



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS CAMPECHE

**POSTGRADO DE BIOPROSPECCIÓN Y SUSTENTABILIDAD
AGRÍCOLA EN EL TRÓPICO**

CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE UNIDADES PRODUCTIVAS DE BOVINOS CON SISTEMAS SILVOPASTORILES EN DOS MUNICIPIOS DE CAMPECHE, MÉXICO

ISSAC ISMAEL CAUICH CAUICH

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

SIHOCHAC, CHAMPOTÓN, CAMPECHE, MÉXICO

2023



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: **Caracterización y tipificación de unidades productivas de bovinos con sistemas silvopastoriles en dos municipios de Campeche, México** realizada por el estudiante: **Issac Ismael Cauch Cauch** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
BIOPROSPECCIÓN Y SUSTENTABILIDAD AGRÍCOLA EN EL TRÓPICO

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERA



DRA. SILVIA FRAIRE CORDERO

ASESORA



DRA. VERÓNICA ROSALES MARTÍNEZ

ASESOR



DR. ALBERTO SANTILLÁN FERNÁNDEZ

ASESOR



DR. FRANCISCO JAVIER SOLORIO SÁNCHEZ

Sihochac, Champotón, Campeche, México, abril de 2023

CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE UNIDADES PRODUCTIVAS DE BOVINOS CON SISTEMAS SILVOPASTORILES EN DOS MUNICIPIOS DE CAMPECHE, MÉXICO

Issac Ismael Cauich Cauich, M. C.
Colegio de Postgraduados, 2023

RESUMEN

En el estado de Campeche, la ganadería extensiva es considerada una de las principales causas directas de deforestación por lo que se han implementado sistemas silvopastoriles (SSP) como alternativa hacia una ganadería sostenible. El objetivo fue caracterizar unidades productivas (UP) de bovinos con sistemas silvopastoriles en los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche, usando variables socioeconómicas, tecnológicas y comerciales. Para ello se aplicó una encuesta a 46 productores de bovinos con sistemas silvopastoriles dispersados en los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche. La información se analizó mediante un análisis de conglomerados y análisis de varianza, en donde fueron identificados y caracterizados tres grupos: Grupo 1 ($n=6$, 13 %), se definió como UP “convencionales” enfocados a la producción de leche, Grupo 2 ($n=27$, 59 %) definido como UP “en desarrollo” dedicados a la producción de carne y leche, y Grupo 3 ($n=13$, 28 %) como UP “desarrollados” enfocados a la producción de carne. Las UP del Grupo 3 se diferenciaron ($p \leq 0.05$) de los Grupos 1 y 2 por poseer mayor edad, superficie ganadera, hato total, SSP en bancos de proteína, hato que pastorea en el SSP, % parición, instalaciones, venta a centros de acopio y volumen de venta. Las principales limitantes percibidas fueron en aspectos sanitarios, registros productivos, costo del alimento, presencia de intermediarios, precios de venta, inestabilidad de los recursos naturales, manejo del SSP, asesoría técnica, mano de obra y paquetes tecnológicos. Las UP de bovinos con SSP de los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche están afectadas principalmente por aspectos tecnológicos y comerciales, por lo que las estrategias propuestas deben basarse prioritariamente en estos aspectos.

Palabras clave: ganadería, sistemas de bovinos, silvopastoril

CHARACTERIZATION AND CLASSIFICATION OF CATTLE PRODUCTION UNITS WITH SILVOPASTORAL SYSTEMS IN TWO MUNICIPALITIES OF CAMPECHE, MEXICO

Issac Ismael Cauich Cauich, M. C.
Colegio de Postgraduados, 2023

ABSTRACT

In the state of Campeche, extensive cattle ranching is considered one of the main direct causes of deforestation, so silvopastoral systems (SSP) have been implemented as an alternative towards sustainable cattle ranching. The objective was to characterize productive units (UP) of cattle with silvopastoral systems in the municipalities of Champotón and Escárcega, Campeche, using socioeconomic, technological and commercial variables. For this purpose, a survey was applied to 46 cattle producers with silvopastoral systems dispersed in the municipalities of Champotón and Escárcega, Campeche. The information was analyzed by cluster analysis and analysis of variance, where three groups were identified and characterized: Group 1 (n=6, 13 %), defined as "conventional" UP focused on milk production, Group 2 (n=27, 59 %) defined as "developing" UP dedicated to meat and milk production, and Group 3 (n=13, 28 %) as "developed" UP focused on meat production. Group 3 UPs differed ($p \leq 0.05$) from Groups 1 and 2 by having higher age, livestock area, total herd, SSP in protein banks, herd grazing in SSP, % calving, facilities, sales to collection centers and sales volume. The main constraints perceived were sanitary aspects, production records, feed cost, presence of intermediaries, sales prices, instability of natural resources, SSP management, technical assistance, labor and technological packages. The cattle UPs with SSP in the municipalities of Champotón and Escárcega, Campeche are mainly affected by technological and commercial aspects, so the proposed strategies should be based primarily on these aspects.

Key words: livestock, cattle systems, silvopastoralism

DEDICATORIA

Con dedicación especial a la virgen de Guadalupe por cumplirme la petición de hacer este sueño realidad en obtener el grado como Maestro en Ciencias.

A mi consejera la Dra. Silvia Fraire Cordero por motivarme a seguir con mi preparación profesional.

A mi familia por estar siempre conmigo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por prestarme vida y salud para poder culminar el postgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para la realización de mis estudios de postgrado.

Al Colegio de Postgraduados Campus Campeche por brindarme el mejor servicio en toda mi estancia en el postgrado en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico.

Al proyecto CONACYT 317563 “Sistemas agrosilvopastoriles como alternativa para fortalecer la ganadería familiar y la seguridad alimentaria de pequeños productores del estado de Campeche, México” por el uso de recursos.

A mi consejera la Dra. Silvia Fraire Cordero por ser ella quien me motivó a continuar mi preparación educativa, por la confianza depositada y los buenos tratos recibidos en toda mi estancia en el postgrado.

A cada uno de los miembros de mi familia por apoyarme en todo momento, por ser el motivo para seguir estudiando, en especial a mis padres y por supuesto a mi hermano y cuñada por tomar el rol de padre y madre, respectivamente.

A mi compañera la Ing. Teresa de Jesús Moo Ucan por el apoyo y confianza recibida en todo momento.

Al comité asesor, la Dra. Verónica Rosales Martínez, Dr. Alberto Santillán Fernández y al Dr. Francisco Javier Solorio Sánchez, por todo el apoyo recibido y la orientación académica para desarrollar la tesis.

A las organizaciones, Pronatura Península de Yucatán A.C., y Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles (BioPaSOS) del estado de Campeche, por aceptar ser parte de este proyecto de investigación y facilitar el acercamiento a los productores.

A todos los productores cooperantes de cada una de las comunidades evaluadas, por abrir sus puertas y apoyar el proyecto de investigación.

Al Dr. Samuel Vargas por enseñarme y motivarme.

A cada uno de mis amigos que confiaron en mí y me apoyaron.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE CUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
2.3. Hipótesis general	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1. Actividad ganadera en México.....	4
3.2. La ganadería en el estado de Campeche	5
3.2.1. Retos de la ganadería en el estado de Campeche.....	6
3.3. Agroforestería	8
3.3.1. Clasificación de los Sistemas Agroforestales	9
3.4. Sistemas silvopastoriles	9
3.4.1. Componentes de los Sistemas silvopastoriles.....	10
3.4.2. Diseños de los Sistemas silvopastoriles.....	11
3.4.3. Beneficios de los Sistemas silvopastoriles	13
3.4.4. Desventajas de los Sistemas silvopastoriles.....	14
3.4.5. Principales especies arbóreas y arbustivas en los SSP del sur de México.....	15
3.4.6. Investigaciones de SSP en el sur de México	16
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
4.1. Localización.....	18
4.2. Grupo objetivo.....	19
4.3. Encuesta	19
4.4. Variables evaluadas.....	19
4.5. Análisis de la información.....	20
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22

5.1. Tipología de productores	22
5.2. Características socioeconómicas	23
5.3. Características tecnológicas.....	25
5.3.1. Especies productivas.....	25
5.3.2. Sistema silvopastoril.....	26
5.3.3. Beneficios del Sistema silvopastoril.....	31
5.3.4. Genética y reproducción.....	33
5.3.5. Alimentos y suplementos	35
5.3.6. Sanidad.....	37
5.3.7. Instalaciones y equipo	39
5.3.8. Productividad.....	42
5.4. Características comerciales.....	43
5.4.1. Comercialización	43
5.5. Factores que limitan el sistema productivo.....	46
5.6. Estrategias complementarias a la unidad de producción	54
VI. CONCLUSIÓN	59
VII. LITERATURA CITADA	60
ANEXOS	69

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Características socioeconómicas según tipología del productor ganadero con sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.....	23
Cuadro 2. Tenencia de la tierra y superficie ganadera según tipología del productor ganadero con sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.....	24
Cuadro 3. Características del Sistema Silvopastoril de unidades productivas de bovinos de Champotón y Escárcega, Campeche, según tipología del productor.....	26
Cuadro 4. Inversión económica para la implementación de arreglos silvopastoriles en unidades productivas de bovinos de Champotón y Escárcega, Campeche.....	29
Cuadro 5. Especies arbóreas representativas según arreglo silvopastoril de Champotón y Escárcega, Campeche.....	30
Cuadro 6. Porcentaje de presencia de razas de bovinos en unidades productivas de bovinos con Sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.....	34
Cuadro 7. Características reproductivas de bovinos de unidades productivas con Sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.....	35
Cuadro 8. Principales enfermedades y endo y ecto parásitos presentes en bovinos de unidades productivas con Sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.....	38
Cuadro 9. Infraestructura en unidades productivas de bovinos con Sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.....	39
Cuadro 10. Infraestructura y vehículos de transporte en unidades productivas de bovinos con sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.....	42
Cuadro 11. Parición, mortalidad y ganancia diaria de peso de bovinos en unidades productivas con Sistemas silvopastoriles en Champotón y Escárcega, Campeche.....	42

