganadería en pastoreo afecta la biodiversidad. Asimismo, consideran que el uso de árboles no tiene ningún efecto negativo en el crecimiento de los pastos, siendo una opción silvopastoril interesante en la mejora de la productividad del rancho. Por otra parte, el pastoreo rotacional es una técnica ampliamente usada en la ganadería tropical mexicana; por ejemplo, Parra-Cortés y Magaña-Magaña (2019), informaron que los sistemas de producción de ganado Romosinuano y Lechero Tropical en los estados de San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Chiapas, se basan en pastoreo rotacional (52%), silvopastoriles (26%) e intensivos (22%).

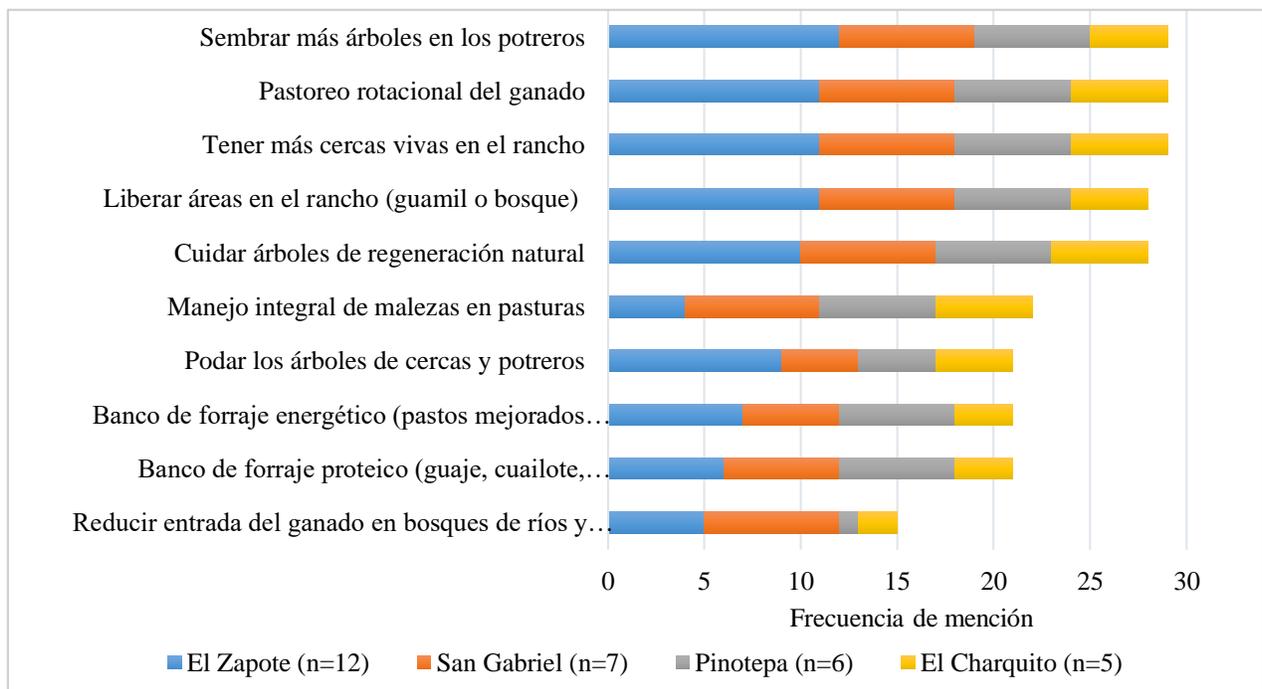


Figura 1. Principales tecnologías y prácticas silvopastoriles que los productores están dispuestos a implementar en ranchos ganaderos de la Costa de Oaxaca, México.

