

Factors involved in the adoption of silvopastoral systems in the state of Yucatán, México

Anahy Guadalupe Romero Mena¹

Wilian de Jesús Aguilar Cordero^{2*}

Javier Solorio Sánchez³

Luis Ramírez Avilés³

Abstract

For decades, extensive livestock farming has been characterized by its low productivity and significant environmental impact. For this reason, several research institutions, as well as non-governmental organizations and government agencies, have proposed strategies to promote and develop more efficient and sustainable livestock systems. Therefore, silvopastoral systems (SSP by its Spanish acronym) are proposed as an agricultural technology that can increase livestock efficiency and mitigate its environmental impact. The objective of this study was to analyze the technological, socioeconomic, and cultural factors that influence the adoption of silvopastoral systems. The study was carried out in the state of Yucatán, through surveys conducted with two groups of livestock farmers. The first group had prior knowledge of SSP, and the second one had only practiced conventional livestock farming. The results show that the main factor impeding the adoption of SSP is economic, followed by technical ones. The first factor is related to the lack of timely financial resources and credits, while the technical factor refers to lack of disclosure of information and waiting time for use of the SSP after establishment. It is concluded that SSPs have low adoption and implementation mainly due to the lack of financial resources and limited technical assistance to livestock farmers allowing them to learn more about the benefits of these systems.

Keywords: livestock, innovation, leucaena, sustainability, technology.

Factores que intervienen en la adopción de los sistemas silvopastoriles en el estado de Yucatán, México

Resumen

Desde hace décadas la ganadería extensiva se caracteriza por su baja productividad, y un gran impacto ambiental. Por lo que diversas instituciones de investigación, así como organizaciones no-gubernamentales y dependencias de gobierno plantean estrategias para promover y desarrollar sistemas ganaderos más eficientes y sostenibles. Por ello, se proponen los sistemas silvopastoriles (SSP) como una tecnología agropecuaria que puede incrementar la eficiencia ganadera y mitigar el impacto ambiental de la misma. El objetivo de este trabajo fue analizar los factores tecnológicos, socioeconómicos y culturales que influyen en la adopción de los sistemas silvopastoriles. El trabajo se realizó en el estado de Yucatán, mediante la aplicación de encuestas a dos grupos de ganaderos. El primer grupo con previo conocimiento de los SSP, y el segundo solo con práctica de ganadería convencional. Los resultados muestran que el factor principal que impide la adopción de los SSP es el económico, seguido del factor técnico. El primer factor está relacionado con la falta de recursos económicos y créditos oportunos, mientras que el factor técnico se refiere a la falta de divulgación de información y el tiempo en la espera para el uso del SSP después del establecimiento. Se concluye que, los SSP tienen una baja adopción e implementación debido principalmente a la falta de recursos económicos y la limitada asistencia técnica hacia los ganaderos que les permita conocer más sobre los beneficios de estos sistemas.

Palabras clave: ganadería, innovación, leucaena, sustentable, tecnología

¹Instituto de Desarrollo Regional y Municipal, C. 16 x 15, Chocholá, México.

²Universidad Autónoma de Yucatán, Departamento de Botánica del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, km 15.5 Carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán. México.

³Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 4-116 Itzimná, Mérida, Yucatán, México.

*Corresponding author: acordero@correo.uady.mx, Tel: 9999423205, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2579-2684>

Introduction

In Mexico, livestock farming is a widespread practice, particularly in the state of Yucatan, since it is of great economic importance. Livestock farming practiced in this region of the country is primarily extensive, which requires less investment and less labor (Martínez et al., 2002; Ramírez & Rivera, 2004; Cancino et al., 2016). However, for decades, this kind of livestock farming has been characterized by its low productivity and profitability, due to fluctuations in the availability and quality of pastures, (Vásquez Velásquez et al., 2020). Conventional extensive livestock farming has low productivity in terms of livestock products per unit area. In addition, it has low added value and significant negative impact on ecosystems and greenhouse gas emission (Lara Pulido et al., 2022). These adverse effects of extensive livestock farming are obvious in the state of Yucatan, where the land is designated towards biodiverse systems. Despite the challenges it faces in terms of productivity and environmental sustainability, it is still of importance in livestock farming in Yucatan.

In view of this situation, different organizations, research institutions and federal agencies have focused their efforts on looking for strategies to help livestock farmers to have profitable systems with less impact on natural resources. One of these systems is silvopastoral (SSP), which is characterized by its great biodiversity in different strata, i.e., it includes herbaceous species (grasses and legumes) in the first stratum, forage shrubs in the second, and trees (forage, fruit or forest) in the third one. This configuration of species in different strata leads to greater productivity as well as a mitigation of greenhouse gas emissions. Silvopastoral systems (SSP) are part of agricultural technologies aimed at increasing the efficiency of livestock and agricultural activities.

The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the World Bank propose silvopastoral systems (SSP), as one of the new technologies with positive impact on the livestock sector and a sustainable animal production model. Several studies have shown that conversion of traditional pastures into SSP is a highly productive option (Broom et al., 2013; Rivera-Herrera et al., 2017). However, significant limitations have arisen in implementing and adopting these systems in the tropi-

Introducción

En México, la ganadería es una práctica generalizada, y en particular para el estado de Yucatán, ya que esta es de gran importancia económica. La ganadería que se practica en esta región del país es principalmente extensiva, la cual implica una menor inversión y menor trabajo (Martínez et al., 2002; Ramírez & Rivera, 2004; Cancino et al., 2016). Sin embargo, desde hace décadas, este tipo de ganadería se caracteriza por su baja productividad y rentabilidad, debido a la fluctuación en la disponibilidad y calidad de las pasturas (Vásquez Velásquez et al., 2020). La ganadería extensiva convencional tiene una baja productividad en términos de productos pecuarios por unidad de superficie. Además, tiene un bajo valor agregado y un impacto negativo significativo en los ecosistemas y en las emisiones de gases de efecto invernadero (Lara Pulido et al., 2022). Estos efectos adversos de la ganadería extensiva son evidentes en el estado de Yucatán, en donde la vocación de la tierra es hacia sistemas biodiversos. A pesar de los desafíos que enfrenta en términos de productividad y sostenibilidad ambiental, aún sigue siendo de importancia en la ganadería en Yucatán.

Ante esta situación, diferentes organizaciones, instituciones de investigación y dependencias federales han focalizado esfuerzos en buscar estrategias que ayuden a los ganaderos a tener sistemas rentables y con menor impacto en los recursos naturales. Uno de estos sistemas es el silvopastoril (SSP), el cual se caracteriza por su gran biodiversidad en diferentes estratos, es decir, incluye especies herbáceas (gramíneas y leguminosas) en el primer estrato, arbustivas forrajeras en el segundo estrato, arbóreas (forrajeras, frutales o forestales) en el tercer estrato. Esta configuración de especies en diferentes estratos propicia una mayor productividad y así como una mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los sistemas silvopastoriles (SSP) son parte de las tecnologías agropecuarias, cuyo objetivo es incrementar la eficiencia de las actividades ganaderas y agrícolas.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y el Banco Mundial proponen a los SSP (sistemas silvopastoriles), como una de las nuevas tecnologías con impacto positivo en el sector ganadero y un modelo de producción animal sustentable. Diversas investigaciones han demostrado que la reconversión de pasturas tradicionales en SSP es

cal regions, such as lack of technical support, limited knowledge of SSPs among livestock farmers and a long period of tree-planting and subsequent use (Lee et al., 2020). In addition, delays in establishing a SSP affect the farm economy through slow growth and subsequent use of trees or shrubs. In addition, the cost increases due to the purchase or production of a plant nursery, in addition to which a greater demand for labor is required for planting tasks and its maintenance (Ibrahim et al., 2001; Mahecha, 2003; Suárez, 2006; Ramírez et al., 2019).

Given the above context, this research aims to analyze the technological, socio-economic and cultural variables that influence the adoption of silvopastoral systems by livestock farmers in the state of Yucatan.

Materials and Methods

Study area

The livestock farmers working with the SSP are located in 19 municipalities: Baca, Cansahcab, Cantamayec, Dzán, Dzidzantún, Dzilam González, Izamal, Maxcanú, Mérida, Mocochoá, Oxkutzcab, Panabá, Sucilá, Tekax, Ticul, Timucuy, Tizimín, Tzucacab and Yobaín municipalities belonging to the state of Yucatan, located in the southeast of Mexico, with a subtropical and tropical climate and an average annual temperature of 26 to 35 °C.