Cuadro 12. Producción y precio de la leche de bovinos en unidades productivas con Sistemas silvopastoriles en Champotón y Escárcega, Campeche.	43
Cuadro 13. Peso, volumen y precio de venta de bovinos de unidades productivas con Sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.	44
Cuadro 14. Percepción cualitativa de productores respecto a los principales factores que limitan la rentabilidad de unidades de producción de bovinos con Sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.	48
Cuadro 15. Percepción cualitativa de productores respecto a los principales factores que limitan la rentabilidad de unidades de producción de bovinos con sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.....	52
Cuadro 16. Estrategias propuestas en unidades de producción de bovinos con Sistemas silvopastoriles en Champotón y Escárcega, Campeche.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de ranchos ganaderos (UP) con Sistemas silvopastoriles en los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche, México.	18
Figura 2. Dendograma de la tipología de productores con sistemas silvopastoriles pertenecientes a los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche.	22
Figura 3. Especies animales presentes en unidades productivas con SSP de Champotón y Escárcega, Campeche, según tipificación de productores.....	26
Figura 4. Arreglos de los Sistemas silvopastoriles en unidades productivas de bovinos del municipio de Champotón y Escárcega, Campeche.....	28
Figura 5. Beneficios de los Sistemas silvopastoriles según tipificación de productores del municipio de Champotón y Escárcega, Campeche.	32
Figura 6. Proporción del tipo de pasto utilizado para la alimentación de bovinos en unidades productivas con SSP de los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche.	36
Figura 7. Mercado de comercialización de bovinos de unidades productivas con Sistemas silvopastoriles de los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche.	45

I. INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera es la principal usuaria de la tierra, ocupa más de 3,900 millones de hectáreas que representan casi el 30% de la superficie terrestre (Martins *et al.*, 2019). De éstas, 500 millones están cultivadas de forma intensiva, 1,400 millones son pastizales de productividad relativamente buena y aproximadamente 2,000 millones de hectáreas son pastizales extensivos de productividad relativamente baja (Pérez, 2008). A medida que el sector ganadero se incrementa, sus requerimientos de tierra crecen y el sector sufre una transición geográfica que involucra cambios en la intensidad del uso de la tierra y en los patrones de distribución geográfica. La pérdida global ocasionada por los sistemas extensivos es mucho más alta que la inducida por los sistemas más intensivos (Pérez, 2008), aunque esta última se incrementa rápidamente y puede superar a la primera.

En México, la ganadería extensiva es considerada como una de las principales causas directas de deforestación (Molina-Rivera *et al.*, 2019). Los productores generalmente realizan un desmonte total para establecer potreros con monocultivos de pastos. Este sistema extensivo se caracteriza por hacer un uso limitado de tecnologías, tener baja productividad por animal y por superficie, alimentación basada principalmente en el pastoreo extensivo y un limitado número de animales por unidad de superficie (Boyazoglu y Nardone, 2003).

Con relación al estado de Campeche, existe una superficie de 628,885 hectáreas destinadas a la producción pecuaria (SIAP, 2016), el 38 % de la producción ganadera del estado se comercializa en pie, y el restante 62 % se comercializa como carne en canal en los mercados locales (SAGARPA, 2016). Los sistemas que predominan en el estado son los sistemas extensivos, basados en monocultivo de pasturas, los cuales se caracterizan por su baja productividad, aunado a ello se asocian problemas de deforestación, degradación del suelo, escasez del agua y alteraciones en el clima (Molina-Rivera *et al.*, 2019).

También se reconoce que las actividades ganaderas contribuyen al cambio climático y a la contaminación ambiental, emiten cantidades considerables de gases de efecto

invernadero (GEI), principalmente, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), que favorecen de manera importante al cambio climático (Pérez, 2008). Los rumiantes, y en menor medida, los monogástricos emiten metano como parte de su proceso digestivo que involucra la fermentación microbiana de alimentos fibrosos (Pérez, 2008). Eso hace necesario aumentar la adopción de sistemas productivas más eficientes en el uso de los recursos locales, con menor impacto ambiental, y con mayores beneficios productivos, sociales y económicos (Jarvis *et al.*, 2010; Rivera *et al.*, 2016).

Como alternativa para contrarrestar estas acciones, ha venido impulsando la implementación de sistemas silvopastoriles en la ganadería, dichos sistemas son conocidos como una modalidad del sistema agroforestal pecuario destinado a la producción de carne y leche, así como madera, frutas y otros bienes asociados a la biodiversidad (Rivera *et al.*, 2016).

Por lo tanto, es importante conocer y mejorar las prácticas pecuarias que actualmente se desarrollan, para proponer estrategias que cumplan con su función y se lleven a la práctica con un equilibrio y adaptabilidad ambiental. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue caracterizar y tipificar unidades productivas de bovinos con sistemas silvopastoriles considerando factores socioeconómicos, tecnológicos y comerciales e identificar los factores que limitan la producción para generar propuestas que mejoren los sistemas productivos en dos municipios de Campeche, México.

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo general

Caracterizar y tipificar unidades productivas de bovinos con sistemas silvopastoriles considerando factores socioeconómicos, tecnológicos y comerciales e identificar los factores que limitan la producción en dos municipios de Campeche, México.

2.2. Objetivos específicos

Tipificar unidades productivas de bovinos con sistemas silvopastoriles considerando factores socioeconómicos, tecnológicos y comerciales en los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche, México.

Identificar los factores que limitan la producción de las unidades productivas de bovinos con sistemas silvopastoriles en los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche, México.

Proponer estrategias a partir de las limitantes detectadas en las unidades productivas de bovinos con sistemas silvopastoriles de los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche que puedan mejorar la producción.

2.3. Hipótesis general

Las unidades productivas de bovinos con sistemas silvopastoriles de los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche, están limitados mayoritariamente por factores tecnológicos que ejercen mayor influencia en la producción ganadera.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Actividad ganadera en México

En México, la ganadería es una de las actividades económicas más importantes, actualmente es uno de los cuatro motores del sector agroalimentario en el país (SIAP, 2021a), ocupa una superficie de 177 millones de hectáreas (55 % del territorio nacional) que son dedicadas a esta actividad, las cuales consisten en cría, tratamiento y reproducción de animales, colocándose de esta manera en el séptimo lugar como potencia mundial en productos pecuarios (SADER, 2021).

La práctica de la actividad ganadera en México desempeña muchas funciones vitales en los hogares y las economías, incluida la producción de alimentos y energía, la generación de ingresos, el almacenamiento de reservas de capital y la mejora de la condición social entre otros beneficios. El volumen de producción pecuaria del país depende tanto de la población ganadera nacional como de los parámetros productivos y reproductivos de las unidades de producción. Dada su importancia económico-social se deben implementar tecnologías y cambios necesarios, considerando alternativas de producción amigables con el medio ambiente, para combatir los cambios acelerados que ocurren en el medio ambiente, provocados por las actividades irresponsables de la humanidad (Morales-Crispín *et al.*, 2021).

En la actualidad, son muchos los desafíos que enfrenta el sector ganadero en la cría y producción animal para el suministro de alimentos, como el aumento de la demanda que ocasiona la pérdida de bosques tropicales, la pobreza, el cambio climático, las amenazas a las formas de apoyo basadas en la cría de animales, los nuevos problemas de salud animal, la degradación ambiental, así como la pérdida de especies y razas adaptadas a nivel local (Randolph *et al.*, 2007; FIRA, 2017).

El consumo de proteína animal está relacionado con el crecimiento de la población mundial y el poder adquisitivo, se estima que para el año 2050, la población mundial crecerá más del 33%, por lo que se estima que el consumo de carne puede incrementar hasta un 70% aproximadamente (SIAP, 2021a).

Frente a los desafíos presentes en la actualidad en el sector agropecuario, los pequeños agricultores han desarrollado sistemas ganaderos tradicionales adaptados empíricamente a sus recursos locales, utilizando tecnología simple y pocos insumos externos (Moreno-Calles *et al.*, 2015), estos sistemas ganaderos tradicionales son particularmente relevantes para la ordenación de los bosques tropicales (Fuentealba y González-Esquivel, 2015), la conservación de áreas forestales y el uso de prácticas silvopastoriles con especies arbóreas locales (Sánchez-Romero *et al.*, 2021).

3.2. La ganadería en el estado de Campeche

El estado de Campeche es uno de los estados con menor densidad de población animal, se reportan 674,094 cabezas animales para el año 2021 en este estado (SIAP, 2021b). Sin embargo, representa un alto porcentaje de espacio ocupado por el tipo de sistema que se desarrolla (Cuervo-Osorio *et al.*, 2020). Los municipios que dedican mayor superficie para desarrollar la ganadería son: Candelaria y Carmen, seguido de Champotón y Escárcega, con extensiones que van de las 60,000 a las 130,000 ha (BioPasos, 2018).