De acuerdo con Ibrahim *et al.* (2006), los árboles dispersos en potreros y las cercas vivas son SSP tradicionales que los productores han establecido en sus ranchos comúnmente; en tanto que el pastoreo rotacional es una tecnología muy promovida en la región, aunque con poco éxito y los productores conocen cómo implementarla (Cisneros, 2015). Por otro lado, los productores han asociado los beneficios que representa cuidar los árboles que nacen naturalmente en sus potreros, así también muchos de ellos están familiarizados con la práctica de dejar un espacio de su superficie del rancho exclusivo con árboles (guamil) para alimentar a su ganado en pastoreo principalmente en la época seca (Ibrahim *et al.*, 2006). De acuerdo

con Silva-Mejía y Cisneros-Saguilán (2017), los beneficios tangibles que obtiene el productor con la adopción de tecnologías silvopastoriles son postes, leña, madera, frutos comestibles, sombra y forraje.

Motivaciones personales para la implementación de tecnologías y prácticas silvopastoriles

La distribución de las principales motivaciones expresadas por los productores para la implementación de TyPSP (Figura 2). Se puede observar que los productores conciben al pastoreo rotacional y liberación de áreas para guamil o bosque como prácticas silvopastoriles accesibles, ya que su implementación no requiere altos costos de inversión. Por otra parte, mencionaron que al sembrar más árboles en los potreros e implementar cercas vivas se podrían obtener beneficios económicos para él y su familia, además, de que no se requiere mucha mano de obra. Este último aspecto es muy importante debido a que de acuerdo con Palacios-Bucheli *et al.* (2021) la mano de obra familiar contribuye a reducir los costos de producción en los sistemas agroforestales. Los autores también reportaron que existe una relación entre el uso de mano de obra familiar y el logro de medios de vida relacionados con los indicadores económicos y la biodiversidad, así como en la variedad de especies cosechadas en los ranchos destinadas para el autoconsumo.