Data collection and methods

The study universe was obtained from the 19 municipalities where the 45 livestock farmers who participated in the implementation of SSP's in the period from 2011 to 2012, promoted by the Fundación Produce Michoacán (FPM) and the Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), which represented the first group, and the 30 livestock farmers who were not on the SSP establishment program, but who are in the study area, were registered. However, due to contingency issues due to COVID-19, it was difficult to involve all those selected in the list of 45. Based on non-probability convenience sampling (Ilker et al., 2015; Otzen & Manterola, 2017), 18 livestock farmers were selected to answer the survey, and from the second group which was initially 30 livestock farmers, 18 remained, with a total of 36 who participated in the study.

una opción altamente productiva (Broom et al., 2013; Rivera-Herrera et al., 2017). Sin embargo, para implementar y adoptar estos sistemas en las regiones tropicales, se han presentado limitaciones importantes, como la escasez de apoyo técnico, poco conocimiento de los ganaderos en los SSP's y tiempo prolongado del establecimiento de los árboles y su posterior uso (Lee et al., 2020). Asimismo, la demora en el establecimiento de un SSP afecta la economía del predio por la lentitud en el crecimiento y posterior utilización de los árboles o arbustos. Además, se incrementa el costo, pues se incurre en la compra o producción de una planta en vivero, aunado a ello se requiere una mayor demanda de mano de obra para las labores de plantación, y su mantenimiento (Ibrahim et al., 2001; Mahecha, 2003; Suárez, 2006; Ramírez et al., 2019).

Ante el contexto antes señalado, la presente investigación tiene el objetivo de analizar las variables tecnológicas, socioeconómicas y culturales que influyen en la adopción de los sistemas silvopastoriles por parte de los ganaderos del estado de Yucatán.

Materiales y Métodos

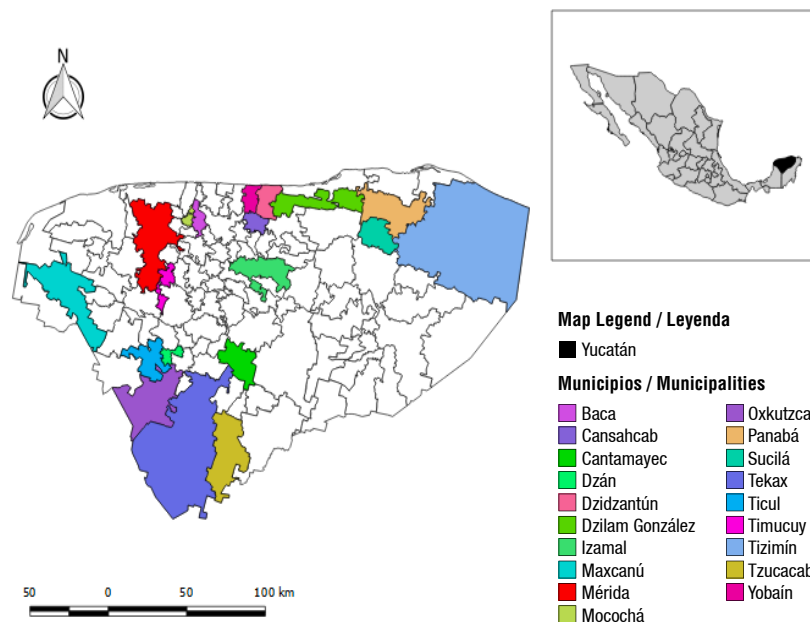
Área de estudio

Los ganaderos que trabajan con los SSP se encuentran ubicados en 19 municipios: Baca, Cansahcab, Cantamayec, Dzán, Dzidzantún, Dzilam González, Izamal, Maxcanú, Mérida, Mocochoá, Oxkutzcab, Panabá, Sucilá, Tekax, Ticul, Timucuy, Tizimín, Tzucacab y Yobaín municipios pertenecientes al estado de Yucatán, que se encuentran ubicados en el sureste de México, con clima subtropical a tropical y una temperatura media anual de 26 a 35 °C.

Obtención de la muestra del estudio

El universo de estudio se obtuvo de los 19 municipios donde estaban registrados los 45 ganaderos que participaron en la implementación de SSP's en el período de 2011 a 2012, promovida por la Fundación Produce Michoacán (FPM) y la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), que representaron el primer grupo, y los 30 ganaderos que no estaban en la lista del programa de establecimiento de los SSP, pero que están en la zona de estudio. Sin embargo, por cuestiones de la contingencia por el COVID-19 se dificultó involucrar a todos los seleccionados en la

Figure 1. Map of the state of Yucatan showing the municipalities in the study area.
Figura 1. Mapa del estado de Yucatán mostrando los municipios del área de estudio



Fuente: Elaboración propia, (INEGI 2018)

Source: Authors'self-made, based on (INEGI 2018) data

Design and implementation of questionnaires

For data collection, the survey method was used, applying a measurement instrument consisting of a mixed questionnaire (Feria et al., 2020; Ajay et al., 2024) with open and closed questions which was applied during the months of November to December 2020; and from January to March 2021.

The number of questions for the groups varied, with three questions removed from the questionnaire in the first group because they were more focused on the implementation of silvopastoral systems as the first group had the opportunity to do so. The surveys for the first group consisted of 21 questions, divided into four sections: 1. General information; 2. Knowledge and importance of SSPs; 3. Interest in learning about and participating in SSPs; and 4. Reasons for adopting or not adopting SSPs. The surveys in the second group were modified and consisted of 18 questions, divided into four sections (the same as for group 1).

To strengthen the research, a semi-structured interview guide was designed and applied to three key informants, selected according to the following

lista de 45, por lo que, apoyándose en el muestreo no probabilístico por conveniencia (Ilker et al., 2015; Otzen & Manterola, 2017) se seleccionaron a 18 ganaderos que respondieron la encuesta, y del segundo grupo que inicialmente era de 30 ganaderos, quedaron 18, siendo un total de 36 que participaron en el estudio.

Diseño y aplicación de cuestionarios

Para la recolección de datos se usó el método de la encuesta, aplicando un instrumento de medición que consistió en un cuestionario mixto (Feria et al., 2020; Ajay et al., 2024) con preguntas abiertas y cerradas que fue aplicado durante los meses de noviembre y diciembre de 2020; y de enero a marzo de 2021.

El número de preguntas para los grupos varió, ya que se eliminaron tres preguntas del cuestionario del primer grupo porque iban más dirigidas a la implementación de los sistemas silvopastoriles, debido a que el primer grupo tuvo la oportunidad de hacerlo. Las encuestas para el primer grupo constaron de 21 preguntas, dividido en cuatro apartados, I. Datos generales, II. Conocimiento e importancia en los

criterios: 1) livestock farmers who were open to dialogue, and 2) those with experience of implementing SSPs. It is noteworthy that two of the livestock farmers have a silvopastoral system in operation; the third one implemented it but abandoned it. The interview guide for the livestock farmers consisted of 17 questions that strengthened the knowledge obtained through the survey on the adoption and implementation of silvopastoral systems.

The information obtained from the survey was analyzed in a Microsoft Office Excel 2010 database. The answers to the open-ended questions were assigned a numerical value, for subsequent analysis through descriptive statistics by means of graphs to identify and analyze the factors involved in the adoption of silvopastoral systems. The semi-structured interviews were recorded and then transcribed. They were classified and ranked for analysis and incorporation into research results.

Results

Survey. Due to the COVID-19 contingency and its implications, only 18 of the 45 livestock farmers who participated in the implementation of SSPs, promoted by the Fundación Produce Michoacán (FPM) and the Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), answered the survey, while the second group of 30 farmers, also 18 answered. Thus 18 livestock farmers for group 1 and 18 for group 2 participated in this work.

General information. The 100% of livestock farmers who answered the surveys were male, aged between 34 and 73, without schooling 22.2%, elementary 5.5%, middle school 5.5%, high school 16.6%, college 39% and master's degree 11.1%. As for the second group, 94.4% are male livestock farmers, ranging in age from 27 to 54 years old, with 44.4% college education, another 44.4% high school and only 11.1% middle school (Figure 2).

Knowledge and importance of silvopastoral systems. The results for group 1 indicated that 100% of the livestock farmers, whether or not they have implemented the SSPs, they know about them, now only 78% still have the system, the other 22.2% stopped using it. 66.6% of livestock farmers indicate that the main benefit of silvopastoral systems is the improvement in the quality of livestock feed due to

SSP's, III. Interés por conocer y participar en los SSP's, IV. Razones para adoptar o no los SSP's. Las encuestas para el segundo grupo tuvieron una modificación, constaron de 18 preguntas, dividido en cuatro apartados (mismos apartados que para el grupo 1).