Esta actividad es mayoritariamente de sistema mixto que combina la agricultura con la ganadería (Pérez y García, 2021), se caracteriza por el pastoreo extensivo, bajo nivel tecnológico y carencia de infraestructura. Los hatos ganaderos son en su mayoría de tipo tradicional enfocado a repoblar las especies, se considera esta práctica de producción como medio de ahorro, autoconsumo, sin registros productivos y reproductivos (SIAP, 2021b).

Además, presenta un bajo nivel de valor agregado, principalmente por la falta de infraestructura para el manejo de animales y forrajes. Además, una de las mayores limitantes para este tipo de sistemas es la marcada estacionalidad en la producción y disponibilidad de las pasturas, además de una deficiente calidad nutricional en la época seca del año, lo cual no permite obtener niveles aceptables de producción de carne y leche, afectándose de igual manera los parámetros reproductivos (SIAP, 2016).

Lo anterior ha generado un incremento de intermediarios en el mercado y la venta de productos sin finalización a precios poco atractivos según el Plan Estatal de Desarrollo 2015-2021 (Gobierno del estado de Campeche, 2016).

En los municipios de Escárcega y Champotón, la ganadería se enfoca principalmente en la producción de becerros a media ceba en la región División del Norte (Escárcega) y Constitución (Calakmul); en la región de Altamira de Zináparo (Escárcega) y Valle de Yohaltún (Champotón) los productores se dedican a la producción de leche y becerros, los meses con mayor venta de becerros(as), novillos(as) o animales de desecho corresponden al inicio de año y fin de año, son épocas en que naturalmente se tienen los becerros (por el patrón de lluvias) y también influye la necesidad de recursos económicos para el sustento de la familia (Cuervo-Osorio *et al.*, 2020).

Algunos ganaderos del estado cuentan con activos como son: equipos y maquinarias, herramientas menores, vehículos e infraestructura productiva (galeras, bodegas, corrales y mangas), haciendo un análisis de activos declarados se determinó que invierten un promedio de \$140,000 pesos. Los insumos adquiridos con mayor frecuencia son para alimentación del hato (pollinaza, sal común y mineral, melaza, maíz molido), para mantenimiento de potreros (herbicidas, alambre, entre otros), para manejo sanitario (vacunas, vitaminas y desparasitantes) refacciones (INEGI, 2019).

3.2.1. Retos de la ganadería en el estado de Campeche

El estado de Campeche ha sufrido cambios socioeconómicos importantes en los últimos años, ha incrementado la población y las actividades económicas vinculadas a la agricultura y ganadería. Esta última ha impactado negativamente las áreas forestales en los últimos años, y ha contribuido al incremento de emisiones de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Además, ha incrementado la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios y de la población humana dedicada a esta actividad (Alayón-Gamboa *et al.*, 2016).

Campeche enfrenta serios problemas de sustentabilidad, atribuidos a factores poblacionales y a cambios en el uso del suelo.

Se ha incrementado considerablemente la superficie de tierras de labor y pastoreo, a costa de una marcada reducción de la superficie de bosques y selvas, como consecuencia de mayor demanda de alimentos de origen vegetal y animal (Alayón-Gamboa *et al.*, 2016).

A manera de contrarrestar el daño provocado por la ganadería extensiva practicada en Campeche, se buscan alternativas de transición más eficiente; para ello se consideran algunas opciones como cambios tecnológicos para mantener o aumentar la productividad animal, en un contexto de conservación y buen manejo de los recursos naturales.

En ese sentido, la gran diversidad arbórea y arbustiva que es aprovechada por la ganadería extensiva en el sur de México es una oportunidad para implementar diferentes estrategias por ser de fácil acceso a los productores y debido a los múltiples usos y servicios ambientales que ofrece este recurso. Existen especies arbóreas nativas que cumplen funciones múltiples en la producción ganadera, debido a que son una opción agroforestal al mantener árboles tanto al interior como en los límites de las pasturas, con opción a ser mejorado.

En Campeche Dzib-Castillo *et al.* (2021) señalan que los pequeños productores pueden utilizar para la alimentación animal hasta 39 especies herbáceas, arbustivas y arbóreas con potencial forrajero adaptadas a la selva baja caducifolia, y su uso ocurre principalmente en la vegetación secundaria conocida como acahuales.

Bajo ese contexto, los sistemas silvopastoriles son una opción que permite integrar árboles dentro de los sistemas ganaderos, mejorando la diversidad de productos y servicios como forraje, leña, maderas, alimentos para consumo humano y servicios ambientales como captura de carbono y conservación de la humedad y del suelo (Román *et al.*, 2016). Los cuales junto con otras prácticas de la agroforestería han sido validadas en múltiples escenarios agroecológicos y sociales, y han mostrado sus bondades en la conservación y en la oferta de servicios ambientales (Murgueitio *et al.*, 2013; Villanueva-Partida *et al.*, 2019).

3.3. Agroforestería

La agroforestería es entendida como un sistema que incluye árboles que crecen cerca de los cultivos anuales junto con la producción animal, todo ello modifica el microclima, mantienen y mejoran la fertilidad del suelo y la microbiología edáfica (Aguilar *et al.*, 2021). También se le conoce como agrosilvicultura practicada desde el inicio de la agricultura en México y en América Latina, surgen de la combinación del uso de los recursos naturales (Pérez y García, 2021).

La práctica involucra “nueva-vieja” manera de mejorar los sistemas de producción, administración y la integración de cultivos, árboles y ganado, en una misma parcela que intensifican las relaciones agroecológicas entre estos componentes, que en lugar de maximizar una salida única y privilegiar un estilo de producción homogéneo, deberá subrayar la sostenibilidad ambiental, vigorizar la redituabilidad económica, promover la diversidad productiva, fortalecer la equidad social y defender la diversidad cultural de los sistemas actualmente existentes y, en el diseño, evaluación, transferencia y validación de los que se introduzcan dentro del sistema (Rosati *et al.*, 2021).

La agrosilvicultura representa el enfoque integral basado en principios agroecológicos para aprovechar los atributos de sostenibilidad, aprovechando de forma eficiente la integración de los recursos locales naturales, con los sistemas productivos (agricultura, ganadería y forestal) logrando una diversidad de beneficios (Iglesias, 2011). Esta alternativa técnica-social parte del conocimiento tradicional de los productores e incorpora conocimiento científico y nuevas innovaciones de producción, valorizando la importancia de especies arbustivas y arbóreas, la protección de los recursos naturales y su aprovechamiento inteligente (Román *et al.*, 2016).

La Agroforestería ha sido reconocida a nivel mundial por agencias internacionales de desarrollo, por su viabilidad técnica y social, para contribuir modestamente en la transformación de la producción animal tradicional, en sistemas que contribuyan a la producción de alimentos, al tiempo que contribuyan a la conservación de la biodiversidad y a la generación de servicios ambientales (Apan-Salcedo *et al.*, 2021).

A pesar de que existe información y estudios sobre la agroforestería, la adopción de la tecnología, por parte de los productores, es escasa. Derivado de las políticas públicas que impulsan poco estos sistemas de producción aunado a la falta, en sistemas más rentables, principalmente limitados por falta de financiamiento (Ríos *et al.*, 2019), proceso que impide el desarrollo económico de los productores al no mantener un equilibrio social, en su economía familiar y ecológica en sus tierras de cultivo (Forero *et al.*, 2018).

3.3.1. Clasificación de los Sistemas Agroforestales

La clasificación de los sistemas agroforestales (SAFs) es importante para su evaluación y mejoramiento, no obstante, la complejidad de estos sistemas hace difícil este proceso. Los criterios de clasificación más frecuentes son: la estructura o función del sistema, las zonas agroecológicas donde existe el sistema o donde puede ser adaptable, así como el escenario socioeconómico de producción y el nivel de manejo del sistema (Arevalo *et al.*, 2021).

Según Márquez (2021) los SAFs se clasifican en sistemas agroforestales secuenciales, sistemas agroforestales simultáneos, cercas vivas y cortinas rompe vientos, todos ellos de acuerdo con el tiempo y el espacio en donde se encuentren. Por su parte, Pérez y García (2021) los clasifican de acuerdo con los tipos de combinaciones de los componentes que los conforman, considerando tres: los sistemas agroforestales o silvoagrícolas, sistemas agrosilvopastoriles y sistemas silvopastoriles.

3.4. Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son sistemas que integran el manejo de árboles y arbustos en la producción ganadera, involucran la presencia de las leñosas perennes, interactuando con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), y todos ellos están bajo un sistema de manejo integral. Los árboles pueden ser de vegetación natural o plantados con fines maderables, frutales, forrajeros, para productos industriales, o árboles multipropósito, que permiten incrementar la diversidad biológica y la prestación de servicios ambientales (Chávez-Espinoza *et al.*, 2022).

Otros autores como Ojeda *et al.* (2003), los definen como aquel uso de la tierra y tecnologías en que leñosas perennes (árboles, arbustos y otros) son deliberadamente combinadas en la misma unidad de manejo con plantas herbáceas (cultivos, pasturas) y/o animales, incluso en la misma forma de arreglo espacial o secuencia temporal y en que hay interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes.

El sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria en suelos y ambientes poco favorables para el establecimiento de cultivos agrícolas, además de tener otros beneficios como disminuir la erosión del suelo, generan materia orgánica, aportan sombra para el ganado y contribuye a la mitigación del cambio climático, entre otros, son viables para una transición y adoptar nuevas técnicas de optimizar la producción (Sotelo *et al.*, 2017).

Estos sistemas son practicados a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas comerciales con inclusión de ganado, hasta el pastoreo de animales como complemento a la agricultura de subsistencia.