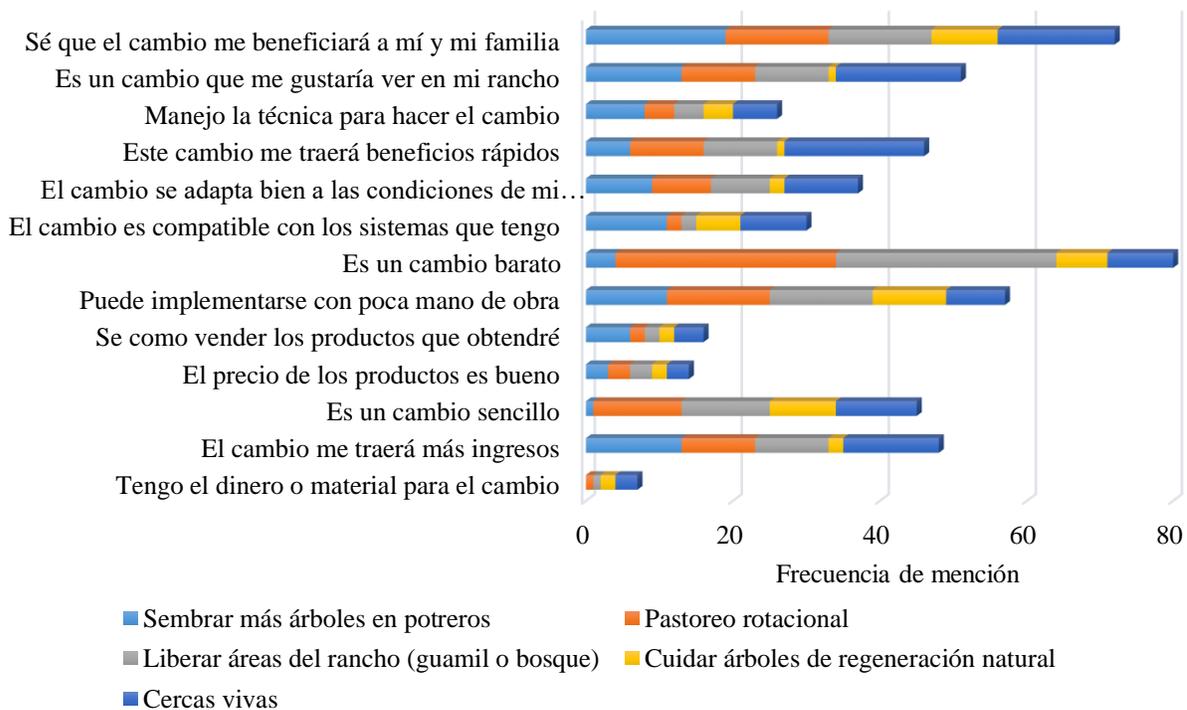


Figura 2. Motivaciones personales de ganaderos para la implementación de tecnologías y prácticas silvopastoriles en la Costa de Oaxaca, México.

Si bien se ha reportado que algunos productores consideran contraproducente la siembra de una mayor cantidad de árboles en los potreros (Zepeda *et al.*, 2016), en el presente estudio la mayoría de productores considera que esta práctica silvopastoril podría generar mayores beneficios económicos y ecológicos, en beneficio de la familia en general. Al respecto, Pignataro *et al.* (2016) evaluaron los sistemas silvopastoriles implementados en comunidades Mayas en el estado de Chiapas, México, y determinaron que la alta densidad de árboles en potreros no afecta negativamente a la producción ganadera. Además, consideran que la difusión de esta tecnología en áreas similares a la de esta región podría tener un impacto positivo en la economía de los ganaderos al tiempo que genera servicios ambientales.

Principales limitantes para la implementación de tecnologías y prácticas silvopastoriles

Las limitantes señaladas para la implementación de las principales TyPSP representan en los productores mayor costo, dificultad para implementarlas y desconocimiento sobre la técnica (Figura 3).