Para fortalecer la investigación se diseñó una guía de entrevista semiestructurada que se aplicó a tres informantes clave, seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios, 1) ganaderos que estuvieran abiertos al diálogo y 2) que contaran con la experiencia de haber implementado los SSP. Es de señalar que dos de los ganaderos cuentan con el sistema silvopastoril y está en funcionamiento, el tercero lo implementó, pero lo abandonó. La guía de entrevista a los ganaderos constó de 17 preguntas que permitieron fortalecer el conocimiento obtenido a través de la encuesta sobre la adopción e implementación de los sistemas silvopastoriles.

La información obtenida en las encuestas se capturó en una base de datos de Microsoft Office Excel 2010. Las respuestas de las preguntas abiertas se les asignó un valor numérico, para su posterior análisis a través de la estadística descriptiva mediante gráficas para identificar y analizar los factores que intervienen en la adopción de los sistemas silvopastoriles. Las entrevistas semiestructuradas se grabaron y posteriormente transcritas, se clasificaron y jerarquizaron para su análisis e incorporación a los resultados de la investigación.

Resultados

Encuesta. Por cuestiones de la contingencia por el COVID-19 y sus implicaciones, de los 45 ganaderos que participaron en la implementación de SSP's, promovida por la Fundación Produce Michoacán (FPM) y la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), solo 18 respondieron las encuestas, mientras que el segundo grupo de 30 ganaderos, también fueron 18 los que respondieron. Siendo de esta manera 18 ganaderos para el grupo 1 y 18 ganaderos para el grupo 2 que participaron en este trabajo.

Datos generales. Los ganaderos que respondieron las encuestas el 100 % eran del sexo masculino, en una edad que va de los 34 a los 73, sin escolaridad 22.2 %, primaria 5.5 %, secundaria 5.5 %, preparatoria, 16.6 %, universidad 39 % y maestría 11.1 %. En cuanto al segundo grupo, el 94.4 % son ganaderos

the quality and quantity of forage obtained. As well as the increase in animal weight, 28% say it helps to mitigate climate change, reduce soil erosion, improve microclimate and conserve biodiversity. The other, 5.5% considered that forage production is more effective since up to three bovine adult (approximately 400 kg.) were fed per hectare of silvopastoral systems, whereas with the conventional system, only one animal will be maintained. Therefore, they go on showing interest in the training, implementation and management of silvopastoral systems.

Group 2 indicates that only 55.5% know about silvopastoral systems, the remaining 44.5% do not, however, of this last percentage, 25% indicate that they have heard about it at some point, but do not exactly understand what it is. The 55.5% of livestock farmers who are aware of SSP were asked to adopt these new systems, and 16.6% indicated that they have a silvopastoral system.

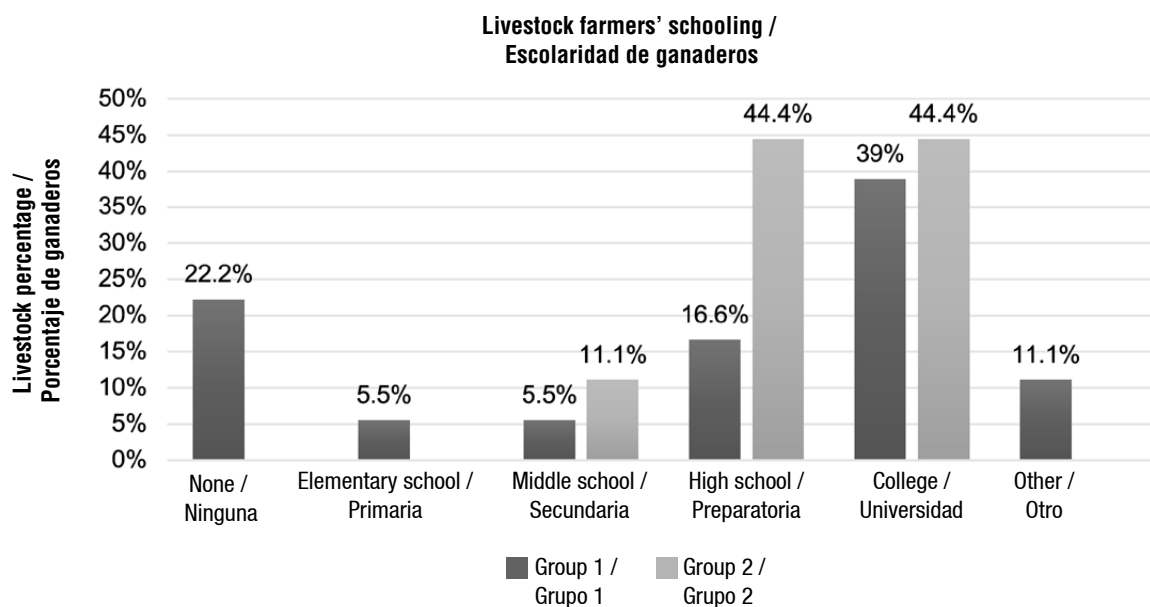
Interest in learning about and participating in silvopastoral systems. In group 1, 100% indicated having participated in workshops to learn about and implement these systems, they traveled to the state of Michoacan to learn more about the design

del sexo masculino, que van de una edad de 27 a los 54 años, con escolaridad de un 44.4 % Universidad, otro 44.4 % preparatoria y únicamente el 11.1 % secundaria (Figura 2).

Conocimiento e importancia de los sistemas silvopastoriles. Los resultados para el grupo 1, indican que el 100 % de los ganadores, que hayan o no implementado los SSP, si conocen sobre estos, ahora bien, solo el 78 % aún cuenta con el sistema, el otro 22.2 % lo abandonó. El 66.6 % de los ganaderos indican que el beneficio principal que los sistemas silvopastoriles tienen es la mejora de la calidad de la dieta del ganado debido a la calidad y cantidad de forraje que se obtiene, así como el aumento de peso de los animales, el 28 % dicen que ayuda a mitigar el cambio climático, disminución de la erosión del suelo, mejora del microclima y conservación de la flora y fauna, y el 5.5 % dice que la producción de forraje por hectárea es más efectiva ya que se alimentaban hasta tres animales adultos (400 kg aprox.) por hectárea de sistemas silvopastoriles, mientras que con el sistema convencional se mantenía un animal. Por lo que siguen mostrando interés en la capacitación e implementación y manejo de los sistemas silvopastoriles.

Figure 2. Livestock Farmers' educational level of group 1 and group 2.

Figura 2. Nivel de escolaridad de ganaderos del grupo 1 y grupo 2.



of these systems, 100% were willing to participate in more workshops to continue learning, because despite having this system, they do not use it as it should be, they do not provide the performance that it should be given. In fact, 16.66% accepted (out of curiosity to know more about the topic), 38.9% recognized the benefits that these systems provide in terms of animal production, 16.6% considered that SSPs contribute positively to the environment, 11.1% agreed to attend the course because they received financial support to implement the system and the remaining 16.6% did not respond (Figure 3).

In group 1, although they did not participate in the workshops, 83% of livestock farmers think that silvopastoral systems are a good strategy to diversify, increase and improve the availability of forage for grazing animals, especially in drought seasons when there is a shortage of pasture. In addition, SSP improve microclimate and reduce the temperature of the grazing area, increasing the flora and fauna of the place, contributes the regeneration of the soil and to the mitigation of climate change. They also believe that technological innovations are necessary, beneficial, but often costly, especially for small producers. It is important to constantly seek out technological innovations; these are the ones that could al-

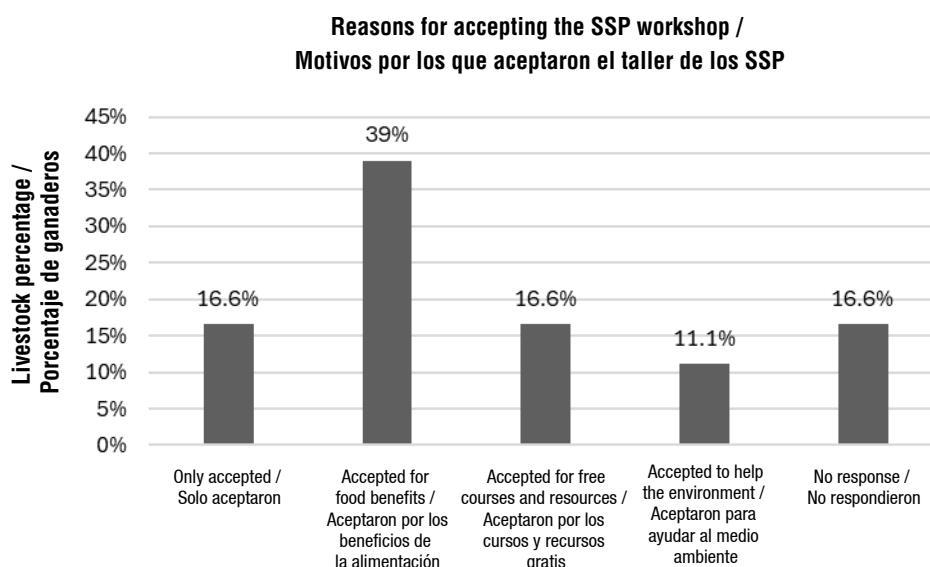
El grupo 2, indica que solo el 55.5 % sabe qué son los sistemas silvopastoriles, el 44.5 % restante no sabe, sin embargo, de este último porcentaje, el 25% indican que en algún momento han escuchado hablar de ello, pero no saben a fondo de qué se trata. Al 55.5 % de los ganaderos que sabe sobre los SSP se les propuso adoptar estos nuevos sistemas, y el 16.6 % indicó que cuenta con un sistema silvopastoril.