3.4.1. Componentes de los Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles deben estar integrados por una gran diversidad de especies vegetales, formadas en diferentes estratos, deberán considerar al menos dos componentes forrajeros principales, conocidos como gramíneas y arbustos/árboles (Arcani, 2022).

Las gramíneas forrajeras son las plantas que constituyen la mayor parte de las áreas de producción de forraje para el ganado de una forma más económica de la que dispone un productor para mantener a sus animales, pueden ser establecidas o desarrolladas naturalmente dentro del sistema (Alvarado-Canché *et al.*, 2022). Entre éstas se encuentran especies que son sembradas para pastoreo directo y otras que se siembran para ser utilizadas mediante cortes en forma manual o mecanizada, para suministro en comederos, ya sea en forma fresca, en ensilaje o heno (Canul-Solis *et al.*, 2018).

Este componente, depende de un manejo adecuado para que adquiera todo su potencial y al ser utilizado, los animales tengan un buen crecimiento, desarrollo, producción y reproducción (Ramos-Trejo *et al.*, 2019).

Los pastos proporcionan una cantidad considerable de forraje, suficiente para el desarrollo correcto de los rumiantes, mejoran la estructura del suelo por su sistema radicular y se adaptan a la mayoría de los suelos, incluso en áreas pedregosas (Murgueitio *et al.*, 2013). El uso de especies o variedades de pastos mejorados, con mayor calidad y potencial de producción forrajera que las nativas o naturalizadas, permite lograr un aumento en la producción de leche o de carne por unidad animal o por unidad de superficie, y reducir los costos de producción (Motta *et al.*, 2019).

En el caso de los árboles o arbustos que generalmente son leguminosas combinadas con gramíneas, conforman una opción forrajera muy interesante al complementar sus cualidades logrando un beneficio mutuo (López *et al.*, 2019).

Es así como en sinergia aportan diferentes componentes nutricionales al animal como: agua, materia seca, proteína, energía, celulosa, hemicelulosa, lignina y otros componentes (vitaminas, minerales) (Portillo-López *et al.*, 2021).

El componente arbóreo tiene la capacidad de mejorar las condiciones físicas del suelo, al mismo tiempo también favorecen un aprovechamiento forrajero, brindando recursos alimenticios de alta calidad, poseen un alto índice de eficiencia de uso de la radiación solar, lo que se constituye en una estrategia altamente satisfactoria para afrontar los desafíos actuales de los sistemas de producción animal tropical (Russo y Botero, 2017).

3.4.2. Diseños de los Sistemas silvopastoriles

Diseñar sistemas silvopastoriles en armonía con otros componentes del predio (genética animal, suplementación estratégica, usos forestales, manejo de residuos, entre otros) como estrategia de adaptación y mitigación al cambio climático de ranchos ganaderos es un medio para que los productores de ganadería en condiciones tropicales transformen sus sistemas tradicionales en modelos sostenibles de producción con una mayor productividad y competitividad.

En un predio dedicado a la ganadería se pueden combinar varios tipos de sistemas silvopastoriles, que puedan generar bienes y servicios, el tipo de SSP más apropiado depende básicamente de las características del rancho y de las necesidades del productor (Colcombet y Egolf, 2021). Existen diversas opciones de sistemas silvopastoriles, por lo tanto, para la elección dependerá de: densidad de siembra, especies, clima, suelo, uso actual del suelo, pasturas (degradadas, mejoradas), rastrojo, cultivos, entre otros. Estos factores determinan los niveles de los costos, mano de obra, conocimiento y tiempo requerido.

Algunos diseños más utilizados son: a) las cercas vivas, las cuales consisten en sembrar árboles y/o arbustos en línea como soportes que pueden ser utilizados como barreras rompe viento, producción de leña, carbón, madera, frutos o forraje, división de lotes o linderos de propiedades. Las especies más utilizadas como cercas vivas en clima cálido son *Gliricidia sepium*, *Eucalyptus globulus*, *Acacia decurrens* y *Erythrina* spp. (Fernández, 2017). Según la composición de especies y estructura, las cercas vivas pueden ser clasificadas como simples o multiestratos (Villanueva *et al.*, 2018).

b) Los Bancos Proteicos, son áreas compactas formando montes o cercas vivas de arbustos y/o árboles destinados a la producción de forrajes de alta calidad y volumen para su utilización en la suplementación animal (Fernández, 2017). El objetivo del banco de proteínas es proporcionar forraje con alto contenido de proteínas, de buena digestibilidad y que, además brinde materia seca durante todo el año, se puede utilizar como suplemento alimenticio especialmente importante en la época seca cuando el pasto escasea (Marinidou y Jiménez-Ferrer, 2010).

c) Árboles dispersos en potreros, consisten en dejar crecer o sembrar de forma dispersa árboles, arbustos y/o palmas en los potreros para generar beneficios ambientales y productivos como sombra, leña, madera, forraje, entre otros. En los últimos años se ha observado que en terrenos que tienen entre 25 y 30 árboles por hectárea, el ganado gana más peso y las vacas producen en promedio 1.5 litros más de leche (Marinidou y Jiménez-Ferrer, 2010).

3.4.3. Beneficios de los Sistemas silvopastoriles

Según Moreno *et al.* (2021), los sistemas silvopastoriles ayudan a reducir los procesos de degradación del suelo, agua y aire, promueven la limpieza y purificación del agua subterránea que se ha filtrado desde la superficie de la tierra hasta los poros de las raíces.

Los efectos más importantes de los sistemas silvopastoriles sobre el balance hídrico se observan de varias formas: (i) actuando como barreras, las cuales controlan la escorrentía, (ii) como cobertura, la cual reduce el impacto de gotas y, (iii) como mejoradores del suelo incrementando la infiltración y la retención de agua (Ríos, 2006).

Los sistemas silvopastoriles mejoran la calidad del suelo, al aumentar la abundancia de macrofauna del suelo y mejorar la estructura del suelo, la actividad biológica de la macrofauna y la mayor cantidad de materia orgánica del suelo reducen la compactación y mejoran la fertilidad (Sarmiento-Sarmiento *et al.*, 2022). También el uso de plantas fijadoras de nitrógeno (N) como algunas leguminosas, que aportan nutrientes esenciales en el suelo debido a su relación simbiótica con algunos organismos como *Rhizobium* (Calvo, 2011).

El componente arbóreo es el que más beneficios ofrece en los SSP (Murgueitio *et al.*, 2013). Ayudan a modificar el ambiente para los animales, proveen de sombra para el descanso o pastoreo de los animales, reducen el estrés calórico principalmente en épocas de sequías.

Entre otros beneficios la presencia de árboles protegen a los animales contra factores climáticos como la lluvia (Nahed *et al.*, 2013), además de generar ingresos extras al sistema productivo, por ejemplo, venta de productos como madera y frutos, representando un ahorro económico, asimismo, beneficia directamente en el establecimiento de potreros, haciendo uso de los recursos disponibles como los residuos de poda que bien se pueden establecer como cercos vivos, que sirven para dividir los potreros, aíslan y protegen a los animales, pero pueden también proporcionarles alimento (Chará *et al.*, 2019).

El uso de estos sistemas en la ganadería mejora la ganancia de peso y la producción de leche por unidad de superficie siendo la mejor expresión de la producción ganadera de un sitio, dado que refleja la producción de biomasa herbácea disponible para los animales (Fernández, 2017).

Así, con el sistema silvopastoril se asegura una alimentación mejor balanceada, ya que existe en él una variedad de plantas forrajeras con diferentes nutrientes que pueden cumplir con las necesidades del animal para una óptima productividad de carne y leche.

Actualmente los SSP se visualizan como una alternativa sostenible para mejorar la producción pecuaria puesto que son económicos, ecológicos y ambientalmente viables a corto y largo plazo (Contreras-Santo *et al.*, 2021).

3.4.4. Desventajas de los Sistemas silvopastoriles

Si bien los sistemas silvopastoriles tienen múltiples ventajas, las cuales permiten mejorar el sistema de producción, también presentan desventajas, aunque hay que reconocer que son mínimas, comparados con los múltiples beneficios que aportan. Según Torres y Delgado (2018), consideran entre algunas de las desventajas se encuentran los altos costos iniciales de inversión para el establecimiento, estos son considerados el principal problema por el cual los productores se limitan a implementar esta tecnología; el tiempo de aplazamiento para que el sistema pueda ser aprovechable es prolongado, y eso ocasiona una problemática de espacio para el pastoreo de los animales.

Según Oliva *et al.* (2019) consideran desventaja la alta densidad de las plantaciones por la competencia de luz, ya que la sombra generada por los árboles en estos sistemas puede afectar el rendimiento de algunas especies de gramíneas y a su vez, se ve afectado el rendimiento total del sistema agropecuario. Otra de las desventajas señaladas es la presencia de plagas por las múltiples plantas forrajeras o herbáceas asociadas en un sistema silvopastoril, las cuales pueden llamar la atención de vectores de enfermedades o plagas que perjudican las plantas.

Por su parte Chávez-Espinoza *et al.* (2022), consideran que el ramoneo puede ser una desventaja.

Considerando el tránsito libre de los animales en las zonas de los silvopastoriles, ocasionando daños a las leñosas presentes en estos sistemas, razón por lo cual es de gran importancia tener presente el manejo para la protección de las plantas de un ramoneo precoz por parte de los animales mientras éstas se establecen.

3.4.5. Principales especies arbóreas y arbustivas en los SSP del sur de México

Las especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero no forman un grupo específico en términos de su clasificación botánica, incluyen un número muy elevado de especies leñosas perennes que tienen potencial forrajero, ya sea por su follaje o por sus frutos (Rivera *et al.*, 2016).