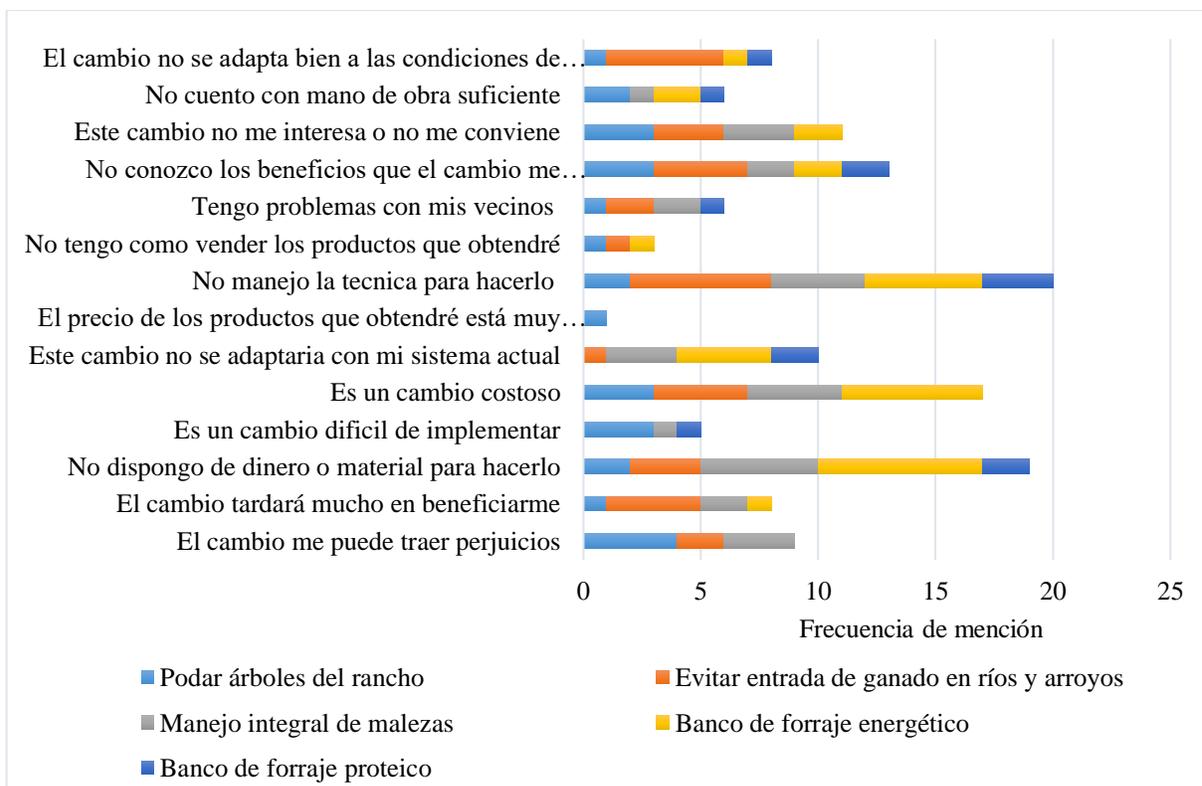


Figura 3. Principales limitantes en la implementación de tecnologías y prácticas silvopastoriles en ranchos ganaderos de la Costa de Oaxaca, México.

Los resultados sugieren que el factor económico es una limitante importante para el establecimiento de un banco forrajero y para el manejo integral de malezas. El podar árboles en potreros consideran que puede traer perjuicios y no cambios positivos. Así mismo, la falta de conocimiento para evitar la entrada de ganado en ríos y arroyos, el establecimiento de un banco forrajero energético y proteico, así como el manejo integral de malezas, fueron técnicas consideradas complejas y costosas por los participantes. Hallazgos similares los reportaron Zepeda *et al.* (2016), con los ganaderos del estado de Chiapas quienes expresaron un conocimiento regular sobre los SSP. Adicionalmente, estos autores señalaron que existen otros factores limitantes como la falta de ingresos, los bajos precios de los productos (leche y ganado en pie) y los intermediarios que acaparan gran parte de las ganancias económicas.

Por su parte, Clavero y Suárez (2006) describieron que las causas principales que han limitado el desarrollo de TyPSP en América Latina son: factores técnicos (falta de germoplasma, problemas de plagas y enfermedades, información limitada sobre producción y calidad y escasa educación agroforestal), socioeconómicos (falta de extensión, nulo financiamiento para inversiones, semillas de calidad y mano de obra calificada), y socioculturales (tradiciones y creencias erróneas). Recientemente, Lee *et al.* (2020) informaron que si bien los productores ganaderos convencionales de Colombia perciben numerosos beneficios de los SSP, también consideran que son altamente riesgosos debido a las condiciones climáticas. Además, señalaron que existen otras barreras en el desarrollo de SSP, como la preocupación sobre las

inversiones a largo plazo, la alta complejidad, los diferentes niveles económicos, así como las creencias tradicionales sobre los árboles en los pasturas.

Los bancos de forraje son sistemas que se consideran más complejos y costosos (Villanueva *et al.*, 2010), aunado al poco conocimiento sobre la técnica para incorporarlos al rancho, en comparación con monocultivos de pastos (Silva-Mejía y Cisneros-Saguilán, 2017). La implementación del manejo integral de malezas en las pasturas se considera más compleja dado que requiere mayor análisis en la toma de decisiones y emplear métodos integrales de control, según la complejidad del problema y criterios de uso racional y efectivo de herbicidas (Aguilar y Nieuwenhuys, 2009).

Incentivos necesarios para implementar tecnologías y prácticas silvopastoriles en el rancho

Los principales incentivos manifestados por los productores en el área de estudio para la implementación de TyPSP (Figura 4).