Interés por conocer y participar en los sistemas silvopastoriles. En el grupo 1, el 100 % indicó haber participado en talleres para conocer e implementar estos sistemas, viajaron al estado de Michoacán para conocer más de cerca el diseño de estos sistemas, el 100 % estuvo dispuesto a participar en más talleres para seguir aprendiendo, porque a pesar de tener este sistema, no lo usan como se debería, no le brindan el funcionamiento que se le debe dar. De hecho, el 16.66 % aceptó (por curiosidad para saber más sobre el tema), el 38.9 % sabían de los beneficios que estos sistemas brindan en cuanto a la alimentación, el 16.6 % porque pensaron que los SSP ayudan al medio ambiente, 11.1 % porque daban los cursos y les brindaban recursos económicos para implementar el sistema y el 16.6 % restante no respondió (Figura 3).

En el grupo 1, a pesar de que no participaron en los talleres, el 83 % de los ganaderos piensan que los

Figure 3. Reasons for farmers to accept workshops on group 1SSP.

Figura 3. Motivos por los que los ganaderos aceptaron talleres sobre los SSP del grupo 1.



low products to access more specialized markets and more informed and responsible consumers.

In group 2, all of the livestock farmers mentioned that they are interested in taking workshops to learn about silvopastoral systems. Only 50% were aware of the benefits these systems provided; the other 50% had no idea how these systems could benefit them.

Reasons for adopting or not silvopastoral systems. As main reasons for the adoption of SSPs, 77% of group 1 farmers who already have experience with the implementation of these systems, believe that the main reason for not adopting is economic and the remaining 33% think it is technical (Figure 4). For the group 2 livestock farmers, 55.5% consider that the main reason for not adopting a silvopastoral system is technical, since there is little advice to enable them to implement their system properly, 33.3% indicate that the reason is economic and 11.1% say it is due to economic, technical and family reasons (Figure 4).

Based on the experience obtained from implementing of SSPs, among group 1 livestock farmers, 50.5% believe that high establishment costs restrict adoption. 38.9% attribute this to a lack of financial resources to invest, and 11.1% point to insufficient credit (Figure 5).

In group 2, 44.4% indicate that it is due to high costs, another 44.4% to a lack of financial resources for investment, and the remaining 11.1% indi-

systemas silvopastoriles son una buena estrategia para diversificar, incrementar y mejorar la disponibilidad de forraje para el consumo de los animales en pastoreo, sobre todo, en época de secas en la que hay escasez de pasto, además de que disminuye la temperatura del área de pastoreo, aumenta la flora y fauna del lugar, ayuda a la regeneración del suelo y contribuye a la mitigación del cambio climático. También, piensan que las innovaciones tecnológicas son necesarias, buenas pero muchas veces costosas, sobre todo, para un pequeño productor. Es importante la búsqueda de las innovaciones tecnológicas en todo momento, son estas las que podrían hacer que los productos puedan acceder a mercados más especializados y de consumo, más informado y responsable.

En el grupo 2, el 100 % de los ganaderos menciona que están interesados en tomar talleres para aprender acerca de los sistemas silvopastoriles. Únicamente el 50 % sabe de los beneficios que aportan estos sistemas, el otro 50 % no tiene idea de lo que estos sistemas los pueden beneficiar.

Razones para adoptar o no los sistemas silvopastoriles. Como razones principales para la adopción de los SSP, el 77 % de los ganaderos del grupo 1 que ya cuentan con la experiencia de la implementación de estos sistemas, opinan que la razón principal que les impide la adopción es el económico y el 33 % restante piensa que es el factor técnico (Figura 4). En cuanto a los ganaderos del grupo 2, el 55.5 %

Figure 4. Main factor that would prevent the adoption of a SSP, with the experience of group 1
Figura 4. Factor principal que impediría la adopción de un SSP, con la experiencia del grupo 1

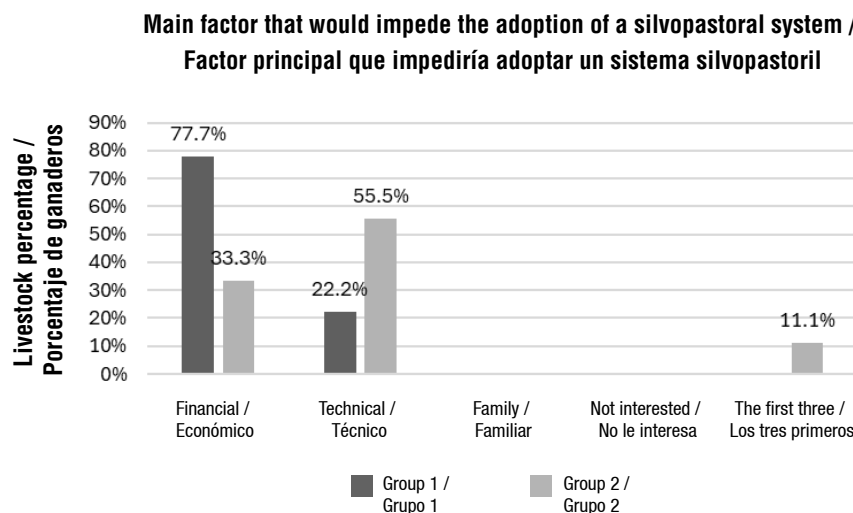
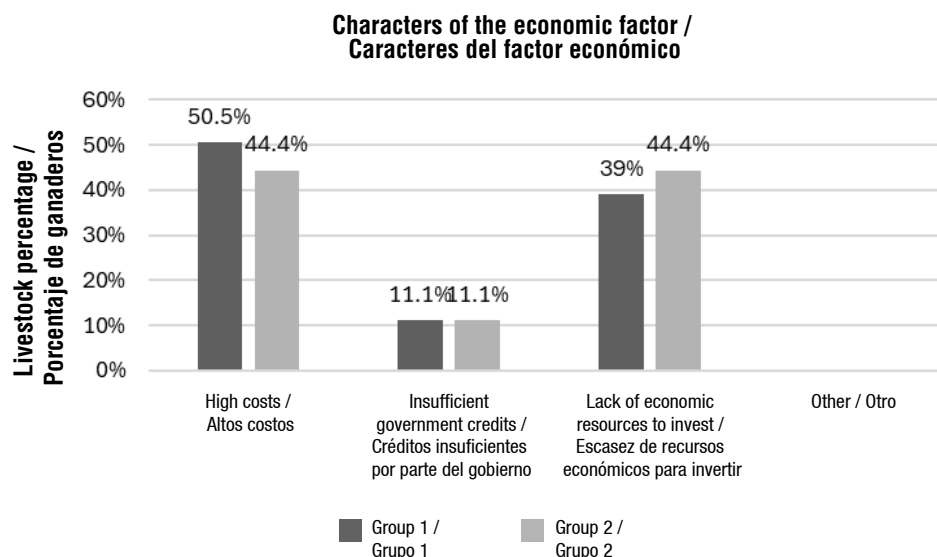


Figure 5. Economic factor characteristics that affect the implementation of SSPs for groups 1 and 2.
Figura 5. Caracteres del factor económico que afectan la implementación de los SSP para los grupos 1 y 2.



cate that it is due to insufficient credit for ranchers (Figure 5).

In group 1, 77.8% of the farmers surveyed are willing to invest financially in implementing silvopastoral systems and 22.2% say they would not invest. However, all farmers would adopt silvopastoral system if the government provided financial support. In group 2, 77.8% indicate that they are willing to invest in the implementation of these systems, 16.5% indicate that they might invest, and 5.5% indicate that they would not invest in these systems (Figure 6), for example, a livestock farmer noted that:

"More ways should be sought to complete the investment, information can be provided to livestock farmers, but sometimes it is not enough, it is necessary to let them know the real cost of the system investment, and also to teach them and talk to them about the long-term benefits [Interview with a livestock farmer, 2020]."