Actualmente, los SSP según Zepeda *et al.* (2021) se pueden diferenciar en dos grupos: a) tradicionales, que son aquellos que cuentan con especies arbóreas endémicas que se desarrollan de manera deliberada y empírica por la población local y de donde se obtienen múltiples beneficios (sombra, madera, forraje, leña y consumo humano) y b) mejorados, los cuales se estudian y evalúan en centros de investigación mediante técnicas especializadas (densidad de siembra, momentos de poda y cosecha de follaje de las arbóreas forrajeras) para su posterior transferencia a unidades ganaderas, por ejemplo, los bancos de proteína y los SSP intensivos.

El sureste mexicano se caracteriza por tener áreas con gran diversidad de especies arbóreas endémicas, muchas de ellas con potencial forrajero utilizadas en modalidades silvopastoriles tradicionales (acahuales, cercas vivas o pastizales con árboles dispersos) en los sistemas ganaderos de doble propósito (Martínez *et al.*, 2013).

Existe un número considerable de especies forrajeras arbóreas nativas e introducidas adaptadas a un amplio rango de zonas agroecológicas, en su mayoría son especies perennes.

Las arbustivas *G. sepium* y *L. leucocephala* tienen presencia en casi todas las modalidades silvopastoriles del sur de México, debido a su adaptabilidad y su tolerancia al estrés hídrico (Sandoval-Pelcastre *et al.*, 2020).

Otras especies arbóreas presentes en los sistemas silvopastoriles en el sureste son: *G. ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea* y *Samanea saman* endémicas de la región, que pueden ser establecidas en modalidades silvopastoriles mejoradas, tales como los sistemas silvopastoriles intensivos, cercas vivas, bancos de proteína y cortinas rompeviento (Zepeda *et al.*, 2021).

Entre algunas especies forrajeras que han demostrado mejorar la alimentación animal en condiciones tropicales y subtropicales se encuentran *Bahuinia spp.*, *Sapindus saponaria*, *Albizia lebbeck* y *Tithonia diversifolia* (Rivera *et al.*, 2016). Estas especies en su mayoría están presentes de manera natural dentro de los sistemas silvopastoriles (Sandoval-Pelcastre *et al.*, 2020).

Así mismo, entre las especies que son utilizadas con mayor frecuencia en el sureste como cercos vivos son: *G. sepium*, *Erythrina sp.*, *Tabebuia rosea*, *Cedrela odorata*, *Bursera simaruba*, *Miconia argentea*, *Brosimum alicastrum* y *Piscidia piscipula*, y a su vez, cumplen con múltiples funciones de las cuales destaca su uso como forraje, por lo que son aprovechadas en época de estiaje (Salazar *et al.*, 2018).

3.4.6. Investigaciones de SSP en el sur de México

Los estados de Campeche, Yucatán y Chiapas, en el Sur de México, se reconocen por su riqueza en biodiversidad, tanto en flora como en fauna, razón por la que se han desarrollado diferentes trabajos de investigación en temas de sistemas silvopastoriles (Alayón-Gamboa *et al.*, 2016), como respuesta a las diferentes necesidades que se presentan actualmente en el sector pecuario, proponiendo nuevas alternativas de producción, con miras a una transición en el manejo y prácticas en la ganadería; de las cuales se proponen alternativas sustentables, capaces de mitigar los efectos adversos al cambio climático, reduciendo así el impacto negativo en el sector pecuario.

Se ha trabajado con sistemas silvopastoriles para mitigar efectos del cambio climático en sistemas ganaderos del sur de México, en investigaciones dirigidas a las especies forrajeras para evaluar la altura y frecuencia de poda de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* en un sistema silvopastoril, para el desarrollo de esta, proponiendo una altura de poda adecuada (Molina-Rivera *et al.*, 2019; Cauich-Cauich *et al.*, 2022).

Se ha desarrollado investigación dirigida a la producción de forrajes en los sistemas silvopastoriles, de la cual se destaca el trabajo realizado por Buenfil *et al.* (2009) caracterizando el forraje del sistema silvopastoril en vegetación secundaria con base en la aptitud de suelo y la producción forrajera de árboles y arbustos en tres suelos durante la época seca, de la cual encontraron potencial forrajero en las plantas *L. leucocephala*, *P. piscipula* y *Bauhinia divaricata* en las épocas críticas de alimento.

En el estado de Yucatán se ha trabajado con producción y calidad forrajera de *Cynodon plectostachyus* (pasto estrella) bajo sistema silvopastoril con *Leucaena leucocephala*, se evaluó la producción, los componentes morfológicos y la calidad nutritiva de la biomasa de *C. plectostachyus* sola o en asociación con *L. leucocephala* (Alvarado-Canché *et al.*, 2022). También se ha realizado un análisis del ciclo de vida de tres sistemas ganaderos tropicales en el estado de Campeche, en donde se desarrolló en pastizales, acahuales y en silvopastoreo con la finalidad de determinar su papel en la reducción de emisiones Gases de Efecto Invernadero en la ganadería tropical (Molina-Rivera *et al.*, 2019). En el mismo estado de Campeche se ha trabajado en la transición de la capacidad de cambio de los sistemas convencionales a una producción orgánica, con el objetivo de mejorar los sistemas productivos, que sean amigables con el medio ambiente (Cuervo-Osorio *et al.*, 2020).

En el estado de Chiapas se ha profundizado más en temas con sistemas silvopastoriles y existe un abanico importante de información, entre los estudios se encuentra el comportamiento etológico de bovinos en sistemas silvopastoriles con el objetivo de determinar el efecto del uso de árboles forrajeros, el comportamiento etológico de bovinos en condiciones de pastoreo intensivo, temas como adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: apoyos y limitantes, evaluación de unidades ganaderas e índice de desarrollo de sistemas silvopastoriles, entre otros más (Pérez, 2008). Existe una investigación constante sobre innovaciones en los sistemas silvopastoriles y producción orgánica en el sur de México, con el objetivo de obtener información importante para enfrentar los cambios generados en estos sistemas a causa de la ganadería extensiva practicada en su mayoría por los ganaderos (Nahed-Toral *et al.*, 2018).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

La investigación se realizó durante los meses de febrero a mayo de 2022, en el municipio de Escárcega y Champotón Campeche, México. El estudio se realizó en ranchos ganaderos con sistemas silvopastoriles localizados en la región ubicada geográficamente entre los 18° 21' y 18° 42' Norte y los paralelos 90° 11' y 90° 21' Oeste y que abarca las comunidades de Justicia Social, Centenario, Adolfo López Mateos y Silvituc del municipio de Escárcega y en la región ubicada geográficamente entre los 18° 58' y 19° 08' Norte y los paralelos 90° 19' y 91° 30' Oeste abarcando las comunidades de Felipe Carrillo Puerto y Yohaltún del municipio de Champotón, Campeche (Figura 1).

El clima predominante en las regiones es cálido subhúmedo con lluvias en verano A(w), con precipitación anual entre 1100 - 1500 mm, la temperatura media anual oscila entre los 26 °C y 23 °C. El tipo de suelo dominante es Leptosol (48 %) y Vertisol (38 %) (Martín *et al.*, 2021).

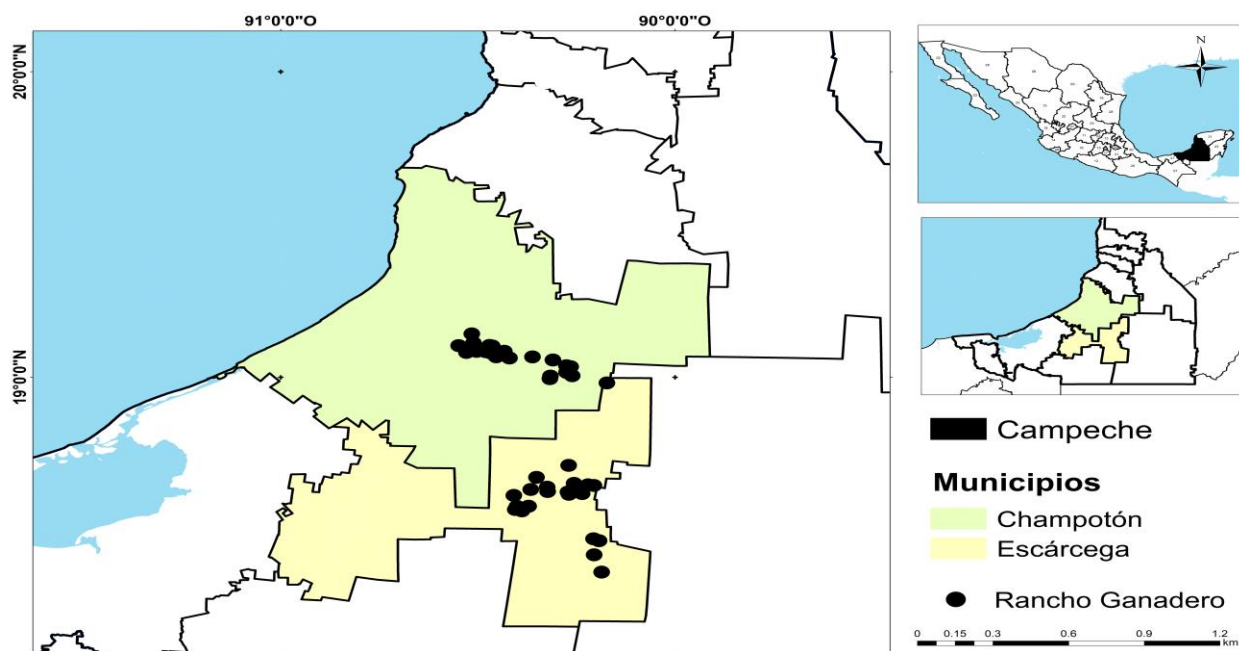


Figura 1. Localización de ranchos ganaderos (UP) con Sistemas silvopastoriles en los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche, México.