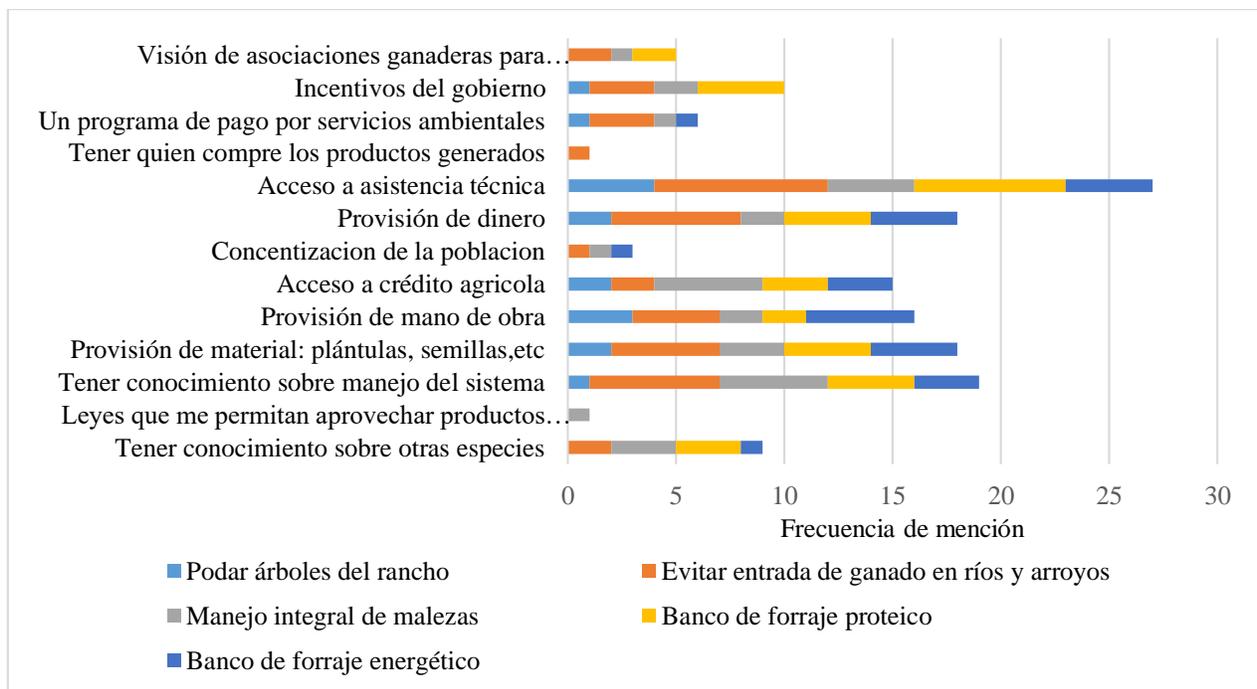


Figura 4. Principales incentivos sugeridos para la implementación de tecnologías y prácticas silvopastoriles en ranchos ganaderos de la Costa de Oaxaca, México.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los incentivos sugeridos se relacionan con una mayor asesoría técnica, conocimiento sobre manejo del SSP, y provisión plena de material (plántulas, semillas, etc.), recursos económicos y mano de obra. Nuestros resultados coinciden con los descritos por Zepeda *et al.* (2016), quienes encontraron que los productores de ganado lechero expresaron la necesidad de mayor asesoría técnica por parte de instituciones gubernamentales, académicas y de investigación, con la finalidad de adoptar tecnologías silvopastoriles que beneficien los sistemas de producción. Calle (2020) sugiere que los esquemas de incentivos flexibles que combinen el apoyo en especie para la implementación inmediata de TyPSP con incentivos monetarios podrían ayudar de manera efectiva a los ganaderos a superar las barreras existentes y lograr resultados de conservación duraderos. Asimismo, el desarrollo de SSP en América Latina debe combinar herramientas como incentivos financieros, pago por servicios ambientales, asistencia técnica especializada, premios a la innovación para agricultores y preferencias de mercado (Calle *et al.*, 2013).