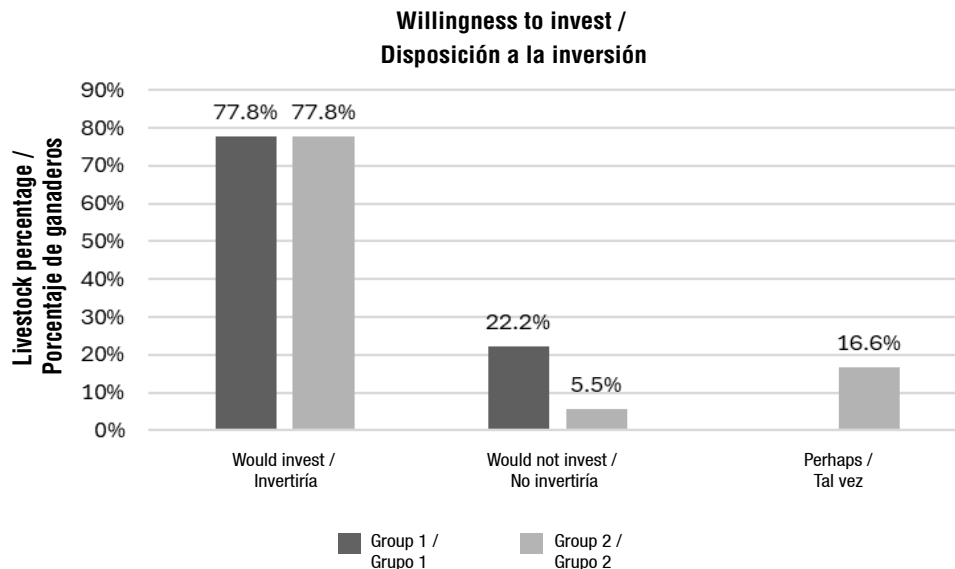
Regarding the technical reason for adoption, 50% of farmers consider that the main difficulty is the waiting time for the establishment of the system, 22.2% consider that the information about the SSPs is insufficient, 5.5% consider that this is due to the lack of workshops on the subject, another 22.2% say

considera la razón principal para la adopción de un sistema silvopastoral es el técnico, ya que es escasa la asesoría que les permita implementar de forma adecuada su sistema, el 33.3 % indica que la razón es económica y el 11.1 % dice que se debe a las razones económicas, técnicas y familiares (Figura 4).

Con la experiencia de la implementación de los SSP, se establece que los ganaderos del grupo 1, el 50.5 % de ellos piensa que los altos costos restringen la adopción, el 38.9 % lo atribuye a la escasez de recursos monetarios para invertir, el 11.1 % señaló por créditos insuficientes (Figura 5). En el grupo 2, el 44.4 % indica que se debe a los altos costos, otro 44.4 % a la escasez de recursos monetarios para invertir y el 11.11 % restante indica que se debe a los créditos insuficientes para los ganaderos (Figura 5).

En el grupo 1, el 77.8 % de los ganaderos encuestados está dispuesto a invertir económicamente en la implementación de los sistemas silvopastoriles y el 22.2 % dice que no le invertiría, sin embargo, el 100 % adoptaría o le daría seguimiento al sistema si el gobierno los apoyara económicamente. En el grupo 2, el 77.8 % indica que está dispuesto a invertir para implementar estos sistemas, el 16.5 % indica que tal vez invertiría y el 5.5 % indica que no invertiría en estos sistemas (Figura 6), por ejemplo, un ganadero señaló que:

Figure 6. Percentage of livestock farmers who would invest in SSPs, by group 2
Figura 6. Porcentaje de ganaderos que invertirían en los SSP, por el grupo 2



that it is due to the complicated management of the animals during grazing period, different growth and recovery speeds between grasses and legumes. In group 2, the technical factor, 66.6% mention that it is due to insufficient information, 33.3% indicate that it is due to the waiting time to establish a silvopastoral system and 11.1% indicate that it is due to the lack of workshops (Figure 7).

Regarding the family factor in group 2, 11.1 % of the farmers considered age to be a factor limiting the system's acceptance since older farmers, even though they are aware of all the benefits of silvopastoral systems, they do not adopt them.

In group 1, all of farmers interviewed indicated that silvopastoral systems can be a useful strategy for the state of Yucatan, since there are no large areas of grassland in the state, so livestock farming constantly try to convert natural areas or forest into grassland without getting positive long-term results. However, a silvopastoral system would allow for an arrangement similar to a natural ecosystem, which would help improve animal comfort and mitigate climate change. It would also improve the quality and availability of forage, improving animal weight gain with more and better nutrients for higher-quality animal products. It would also allow to reduce the use of fertilizers, as one interviewee points out:

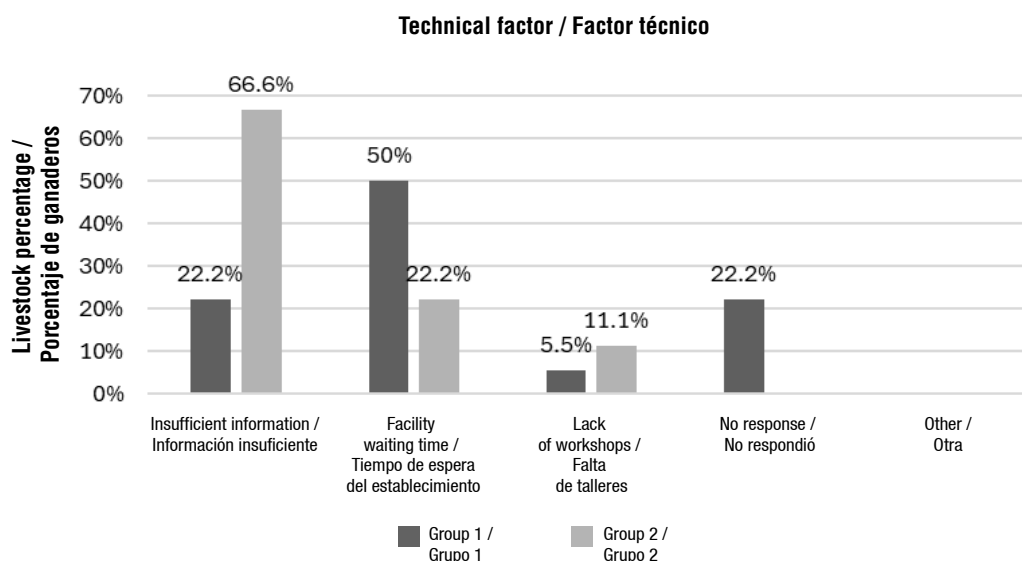
"Se deberían buscar más vías para completar la inversión, se le puede brindar la información a los ganaderos, pero a veces no es suficiente, es necesario hacerles saber el costo real de la inversión del sistema, además, enseñarles y hablarles de los beneficios que se tiene a largo plazo [Entrevista a un ganadero 2020]".

Respecto a la razón técnica de la adopción, el 50 % de los ganaderos consideran que la principal dificultad es el tiempo de espera del establecimiento del sistema, el 22.2 % considera que la información de los SSP's es insuficiente, el 5.5 % considera que se debe a la escasez de talleres sobre el tema, otro 22.2 % señala que se debe al manejo complicado de ovinos, ciclos de gramíneas y leguminosas dispersas. En el grupo 2, el factor técnico, el 66.6 % menciona que se debe a la información insuficiente, el 33.3 % indica que se debe al tiempo de espera para establecer un sistema silvopastoral y el 11.1 % indica que se debe a la falta de talleres (Figura 7).

En cuanto al factor familiar en el grupo 2, el 11.1 % de los ganaderos dijo que falta la completa aceptación del sistema por parte de los ganaderos de edad avanzada, ya que, aun sabiendo todos los beneficios que estos sistemas aportan, no los adoptan.

En el grupo 1, el 100 % de los ganaderos indicaron que los sistemas silvopastoriles pueden ser una

Figure 7. Characteristics of the technical factor that affect the implementation of the SSP, by groups 1 and 2.
Figura 7. Caracteres del factor técnico que afectan la implementación de los SSP, por los grupos 1 y 2.



"These systems are good because they help feed livestock better. It would be good to resume it, especially now that there's no grass to feed them. The animals take advantage of the uaxim when there is a dry season; it is what they eat the most since it is green and it is what attracts the attention of the cattle. [Interview with a rancher, 2020]."