Grupo objetivo

El grupo objetivo fueron productores ganaderos con unidades productivas con la condición de tener establecidos sistemas silvopastoriles, dispersados en los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche (Véase punto 4.1) e identificados como cooperantes en las actividades de las organizaciones Pronatura Península de Yucatán A.C., y Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles (BioPaSOS) del estado de Campeche; las cuales han promovido la conservación y uso sustentable de los recursos naturales en áreas prioritarias de la península de Yucatán; mediante diversos ejes estratégicos como la biodiversidad y servicios ambientales asociados, transversalidad en la política pública y buenas prácticas ambientales en las actividades económicas, dentro de estas últimas se encuentra el fortalecimiento de las capacidades de los productores ganaderos para desarrollar buenas prácticas agro y silvopastoriles reduciendo el impacto negativo en la biodiversidad.

4.2. Encuesta

Se elaboró un cuestionario estructurado de 64 preguntas abiertas y cerradas, se aplicó mediante la herramienta de la encuesta, la cual se realizó de manera presencial en la unidad de producción del encuestado. Se aplicó un total de 46 cuestionarios, 25 pertenecientes al municipio de Champotón y 21 al municipio de Escárcega, Campeche. Se consideró a cada unidad de producción pecuaria una unidad representada por cada productor ganadero. Las preguntas se enfocaron a los aspectos socioeconómicos, tecnológicos y comerciales que determinan el funcionamiento de los sistemas productivos ganaderos.

4.3. Variables evaluadas

Las variables **socioeconómicas evaluadas fueron:** edad, escolaridad, integrantes de la familia, experiencia en el sector, tenencia de la tierra y superficie ganadera.

Variables tecnológicas: características relacionadas al sistema productivo como, reproductivas, genéticas, alimenticias, sanidad, infraestructura y equipo, productividad y aspectos del sistema silvopastoril.

Variables comerciales: mercado, peso vivo, precio y volumen de venta.

4.4. Análisis de la información

Los resultados se capturaron en una hoja de cálculo del programa Excel® y se clasificó las variables cuantitativas y cualitativas. Las variables cuantitativas sirvieron de base para establecer una tipología de productores; mientras que con las variables cualitativas se determinó la percepción que los productores tienen respecto al funcionamiento de sus ranchos ganaderos con sistemas silvopastoriles.

Tipología de productores. Con la finalidad de agrupar aquellos productores que comparten características comunes en cuanto a sus unidades productivas con sistemas silvopastoriles, se efectuaron dos análisis con estadística multivariada: un análisis jerárquico que permitió generar un dendrograma y un análisis de componentes principales (ACP). En ambos casos se tomaron los promedios de las variables cuantitativas y se estandarizaron. Para el análisis jerárquico, las similitudes entre los elementos fueron calculadas mediante el método de distancia euclidiana y el agrupamiento por el método de Ward. Para el caso del ACP se empleó el método de matriz de correlaciones. El software estadístico empleado fue R-Studio (R-Studio, 2020).

Con base en la tipología de productores obtenida por el análisis de conglomerados se desarrolló en el programa estadístico SAS/STAT (SAS, 2002) un análisis de varianza (ANOVA) a las variables asociadas a factores socioeconómicos, con la finalidad de caracterizar estos factores en cada grupo formado; debido a que de acuerdo con Oliva-Cruz (2016) los factores socioeconómicos son fundamentales en los procesos de adopción de algún sistema productivo.

Factores que limitan la productividad de los SSP. Para determinar los factores que limitan la productividad de la unidad de producción con SSP, se preguntó al productor qué tanto considera que su productividad se ve afectada por temas relacionados con: alimentación, reproducción, genética, sanidad, manejo, comercialización, capital social, recursos naturales y cambio climático. Esta información dio origen a variables cualitativas medidas por una escala de Likert (bajo, medio y alto), que se analizaron con estadística descriptiva.

Con base a las limitantes identificadas se plantearon posibles estrategias, las cuales fueron determinadas a través de una consulta participativa, en donde estuvieron representados diferentes sectores, incluidos el grupo objetivo (productores), académicos (expertos en la temática abordada) y de la sociedad civil (Pronatura Península de Yucatán y BioPaSOS). Para ello, se elaboró una lista de estrategias y se seleccionaron aquellas que se consideraron de más fácil acceso y susceptibles a implementar.

.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Tipología de productores

Los productores con sistemas silvopastoriles de los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche se tipificaron de acuerdo con las características de su sistema productivo, de los cuales se identificaron tres tipos: 1) Convencionales (Grupo 1; $n=6$), 2) En desarrollo (Grupo 2; $n=27$) y 3) Desarrollados (Grupo 3; $n=13$) como se muestra en la Figura 2.

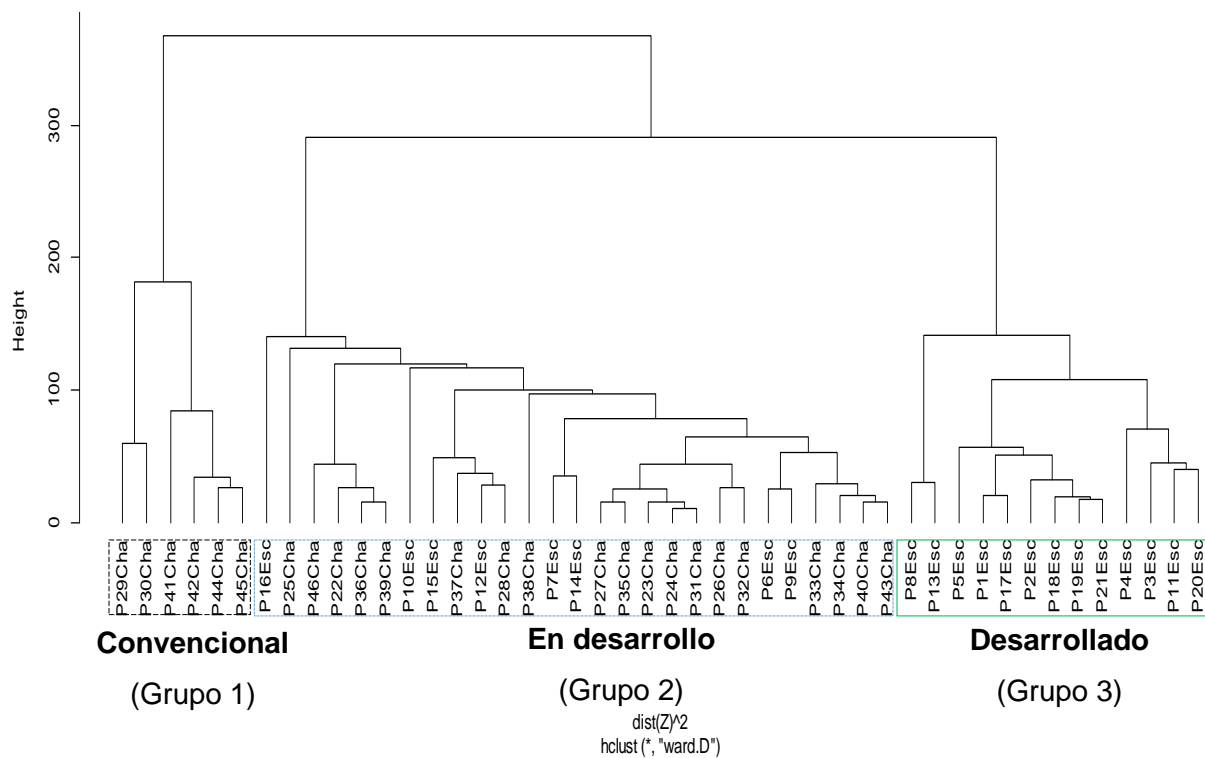


Figura 2. Dendrograma de la tipología de productores con sistemas silvopastoriles pertenecientes a los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche.

Se encontró que el Grupo 1 representa el 13 % del total de productores evaluados. En su totalidad pertenecen al municipio de Champotón y cuentan con sistemas de producción convencionales o tradicionales, caracterizados por dedicarse a la producción de leche con bovinos de doble propósito.

El Grupo 2, representa el 59 % del total, siendo el grupo de mayor preponderancia y en donde se conjugan productores de los municipios de Champotón y Escárcega; están dedicados a la producción de carne y leche, se encuentran en estado de transición o en desarrollo. Finalmente, el Grupo 3, representa el 28 % y se conforma por productores del municipio de Escárcega, quienes son descritos con sistemas desarrollados y dedicados a la producción de bovinos carne.

En los apartados subsiguientes se describe con mayor detalle las características de la unidad de producción de cada uno de los grupos de productores identificados.

5.2. Características socioeconómicas

Dentro de las características evaluadas en el componente socioeconómico, la edad e integrantes de la familia fueron diferentes ($p \leq 0.05$) para el grupo tres en comparación con el resto. Mientras que la escolaridad y la experiencia en el sector ganadero no mostró diferencias entre grupos ($p \geq 0.05$) como puede observarse en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características socioeconómicas según tipología del productor ganadero con sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.