Los incentivos sugeridos como acceso a asesoría técnica, conocimiento sobre manejo del sistema silvopastoriles, el tener quien compre los productos, la provisión de dinero o mano de obra y otros incentivos son descritos por Murgueitio (2009) en una amplia gama que va desde enfoques convencionales de donación de árboles y arbustos forrajeros, más insumos y subsidios de mano de obra, hasta pago directo por los servicios ambientales generados en los ranchos. Estos resultados deben considerarse en los procesos de transferencia de tecnología, dado que uno de los principios del paradigma de sustentabilidad es tomar en cuenta el conocimiento tradicional en las políticas para el uso y manejo de los recursos naturales (Cisneros-Saguilán *et al.*, 2015; Rangel *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

La adopción de tecnologías silvopastoriles por parte de los productores en ranchos ganaderos de la costa de Oaxaca se basa en motivos relacionados a los beneficios que perciben, nivel de conocimiento de éstas, cantidad de inversión y apoyos financieros disponibles; así como la complejidad para implementarlas. Por lo tanto, manifestaron la necesidad de mayor asistencia técnica para mejorar su conocimiento sobre las tecnologías silvopastoriles, la garantía de comercialización de los productos generados y provisión de recursos financieros y mano de obra capacitada.

Se recomienda mayor intervención por parte de instituciones gubernamentales, académicas y de investigación para ampliar el conocimiento sobre las tecnologías silvopastoriles que permita su adopción en esta zona del país. Asimismo, es fundamental dar mayor énfasis a las políticas públicas relacionadas con apoyos e incentivos económicos que garanticen la implementación masiva de tecnologías y practicas agroforestales en beneficio del sector rural, además del ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México, por el financiamiento del proyecto No. 6556.18-P “Validación de módulos de sistemas silvopastoriles como alternativa de mitigación y adaptación al cambio climático en la ganadería bovina tropical”, del cual forma parte éste estudio.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, A. y A. Nieuwenhuys. 2009. Manejo integral de malezas en pasturas. Serie Técnica. Manual técnico No. 90. CATIE. 160 p.
- Alayon-Gamboa, J.A., G. Jiménez-Ferrer, J. Nahed-Toral y G. Villanueva-López. 2016. Estrategias silvopastoriles para mitigar efectos del cambio climático en sistemas ganaderos del Sur de México. *Agroproductividad* 9(9): 10-15. *farming. Animal* 5(9): 1458-1466. <https://doi.org/10.1017/S1751731111000371>.
- Calle, A. 2020. Partnering with cattle ranchers for forest landscape restoration. *Ambio* 49:593–604. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01224-8>.
- Calle, Z., E. Murgueitio, J. Chará, C. Hernando-Molina, A. F. Zuluaga and A. Calle. 2013. A strategy for scaling-up intensive silvopastoral systems in Colombia, *Journal of Sustainable Forestry*, 32(7): 677-693. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.817338>.
- Cisneros-Saguilán, P. y F. Gallardo-López. 2014. Tecnologías silvopastoriles para la ganadería bovina sustentable en el trópico. En: Y. Villasmil-Ontiveros (Ed.). Buenas prácticas en ganadería doble propósito. Maracaibo, Venezuela. GIRARZ. 1 ed. Vol. 1. pp.281-288.
- Cisneros-Saguilán, P., F. Gallardo-López, S. López-Ortiz, R. O. Ruiz, J. G. Herrera-Haro and E. Hernández-Castro. 2015. Current epistemological perceptions of sustainability and its application in the study and practice of cattle production: A review. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 39(8): 885-906. <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1050148>.