In group 2 of livestock farmers, it is indicated that 66.6% of them know or have heard about silvopastoral systems. They consider these systems to be a useful strategy for the state, since traditional livestock farming has been used for a long time, causing erosion and loss of soil nutrients, so the silvopastoral system prevents losses and generates better and greater amounts of food for the animals, even during the drought there would be enough food, in addition, it helps in the mitigation of greenhouse gases that damage the environment.

Discussion

Jara et al. (2020) states that the adoption of agricultural technologies is complex, as it is conditioned by social, economic, financial and natural factors; our results confirm this characteristic. Livestock farmers mention that the above factors are involved in the adoption of technological innovations such as SSPs. The process of implementing an SSPs involves

estrategia útil en el estado de Yucatán, ya que, en el estado no hay extensiones grandes de pastizales, por lo que la ganadería intenta constantemente convertir la selva baja en pradera sin obtener resultados positivos a largo plazo, un sistema silvopastoril permitiría tener un arreglo similar al natural, el cual ayudaría a mejorar el confort del animal, ayudaría a la mitigación del cambio climático. Además, mejoraría la calidad y disponibilidad de forraje, lo cual ayudaría al aumento de peso de los animales con más y mejores nutrientes para obtener productos derivados de calidad. También permitiría la reducción del uso de fertilizantes, como bien señala un entrevistado:

"Estos sistemas son buenos porque ayudan a alimentar mejor al ganado, sería bueno retomarlo, sobre todo, ahora que no hay pasto para alimentar al ganado. Los animales aprovechan el uaxim cuando hay temporada de seca, es de lo que más se alimenta ya que se encuentra verde y es lo que más llama la atención del ganado. [Entrevista a un ganadero 2020]."

En el grupo 2 de ganaderos, se indica que el 66.6 % de ellos conocen o han escuchado sobre los sistemas silvopastoriles, consideran que estos sistemas son una estrategia útil para el estado, ya que desde hace mucho tiempo se ha utilizado la ganadería tradicional la

the proper management and appropriate selection of tree and shrub plantation species, as well as the proper management of grasses and the use of system synchronization when it includes different forage species.

From an economic perspective, it was manifested from the response of producers to the absence of institutional financial support and the scarcity of resources that producers have to cover the expenses in the implementation of SSPs, a situation that occurs at the general level and has restricted adoption (Ibrahim et al., 2001; Suárez, 2006; Cancino et al., 2016).

The age of livestock farmers has a decisive influence on the adoption of agricultural innovations. In this sense, group 1 was characterized by being older; it is known that older farmers are more reluctant to adopt innovations despite the information, workshops and resources provided in the first instance, in contrast to group 2, livestock farmers are between 27 and 54 years old, and their responses show greater interest in adopting and implementing the systems (Cancino et al., 2016; D'Souza et al., 1993). However, Cancino et al. (2016) state that younger people show little interest in the field. Nevertheless, the survey results show that young people want to know more about SSPs. In the first group, 22% of livestock farmers left the silvopastoral system, indicating that the work of maintaining the paddocks was time-consuming and heavy for them, as they had to prune trees, make paddocks, plant, and rotate animals. This is because they are usually used to doing little work, characteristic of conventional livestock farming. This activity becomes an important factor in the adoption of SSPs, although the remaining 68% of livestock farmers indicate they still have the silvopastoral system, the vast majority of this percentage has it somewhat abandoned, since the trees and paddocks are there, but are not given the management that a SSP indicates, returning to conventional livestock farming.

Regarding the level of education, D'Souza et al. (1993) mention that it influences decision-making for the adoption of innovations. In group 1, about 30% of livestock farmers have only secondary education or lower levels and 70% have high school or col-

cual provoca erosión y pérdida de nutrientes del suelo, por lo que el sistema silvopastoril evita las pérdidas y genera mejor y mayor cantidad de alimento para los animales, durante la sequía habría alimento suficiente, además, ayuda en la mitigación de gases de efecto invernadero que dañan el medio ambiente.

Discusión

Jara et al. (2020) afirman que la adopción de las tecnologías agrícolas es compleja, ya que se encuentra condicionado por factores sociales, económicos, financieros y naturales, los resultados confirman esta característica. Los ganaderos mencionan que los factores antes mencionados se involucran en la adopción de las innovaciones tecnológicas como los SSP's, el proceso de implementación de un SSP's implica el manejo y la selección adecuada de especies de plantaciones de árboles y arbustos, así como el control del pastizal y el uso de la sincronización del sistema.

En el aspecto económico, se manifestó a partir de la respuesta de los productores a la ausencia del apoyo financiero institucional y la escasez de los recursos que poseen los productores para solventar las erogaciones en la implementación de los SSP's, situación que ocurre en el ámbito general y ha restringido la adopción (Ibrahim et al., 2001; Suárez, 2006; Cancino et al., 2016).

La edad de los ganaderos tiene una influencia determinante en la adopción de las innovaciones agropecuarias. En ese sentido, el grupo 1, se caracterizó por poseer mayor edad, es sabido que los adultos de edad avanzada son más reticentes en la adopción de innovaciones a pesar de la información, talleres y recursos brindados en primera instancia, en contraste del grupo 2, los ganaderos se encuentran en una edad de los 27 a los 54 años y en las respuestas que proporcionan se observa mayor interés por adoptar e implementar los sistemas (Cancino et al., 2016; D'Souza et al., 1993). Sin embargo, Cancino et al. (2016), afirma que los más jóvenes presentan poco interés por el campo. Sin embargo, los resultados de la encuesta muestran que los jóvenes desean saber más sobre los SSP's. En el primer grupo, el 22 % de los ganaderos abandonó el sistema silvopastoril, indicando que el trabajo de dar mantenimiento a los potreros era bastante y pesado para ellos, ya que tenían que podar árboles, hacer potreros, plan-

lege, which, according to Marín et al. (2006) and Asfaw et al. (2016) low level of education is an indicator of poverty, which also hinders the adoption of systems, due to low knowledge, in addition to not having access to technology and the internet, this factor is important since it is difficult to access or learn new things, many times they are reluctant to adopt new methods because they do not have enough information or tools to do so, which is important when adopting these new technologies. In group 2, 45% have college degree and 55% have middle and high school, according to the results obtained, despite having advanced levels of schooling, the information they have received from the SSP has not been enough to strengthen their adoption. However, they continue to show interest in learning and are willing to be trained and attend workshops or courses related to silvopastoral systems.

As observed, group 1 indicates that the main factor preventing the adoption of silvopastoral systems is economic, followed by technical. Group 2 indicates that the main factor is the technical, followed by economic one, and the third is the family. Group 1, can show these two indicators because of the experience they have had with silvopastoral systems, while those in group 2 can conclude that they lack information about what SSPs are, which according to Cancino et al. (2016) and Lee et al. (2020), the dissemination strategy through workshops and technical advice can improve the acceptance and implementation of SSPs. Buck et al. (2019) mention that, in Australia, the advice from technical researchers motivates producers to implement silvopastoral systems based on *L. leucocephala*.

Regarding economic aspects, both groups argue that high implementation costs limit the adoption of SSPs, coupled with low financial solvency, including a shortage of available agricultural credit. The initial cost is high for small producers, such as several small farmers in Yucatan, making the implementation and establishment of SSPs complex. For example, some producers mention that in 2012-2014 the investment cost was around \$30,000.00 pesos per 2-3 ha. As cited in González (2013), the cost of a technological package was on average \$12,800 pesos per ha. Considering that economic benefits can be

tar, rotar a los animales, esto es porque por lo general están acostumbrados a realizar poco trabajo, característico de la ganadería convencional. Esta actividad se convierte en un factor importante, en la adopción de los SSP, a pesar de que el 68 % restante de los ganaderos indica aún contar con el sistema silvopastoril, la gran mayoría de este porcentaje lo tiene de cierta forma en abandono, ya que los árboles y los potreros están, pero no se les da el manejo que un SSP indica, regresando a la ganadería convencional.