Tipo de productor	Edad	Escolaridad	Experiencia	Integrantes de familia (n)
	(años)			
Grupo 1: Convencional	50 a	8 a	24 a	5 a
Grupo 2: En desarrollo	48 a	9 a	18 a	5 a
Grupo 3: Desarrollado	61 b	7 a	25 a	3 b

^{a b} Medias con distintas literales dentro de cada columna indican diferencia ($p \leq 0.05$).

Se puede observar que el nivel educativo promedio de los productores es básico (76 %), por lo que generalmente se ven obligados a dedicarse a las actividades del rancho ganadero. Así, un menor grado de escolaridad y una edad mayor en los productores según Salas-González *et al.* (2013) pueden ser limitantes para adoptar nuevas tecnologías.

Del mismo modo, Zepeda *et al.* (2016) consideran que la edad, el grado de educación e ingresos económicos de los productores son factores que influyen en el grado de adopción de nuevas estrategias, como la implementación o mejora de los sistemas silvopastoriles o de la misma unidad de producción.

La experiencia en el sector ganadero para los productores es mayor a los 22 años, siendo la experiencia empírica la que predomina, lo que hace necesario la integración de nuevos conocimientos. Según Pérez (2006), productores con estas características suelen arraigarse únicamente a las prácticas que han implementado año tras año, por lo que el avance de la productividad de los sistemas ganaderos suele ser más lento.

El número de integrantes de la familia en promedio fue de 4.3, siendo de suma importancia en unidades de producción convencionales y en desarrollo, donde los mismos integrantes de la familia o la mayor parte de ella son los que realizan las actividades en la unidad de producción, fungiendo como mano de obra familiar por lo que generan un ahorro en la contratación de mano de obra. En otros aspectos, la tenencia de la tierra es 100 % de tipo ejidal en las regiones evaluadas, presentando una mayor superficie ganadera el grupo desarrollado ($p \leq 0.05$) en comparación con productores convencionales y en desarrollo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tenencia de la tierra y superficie ganadera según tipología del productor ganadero con sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.

Tipo de productor	Tenencia de la tierra	Superficie ganadera (ha)
Grupo 1: Convencional	Ejidal	55 a
Grupo 2: En desarrollo	Ejidal	49 a
Grupo 3: Desarrollado	Ejidal	147 b

^{a b} Medias con distintas literales dentro de cada columna indican diferencia ($p \leq 0.05$).

Respecto a lo anterior, para el estado de Campeche en el siglo XX la adjudicación de tierra se concedió a libre acceso, la población que contaban con el recurso tierra podía trabajar grandes extensiones de tierra (Kourí, 2017), por esa razón el productor accedía a la superficie necesaria según las necesidades de su hato ganadero (SAGARPA, 2016), motivo por el cual, productores del grupo desarrollado al poseer más años dedicados a la actividad ganadera posiblemente poseen mayores superficies.

Por lo que se sabe, actualmente en el siglo XXI la repartición de tierras es limitada, siendo de manera equitativa para ejidatarios y comuneros (Kourí, 2017), es así como productores en proceso de desarrollo y convencionales, muestran una superficie menor que el grupo desarrollado. Autores como Granados-Rivera *et al.* (2018), mencionan que productores con tierras de tipo ejidal presentan mayor ventaja para acceder a créditos o en su caso a apoyos gubernamentales, lo cual permite un mejor desarrollo en la actividad.

5.3. Características tecnológicas

5.3.1. Especies productivas

Las unidades productivas con sistemas silvopastoriles están dedicadas a la producción de bovinos con hatos conformados en promedio por 90 cabezas de animales, siendo el grupo tres los que cuentan con un mayor ($p \leq 0.05$) número de animales en comparación con los grupos uno y dos (Grupo 1=41.6 a, Grupo 2= 43.5 a y Grupo 3=187 b cabezas hato⁻¹). El 91 % de los animales adultos está identificado mediante arete, sin embargo, los animales de etapas menores carecen del mismo, por lo que dificulta un registro y planeación de actividades.

Dentro de la unidad de producción también se encontraron otras especies animales como: porcinos, abejas y pequeños rumiantes (Figura 3), lo que hace un sistema productivo más diversificado y, por lo tanto, tiende a ser más rentable, como lo menciona la FAO (2023), al indicar que unidades pecuarias con mayor diversidad de especies y actividades suelen generar mayores recursos y mantenerse a través del tiempo.

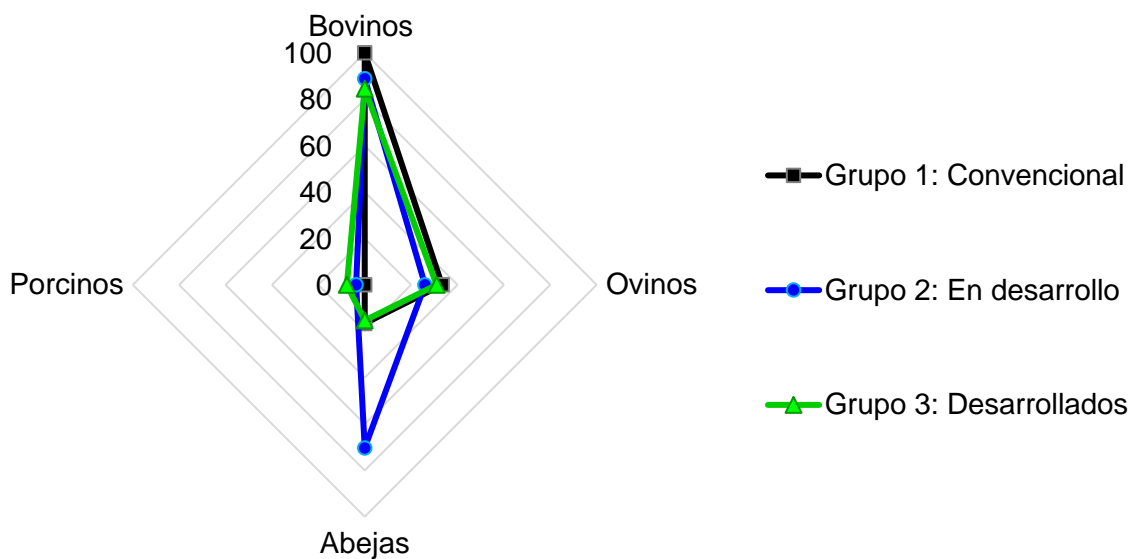


Figura 3. Especies animales presentes en unidades productivas con SSP de Champotón y Escárcega, Campeche, según tipificación de productores.

5.3.2. Sistema silvopastoril

Los productores han establecido Sistemas silvopastoriles dentro de su unidad productiva como una forma de transición hacia una ganadería más sustentable, con tiempos de implementación que van desde los dos a los treinta meses, con áreas promedio de 3.6 ha, pero sin encontrarse diferencias ($p \geq 0.05$) para estas características entre los grupos tipificados. No obstante, el número de animales que se alimentan dentro de este sistema fue menor ($p \leq 0.05$) para los grupos uno y dos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características del Sistema Silvopastoril de unidades productivas de bovinos de Champotón y Escárcega, Campeche, según tipología del productor.

Tipo de productor	Superficie (ha)	Implementación (meses)	Cabezas animales (cbz ha ⁻¹)
Grupo 1: Convencional	3.4 a	16.3 a	26.0 a
Grupo 2: En desarrollo	3.1 a	15.4 a	41.1 a
Grupo 3: Desarrollados	4.3 a	9.8 a	157.0 b

^{a b} Medias con distintas literales dentro de cada columna indican diferencia ($p \leq 0.05$).

Los tres grupos de productores presentan superficies similares, lo anterior se debe principalmente al apoyo similar en materiales y asistencia por parte de las organizaciones Pronatura Península de Yucatán A.C., y Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles (BioPaSOS) del estado de Campeche, las cuales han incentivado y dado seguimiento a los productores en las regiones evaluadas respecto a la implementación de SSP, siendo uno de sus objetivos restaurar y conservar la biodiversidad a través de diferentes prácticas sustentables, entre ellas los SSP como alternativa para mejorar los sistemas ganaderos extensivos.

En las áreas establecidas para estos sistemas silvopastoriles, el número de animales que se introducen para alimentarse suele ser en general la totalidad del ható, observándose para los tres grupos un deficiente manejo del sistema y nula planeación de la carga animal por hectárea, acentuándose para el grupo tres. Este tipo de manejo provoca que el sistema sea menos eficiente causando probablemente deterioro del recurso y una restauración más lenta del mismo.

Para los grupos uno y dos, si bien es menor la carga animal que manejan es mayor a la reportada por Molina-Rivera *et al.* (2019) en un estudio realizado en Campeche en donde mencionan que en una hectárea de sistemas silvopastoriles pueden introducirse hasta 26 animales por determinado tiempo y de esta forma no dañar el sistema. Sin embargo, en estas unidades de producción en general es necesario realizar ajustes de la carga animal dentro del sistema de acuerdo con el material forrajero disponible.

Respecto a la disponibilidad y cantidad de alimento en los sistemas silvopastoriles, este aspecto se ve afectado por diferentes factores entre ellos, el manejo, el tipo de suelo, la carga animal, el diseño o arreglo del SSP, entre otros. Para este último punto, en esta investigación, los arreglos predominantes en las regiones fueron árboles dispersos en potrero y en menor prevalencia, acahuals en pastoreo (Figura 4). Según la tipificación de productores, se puede observar que los grupos de productores convencionales y en desarrollo tienen en su unidad de producción mayor presencia del arreglo de árboles dispersos en potrero y cercas vivas en comparación con el grupo de productores desarrollados, los cuales tienen mayor presencia de bancos de proteína y árboles dispersos en potrero (Figura 4).