- Cisneros, S.P. 2015. Percepción, actitud y comportamiento de productores ganaderos y otros actores sociales hacia la sustentabilidad de la ganadería bovina. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, México.
- Clavero, T. y J. Suárez. 2006. Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica. *Pastos y Forrajes* 19(3): 1-6.
- Cuartas, C.C.A., R.J.F. Naranjo, M.A.M. Tarazona, R.E. Murgueitio, O.J.D. Chará, V.J.Ku, S.F.J. Solorio, E.M.X. Flores, S.B. Solorio y R.R. Barahona. 2014. Contribution of intensive silvopastoral systems to animal performance and to adaptation and mitigation of climate change. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 27(2): 76-94.
- Durán-Melendez, E., A. Ruíz-Martínez y V. Sánchez-Vázquez. 2018. Competitividad de la ganadería de doble proposito en la Costa de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Agronegocios* 43: 77-88.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT Data/Production/Live Animals and Livestock Primary. 2020.
- Godde, C.M., I.J. de Boer, E. zu Ermgassen, M. Herrero, C.E. van Middelaar, A. Muller, E. Rööös, C. Schader, P. Smith, H.H.E. van Zanten and T. Garnett. 2020. Soil carbon sequestration in grazing systems: managing expectations. *Climatic Change* 161: 385-391. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02673-x>.
- González-Márquez, I. and V.M. Toledo. 2020. Sustainability science: A paradigm in crisis? *Sustainability* 12(7): 2802. <https://doi.org/10.3390/su12072802>.
- Herrero, M., P. Havlík, H. Valin, A. Notenbaert, M.C. Rufino, P.K. Thornton and A.M.O. Obersteiner. 2013. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(52): 20888-20893. <https://doi.org/10.1073/pnas.1308149110>.
- Ibrahim, M., C. Villanueva, F. Casasola y J. Rojas. 2006. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. *Pastos y Forrajes* 29(4): 383-419.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Anuario Estadístico y Geográfico de Oaxaca 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México (Consultado: 05/09/2022). Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825084295>
- Juárez-Delgado, J.C., R. Monroy-Martínez, H. Colin-Bahena, R. Monroy-Ortiz y O. Dorado-Ramírez. 2018. Los subsidios de las unidades productivas tradicionales a la ganadería extensiva en Huautla Morelos, México. *Polibotánica* 46: 327-340. <http://dx.doi.org/10.18387/polibotanica.46.21>.
- Lee, S., M. Bonatti, K. Löhr, V. Palacios, M.A. Lana y S. Sieber. 2020. Adoption potentials and barriers of silvopastoral system in Colombia: Case of Cundinamarca region, *Cogent Environmental Science* 6:1, 1823632. <https://doi.org/10.1080/23311843.2020.1823632>
- López-Santiago, N., Y. Villegas-Aparicio, M.P. Jerez-Salas, J.C. Carrillo-Rodríguez, G. Rodríguez-Ortíz & H.J. Ramírez-Sánchez. 2014. Caracterización de unidades de producción bovina, caso: Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca. *Revista Mexicana de Agroecosistemas* 1(2): 94-105.
- 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): 11-18.
- Martínez, J., Y.S. Cajas, J.D. León and N.W. Osorio. 2014. Silvopastoral systems enhance soil quality in grasslands of Colombia. *Applied and Environmental Soil Science*. <https://doi.org/10.1155/2014/359736>.
- Murgueitio, E. 2009. Incentivos para los sistemas silvopastoriles en América Latina. *Avances en Investigación Agropecuaria* 13(1): 3-20.
- Palma, J.M. 2014. Escenarios de sistemas de producción de carne de bovino en México. *Avances en Investigación Agropecuaria* 18(1): 53-62.
- Palma-García, J.M. y M.C. Milera-Rodríguez. 2022. Evidencias innovadoras en el manejo sostenible de agroecosistemas ganaderos tropicales en tiempos de COVID-19. *Abanico Agroforestal* 4:1-23. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2022.4>.