Con relación a la escolaridad D'Souza et al. (1993), mencionan que influye en la toma de decisiones para la adopción de las innovaciones. En el grupo 1, cerca del 30 % de los ganaderos solamente tienen hasta la secundaria o niveles inferiores y el 70 % cuenta con preparatoria o universidad, que, de acuerdo con Marín et al. (2006) y Asfaw et al. (2016) mencionan que la baja escolaridad es un indicador de pobreza, que además obstaculiza la adopción de los sistemas, debido al bajo conocimiento, además de que no tienen acceso a la tecnología y al internet, este factor es importante, ya que, es complicado acceder o aprender lo nuevo, muchas veces se niegan a querer adoptar nuevos métodos porque no tienen la información o herramientas suficientes para llevarlo a cabo, lo cual es importante ante la adopción de estas nuevas tecnologías. En el grupo 2 el 45 % cuenta con universidad y el 55 % cuenta con secundaria y preparatoria, según los resultados obtenidos, a pesar de tener grados de escolaridad avanzados, la información que les ha llegado de los SSP no ha sido suficiente para fortalecer su adopción. Sin embargo, siguen mostrando interés por aprender y están dispuestos a capacitarse y asistir a talleres o cursos relacionados con los sistemas silvopastoriles.

Como se observa el grupo 1, indica que el factor principal que impide la adopción de los sistemas silvopastoriles es el económico, seguido del técnico. El grupo 2 indica que el factor principal es el técnico, seguido del factor económico y el tercer lugar corresponde al familiar. El grupo 1, puede mostrar esos dos indicadores debido a la experiencia que han tenido con los sistemas silvopastoriles, mientras que los del grupo 2, se puede concluir que les falta información de lo que son los SSP, que de acuerdo con Cancino et al. (2016) y Lee et al. (2020), la estrategia de difusión por medio de los talleres y asesorías técnicas pue-

around 2.8% over a ten-year period, González (2013) and Milera (2013) indicate that SSP's outputs may be 2.8% higher than the investment over ten years.

From the point of view of Cancino et al., (2016), low-income livestock farmers have limited opportunities to adopt new technologies. Partly because of low price of animals for sale, in addition to intermediary system that make it difficult to sell at a better price, and the need to solve urgent and immediate problems related to feed, producers cannot wait six to twelve months for the silvopastoral system to be established before they can use it for feed their animals. On the other hand, governments provide little financial resources to these types of projects aimed at restoring livestock farming.

In relation to the time that producers wait, from establishment to use of the system, this has been a recurring factor mentioned by producers as one of the main limitations of SSPs. In the experience that several of them have had, it seemed like a long time (from planting to the first grazing, which is 6-8 months) and was probably one of the causes of the abandonment of silvopastoral systems, this agrees with what Suárez (2006) points out, a long period is required between establishment and use by animals so that they do not damage the trees, he also mentions that in Cuba what they did was to intercrop short-cycle crops such as corn, melon, squash, etc., which also produced economic benefits from the sale of the products, before the period of use of the system. Another limitation is related to the lack of information. In this sense, when implementing a project that involves producers, it will be of utmost importance to ensure timely monitoring and relevant information to the livestock farmers involved. An additional aspect relates to the lack of training courses, this can be explained by the remoteness of several livestock-raising regions in the state of Yucatan, the lack of organization among livestock farmers, and the lack of communication and interaction between local livestock associations, institutions, and governments.

As mentioned by Toruño et al. (2015) and Shelton (2019) mention, it is necessary to strengthen the dissemination of information to increase the adoption of this new innovation, which has significant benefits. It is necessary to visit or provide information to

den mejorar la aceptación e implementación de los SSP. Buck et al. (2019), mencionan que, en Australia, el asesoramiento de parte de técnicos investigadores motiva a los productores a implementar sistemas silvopastoriles a base de *L. leucocephala*.

En relación con los aspectos económicos, ambos grupos externaron que los altos costos de la implementación limitan la adopción de los SSP, sumado a la poca solvencia económica, incluyendo la escasez de créditos disponibles al campo. El costo inicial resulta elevado para productores pequeños, como varios de los que existen en Yucatán, por ello, hace compleja la implementación y establecimiento de los SSP. Por ejemplo, algunos productores mencionan, que en el año 2012-2014 el costo de inversión fue cerca de \$30,000.00 pesos por 2-3 ha. Como se citó en González (2013) el costo de un paquete tecnológico fue en promedio de 12 800 pesos por ha. Considerando además que los beneficios económicos pueden ser alrededor del 2.8 % en un periodo de diez años, González (2013) y Milera (2013), señalan que los egresos de los SSP's pueden ser del 2.8 % mayor a la inversión en diez años.

Desde el punto de vista de Cancino et al. (2016), los ganaderos de bajos recursos tiene oportunidad remota para adoptar las nuevas tecnologías. En parte por el bajo precio de los animales a la venta, además del intermediario que dificulta en ocasiones la venta a mejor precio y la necesidad de resolver problemas urgentes e inmediatos relacionados con la alimentación, donde los productores no pueden esperar de seis a doce meses a que el sistema se encuentre establecido para poder alimentar sus animales. Por otro lado, los gobiernos destinan poco recurso económico a este tipo de proyectos orientados a la restauración de la ganadería.

En relación con el tiempo que esperan los productores, desde el establecimiento hasta el uso del sistema, ha sido un factor recurrente que mencionan los productores como una de las principales limitantes de los SSP. En la experiencia que han tenido varios de ellos, se les hizo un tiempo largo (desde la plantación a la primera poda que es de 6-8 meses) y probablemente fue alguna de las causas del abandono de los sistemas silvopastoriles, lo anterior, concuerda con lo que Suárez (2006) señala, se requiere un período largo entre el establecimiento y la utilización por parte

producers far from large cities, and to include and visit police stations where there are livestock farmers with few resources but with high expectations for agricultural innovations.

Considering Cancino et al. (2016), they claim that livestock farmers have the necessary knowledge about the benefits that SSPs provide, as indicated in the results. Both livestock groups mention that silvopastoral systems can be a useful strategy in the state of Yucatán. However, as Radrizzani et al. (2019) mention, livestock farmers have gotten used to managing a treeless pasture, a space that they themselves have cut down for decades, therefore, it is difficult to convince them that livestock systems should be reforested and that tree and shrub species offer great opportunities to the livestock sector and the environment. Future livestock farming requires new innovations such as the different types of silvopastoral systems, which have been successfully implemented in other regions and which have demonstrated increased productivity and profitability, being a technological innovation that allows for an efficient increase in forage quality and animal welfare (Van Zanten et al., 2019). In this regard, it is necessary to strengthen programs and projects that promote new technologies in livestock farming. There is also a need to strengthen research programs that make it possible for farmers to have greater access to the economic and environmental benefits of silvopastoral systems.

In this regard, it is necessary to strengthen programs and projects that promote new technologies in livestock farming. It is also necessary to strengthen research programs that make the economic and environmental benefits of silvopastoral systems more accessible to livestock farmers.

Conclusion

Despite the significant benefits achieved by implementing silvopastoral systems, many livestock farmers lose interest due to the lack of technical support and supervision during the implementation phase. Some even mention that their colleagues abandoned the system due to the increased work required for proper management.

The information available on silvopastoral systems for livestock farmers is limited, as they require,

de los animales para que no dañen los árboles, también menciona que en Cuba lo que hicieron fue sembrar intercalados cultivos de ciclo corto como maíz, melón, calabaza, etc., lo que también les produjo beneficio económico por la venta de los productos, antes del periodo de utilización del sistema. Otra limitante se relaciona con la falta de información, en este sentido, cuando se implementa un proyecto que involucre a los productores, será de suma importancia asegurar el seguimiento oportuno y la información pertinente a los ganaderos involucrados. Un aspecto adicional, se relaciona con la falta de los cursos de capacitación, lo anterior se puede entender por la lejanía de varias de las regiones ganaderas en el estado de Yucatán, la falta de organización de los ganaderos y la falta de comunicación e interacción entre las asociaciones locales ganaderas, las instituciones y los gobiernos.

Como mencionan Toruño et al. (2015) y Shelton (2019), es necesario fortalecer la difusión de información para aumentar la adopción de esta nueva innovación que tiene grandes beneficios. Es necesario visitar o hacerles llegar la información a los productores alejados de las grandes ciudades, incluir y visitar comisarías donde existen ganaderos con pocos recursos, pero con grandes expectativas en las innovaciones agropecuarias.

Teniendo en cuenta a Cancino et al. (2016), afirman que los ganaderos tienen el conocimiento necesario sobre los beneficios que los SSP brindan como indican en los resultados. Ambos grupos de ganaderos mencionan que los sistemas silvopastoriles pueden ser una estrategia útil en el estado de Yucatán. Sin embargo, como menciona Radrizzani et al. (2019) los ganaderos se han acostumbrado al manejo de un pastizal sin árboles, un espacio que ellos mismos han talado desde hace décadas, por lo tanto, es difícil convencerlos que los sistemas ganaderos deberían reforestarse y que especies arbóreas y arbustivas ofrecen grandes oportunidades al sector ganadero y al medio ambiente. La ganadería del futuro requiere de nuevas innovaciones como lo son los diferentes tipos de sistemas silvopastoriles, mismos que en otras regiones se han implementado con éxito y que han demostrado el aumento de la productividad y rentabilidad, siendo una innovación tecnológica que permite aumentar eficientemente la calidad de los forrajes y el bienestar animal (Van

in addition to information, workshops and supervision for the implementation of a silvopastoral system.

The family factor is pointed out as a very important component that may indicate that young people look for adopting these new technologies due to the knowledge they are acquiring. However, adults, despite knowing the benefits, do not encourage them to switch to conventional livestock farming practices. This could lead to parents or grandparents who own ranches not allowing them to adopt new technologies because they are not convinced of the benefits of silvopastoral systems.

It is essential for governments (local, regional, and national) to articulate efforts and strengths with several institutions to present and promote projects on new technologies such as silvopastoral systems. This will not only facilitate workshops and courses but also generate materials and curricula that will enable livestock farmers to implement these systems starting with small areas, providing the necessary follow up to convert conventional livestock systems into low carbon ones, such as silvopastoral systems.

Acknowledgments

To the livestock farmers surveyed for giving their valuable time to respond and share their experiences and concerns about livestock projects on silvopastoral systems, despite the contingency caused by Covid-19.

End of English version

References / Referencias

- Ajay Kumar, G. R., Dharmesh S., & Pratiksha P. (2024). Use of Survey Method in Research IJFMR Volume 6, DOI 10.36948/ijfmr.2024.v06i04.24773. <https://www.ijfmr.com/research-paper.php?id=24773>
- Asfaw S., Di Battista F., & Lipper L. (2016). Agricultural technology adoption under climate change in the Sahel: Micro-evidence from Niger. *Journal of African Economies*, 25(5): 637-669.
- Broom, D. M., Galindo, F. A., & Murgueitio, E. (2013). Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, pp. 1471-2954.

Zanten et al., 2019). En este sentido, es necesario fortalecer programas y proyectos que promuevan las nuevas tecnologías en la ganadería. También se hace necesario fortalecer los programas de investigación que permitan estar disponibles a los ganaderos para que tengan mayor accesibilidad a los beneficios económicos y ambientales de los sistemas silvopastoriles.

Conclusión

A pesar de los grandes beneficios obtenidos por la implementación de los sistemas silvopastoriles, varios ganaderos pierden el interés debido al poco seguimiento técnico y de supervisión durante su etapa de implementación, inclusive algunos mencionan que sus compañeros abandonaron el sistema por el esfuerzo de trabajo que se requiere para el manejo adecuado.

La información disponible sobre los sistemas silvopastoriles para los ganaderos es limitada ya que ellos requieren, además de la información, talleres y supervisión para la implementación de un sistema silvopastoril.

El factor familiar es señalado como un componente muy importante que puede indicar que los jóvenes buscan adoptar estas nuevas tecnologías por el conocimiento que van adquiriendo, Sin embargo, las personas adultas a pesar de conocer los beneficios que esto significa, no los hace cambiar a las prácticas convencionales de la ganadería. Lo anterior, podría provocar que los padres o abuelos dueños de los ranchos no les permitan adoptar las nuevas tecnologías porque no están convencidos de las bondades de los sistemas silvopastoriles.

Es necesario que los gobiernos (locales, regionales y nacionales) se unan a las diversas instituciones y que presenten y promuevan proyectos sobre las nuevas tecnologías como lo son los sistemas silvopastoriles. Lo anterior permitirá además de impartir los talleres y cursos, generar materiales o créditos que permitan a los ganaderos poder implementar estos sistemas empezando con pequeñas áreas, proporcionando el seguimiento necesario para poder convertir los sistemas ganaderos convencionales, en sistemas bajos de carbono, como los sistemas silvopastoriles.

- Buck S., Rolfe J., Lemin C., & English B. (2019). Adoption, profitability and future of *Leucaena* feeding systems in Australia. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 7(4): 303-314.
- Cancino R., Zebadúa M., Toral J., Garay A., & Martínez J. (2016). Adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: apoyos y limitantes. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias*, 7, 471-488.
- D'souza G., Cyphers D., & Phipps T. (1993) Factors affecting the adoption of sustainable agricultural practices. *Agricultural and Resource Economics Review*, 22(2): 159-165.
- Feria Ávila, H., Matilla González, M., & Mantecón Licea, S. (2020). La entrevista y La encuesta: ¿métodos o técnicas de indagación empírica? *Didáctica y Educación* ISSN 2224-2643, 11(3), 62–79. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/992>
- González J. M. (2013). Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), con base en *Leucaena leucocephala* (Estudio de caso en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, México). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17 (3) : 35-50.
- Ibrahim, M., Alonzo, M., Gómez, M., & Prins, K. (2001). Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. *CATIE, Turrialba* (Costa Rica), 8(4).
- Ilker Etikan, Sulaiman Abubakar Musa, & Rukayya Sunusi Alkassim. (2015). Comparación entre el muestreo por conveniencia y el muestreo intencional. *Revista estadounidense de estadística teórica y aplicada*. 5(1), 1-4. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- INEGI (2018). Mapa de Yucatán. División Municipal. https://cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/entidades/div_municipal/yucmpios.pdf
- Jara R. R., Russey S., Roco L., Fleming M. D., & Engler A. (2020) Factors affecting the adoption of agroforestry practices: insights from silvopastoral systems of Colombia. *Forests*, 11(6).
- Lara Pulido J. A., Guevara Sanginés A., & Torres Rojo J. M. (2022). Análisis económico para la transición a sistemas de producción ganadera regenerativa de bovinos en Chiapas, Chihuahua, Jalisco y Veracruz, México: Informe Final. Fondo mexicano para la conservación de la naturaleza, A.C.
- Lee S., Bonatti M., Löhr K., Palacios V., Lana M., A., & Sieber S. (2020). Adoption potentials and barriers of silvopastoral system in Colombia: Case of Cundinamarca region. *Cogent Environmental Science*, 6(1): 182-363.
- Mahecha L. (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la

Agradecimientos

A los ganaderos encuestados por brindar parte de su valioso tiempo en responder y compartir sus experiencias y preocupaciones acerca de los proyectos ganaderos sobre los sistemas silvopastoriles, a pesar de la contingencia ocasionada por el Covid-19.

Fin de la versión en Español

- ganadería colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 16: 11-18.
- Marín Y., Ibrahim M., Villanueva C., Ramírez E., & Sepúlveda C. (2006). Los impactos de un proyecto silvopastoril en el cambio de uso de la tierra y alivio de la pobreza en el paisaje ganadero de Matiguas, Nicaragua. *Agroforestería de las Américas*, (45): 109-116.
- Martínez V., Flores J., & Pérez R. (2002). Función de producción de la ganadería de doble propósito de la zona oriente del estado de Yucatán, México, 40, 187-192.
- Milera M. (2013). Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Avances en investigación Agropecuaria*, 17(3): 7-24.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Radrizzani A., Pachas N. A., Gándara L., Goldfarb C., Peticari A., Lacorte S., & Pueyo, D. (2019). *Leucaena* feeding systems in Argentina. I. Five decades of research and limitations for adoption. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 7(4): 381-388.
- Ramírez L., & Rivera J. (2004). La ganadería en el contexto de la biodiversidad. *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*, 108-110.
- Ramírez A. L., Solorio S., F. J., Aguilar C. F., Ayala B. A. J., & Ku V., J. C. (2019) *Leucaena leucocephala* feeding Systems for cattle Production in Mexico, 7: 375-380.
- Rivera Herrera, J. E., Molina B. I., Chará O. J., Murgueitio R. E., & Barahona R., R. (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.
- Shelton H., M. (2019). International *Leucaena* conference 2018: Highlights and priorities. *Tropical Grasslands*, 7 (4): 469-478.

- Suárez T. C. J. (2006). Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica. *Pastos y forrajes*, 29: 1-6.
- Toruño I., Mena Urbina. M. A., & Guharay, F. (2015). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles.
- Van Zanten H. H., Van Ittersum M. K., & De Boer I. J. (2019). The role of farm animals in a circular food system. *Global Food Security*, 21: 18-22.
- Vázquez Velázquez, J, Carrión Osorio, E., Rodríguez Orozco, N., Ibarra Morales, J. P., Santamaría Monarrez, J., Cruz Morales, A, Patricio Silva, E., Mendoza Galarza, J. A., Sánchez M., Flores Sánchez, J, J, & Pulido Albores, A. R. (2020). Programa estatal de extensión rural para la ganadería sostenible en Veracruz. Gobierno de México. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Colegio de Posgraduados.