- Palacios-Bucheli, V.J., R.W. Cárcamo-Mallen, A. Álvarez-Macias, C. Coral and W. Bokelmann. 2021. Indigenous family labor in agroforestry systems in the context of global transformations: The case of the Inga and Camënsá communities in Putumayo, Colombia. *Forests* 12: 1503. <https://doi.org/10.3390/f12111503>.
- Parra-Cortés, R.I. y M.Á. Magaña-Magaña. 2019. Características técnico-económicas de los sistemas de producción bovina basados en razas criollas introducidas en México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 6(18): 535-547.
- Pignataro, A.G., S.I. Levy-Tacher, J.R. Aguirre-Rivera, J. Nahed-Toral, M. González-Espinosa N. Rendón-Carmona. 2016. Silvopastoral systems of the Chol Mayan ethnic group in southern Mexico: Strategies with a traditional basis. *Journal of Environmental Management* 181: 363-373. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.06.036>.
- Rangel, J., J. Perea, C. De-Pablos-Heredero, J.A. Espinosa-García, P.T. Mujica, M. Feijoo, C. Barba and A. García. 2020. Structural and technological characterization of tropical smallholder farms of dual-purpose cattle in Mexico. *Animals* 10(1): 86. <https://doi.org/10.3390/ani10010086>.
- Richers, T., C. Harvey, F. Casanoves, F. DeClerck y T. Benjamin. 2011. ¿Cómo hacer talleres participativos con respuestas individuales? *Agroforestería en las Américas* 48:157-163.
- Rivera, J.E., I. Molina, J. Chará, E. Murgueitio y R. Barahona. 2017. Sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit: alternativa productiva en el trópico ante el cambio climático. *Pastos y Forrajes* 40(3): 171-183.
- Rodríguez-Mejía, S., D. Flores-Sánchez, A. León-Merino, L.M. Pérez-Hernández & J. Aguilar-Ávila. 2018. Diagnóstico de sistemas de producción de bovinos para carne en Tejupilco, Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9(2): 465-471.
- Rodríguez-Moreno, O.G., J. Nahed-Toral, F. Guevara-Hernández, J.A. Alayón-Gamboa y J.D. Grande-Cano. 2020. Historia y caracterización técnica y socioeconomía de la ganadería bovina en la Costa de Chiapas, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 23(55).
- Ruiz, J.F., R. Barahona-Rosales, R y D.M. Bolívar-Vergara. 2017. Indicadores de sustentabilidad para lechería especializada: Una revisión. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 29, Article #9. Retrieved September 1, 2022, from <http://www.lrrd.org/lrrd29/1/ruiz29009.html>.
- Ruff, C. C., A. Ivy M, and C. McKie. 2005. The use of focus group methodology in health disparities research. *Nursery Outlook* 53(3): 134-140.
- Silva-Mejía, A. y P. Cisneros-Saguilán. 2017. Árboles con potencial forrajero y conocimiento tradicional de productores ganaderos del Municipio Pinotepa Nacional, Oaxaca. En: R.J. Gálvez y A.H. Peña (Eds.). *Agricultura sostenible, como base para los agronegocios*. Cd. Obregón, Sonora, México. Universidad Autónoma de San Luis Potosí 1ª. ed., Vol. 11. pp. 985-994.
- Sommer, B. and R. Sommer. 1997. *A practical guide to behavioral research: Tools and techniques*. New York, USA. Oxford University Press, Inc. 4th ed. Vol. 5.
- Soriano-Robles, R., L. Arias-Margarito, M. Carbajal de Nova, I. Almaraz-Buendía y M.G. Torres-Cardona. 2018. Cambio climático y ganadería: El papel de la agroforestería. *Agroproductividad* 11(2): 70-74.
- Statsoft Inc STATISTICA, 7; Statsoft. Inc.: Raleigh, N.C., 2003.
- Valdivieso, P.I.A., T.J. Nahed, V.A.T. Piñeiro, H.F. Guevara, F.G. Jiménez y C.D. Grande. 2019. Potential for organic conversion and energy efficiency of conventional livestock production in a humid tropical region of Mexico. *Journal of Cleaner Production* 241: 118354. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118354>.
- Villanueva, C., M. Ibrahim y G. Haensel. 2010. Producción y rentabilidad de sistemas silvopastoriles: Estudios de caso en América Central. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Manual Técnico (CATIE), Número 95.
- Williams, G.W. & D.P. Anderson. 2019. Growth of the Latin American livestock industry: Situation and challenges. *Choices* 34(4). 1–12. <https://www.jstor.org/stable/27098531>.
- Zepeda, C.R.M., Z.M.E.Velasco, T.J. Nahed, G.A. Hernández y T.J.J. Martínez. 2016. Adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: apoyos y limitantes. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 7(4), 471-488.