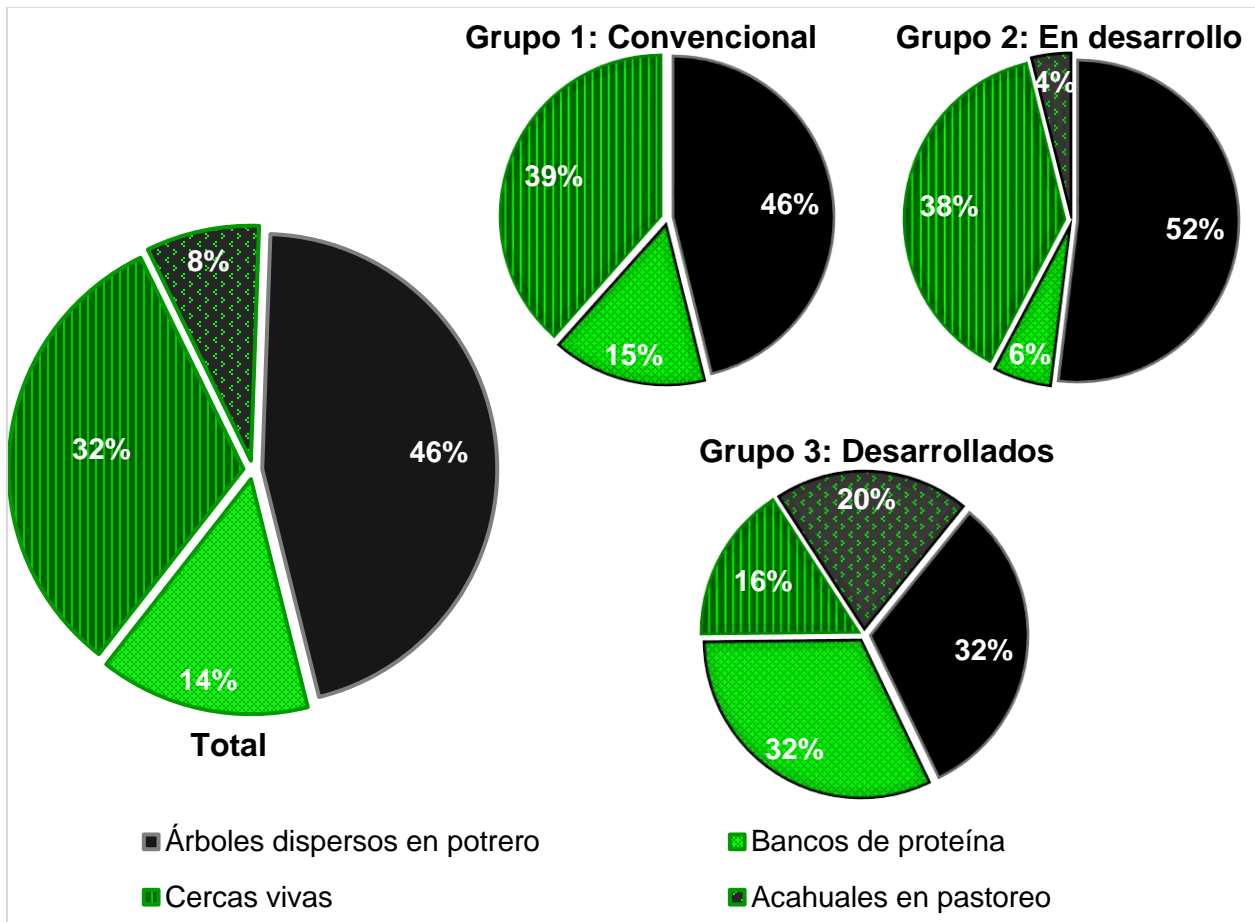


Figura 4. Arreglos de los Sistemas silvopastoriles en unidades productivas de bovinos del municipio de Champotón y Escárcega, Campeche.

Es importante mencionar que la implementación de árboles dispersos y acahuales en pastoreo requieren menor inversión en comparación con las cercas vivas y los bancos de proteína, por lo que se observa con mayor presencia en el grupo convencional y en desarrollo (Figura 4).

Respecto a ello, la inversión para la implementación de cada uno de estos diseños se muestra en el Cuadro 4, observando que la implementación de bancos de proteína es el más costoso ($p \leq 0.05$) para el grupo convencional, en donde las semillas mejoradas de las arbóreas suelen ser de mayor costo, sumado al mantenimiento constante de la superficie, además, representa un gasto económico para los productores al pagar jornales para realizar el trabajo, a diferencia de las cercas vivas en donde se requiere menor material vegetativo por hectárea y el mismo productor se encarga de plantar los árboles y realizar el mantenimiento.

Cuadro 4. Inversión económica para la implementación de arreglos silvopastoriles en unidades productivas de bovinos de Champotón y Escárcega, Campeche.

Tipo de productor	Grupo 1:	Grupo 2:	Grupo 3:
Arreglo (\$ ha⁻¹)	Convencional	En desarrollo	Desarrollados
Banco de proteína	9385.0 a	741.0 b	1600.0 b
Cerca viva	223.1 a	926.1 a	0.0 a
Árboles dispersos en potrero	4962.0 a	7507.0 a	200.0 a
Acahuales en pastoreo	0.0 a	0.0 a	0.0 a

^{a b} Medias con distintas literales dentro de cada fila indican diferencia ($p \leq 0.05$).

Asimismo, los productores del grupo tres o desarrollados cuentan con infraestructura (Cuadro 9) y vehículos para trabajar, que les ayuda a la implementación del sistema sin mayores costos a diferencia de los grupos uno y dos que con regularidad necesitan contratar mano de obra para las labores del sistema. Además, el grupo desarrollado, derivado de su experiencia en problemas de escasez de alimento y contar con mayor solvencia económica les permite desarrollar bancos de proteína como estrategia para suplementar a los animales.

Al respecto, Vásquez *et al.* (2019) refieren que productores con mayor conocimiento y experiencia sobre el desarrollo de la ganadería evalúan permanentemente el aprovechamiento del arreglo silvopastoril para obtener mejor ingreso económico.

En los sistemas silvopastoriles se tiene en promedio la presencia de más de cuatro especies arbóreas en cada unidad de producción, encontrándose similitud ($p \geq 0.05$) entre los grupos de productores (Grupo 1=4.8, Grupo 2= 5.2 y Grupo 3=3.3 arbóreas en el SSP), datos menores a lo reportado por Zapata *et al.* (2009) en una caracterización en el estado de Yucatán, en donde se encontraron nueve especies dentro del SSP.

En el Cuadro 5, se muestran las cinco especies arbóreas más comunes según arreglo.

Cuadro 5. Especies arbóreas representativas según arreglo silvopastoril de Champotón y Escárcega, Campeche.

Arreglo silvopastoril	Nombre común	Nombre científico
Árboles dispersos en potrero	Jabín	<i>P. piscipula</i>
	Guácimo	<i>G. ulmifolia</i>
	Ramón	<i>B. alicastrum</i>
	Huaxín	<i>L. leucocephala</i>
	Chaká	<i>B. simaruba</i>
Bancos de proteína	Huaxín	<i>L. leucocephala</i>
	Ramón	<i>B. alicastrum</i>
	Moringa	<i>M. oleifera</i>
Cercas vivas	Cocoite	<i>G. sepium</i>
	Jabín	<i>P. piscipula</i>
	Chakté viga	<i>C. platyloba</i>
	Chaká	<i>B. simaruba</i>
	Cedro	<i>Cedrus spp</i>
Acahuales en pastoreo	Ramón	<i>B. alicastrum</i>
	Jabín	<i>P. piscipula</i>
	Chaká	<i>B. simaruba</i>
	Huaxín	<i>L. leucocephala</i>
	Guácimo	<i>G. ulmifolia</i>

Para obtener éxito en los SSP, el 96 % de los productores considera que es mejor trabajar con especies arbóreas o arbustivas adaptadas a la región ya que se asegura un mejor desarrollo. Además, por lo general son más económicas y se encuentran de forma natural en los paisajes ganaderos.

El 91 % de los productores encuestados están dispuestos a aumentar su sistema silvopastoril por los resultados y beneficios que han observado a través del tiempo, por lo que están dispuestos a tener mayor superficie para implementar este sistema con el objetivo de aumentar su hato ganadero y obtener mayores ganancias.

No obstante, el 9 % indicó no tener interés ya que consideran que la superficie destinada es adecuada al número de animales del hato.

5.3.3. Beneficios del Sistema silvopastoril

Todos los productores consideran que los Sistemas silvopastoriles les aportan diferentes beneficios, aunque hasta después de 13 meses en promedio empiezan a observarse ($p \geq 0.05$) (Grupo 1=13.3, Grupo 2= 17.0 y Grupo 3=16.8, meses).

En la Figura 5, se observa que para todos los productores el principal beneficio de los sistemas silvopastoriles es la obtención de mayor cantidad y calidad de alimento para el ganado, así como su mayor disponibilidad en la temporada de sequía, una época crítica en la que se pierden numerosas cantidades de animales por falta de alimento (Navas, 2022) y con la intervención de los SSP como alternativa para mitigar la escasez de alimento se ha comprobado que reduce considerablemente las pérdidas a causa de las sequías (González, 2013; Cuervo-Osorio *et al.*, 2020).

La conservación del ambiente también es de importancia para los productores, siendo notoria su relevancia al implementar los sistemas silvopastoriles, ya que manifiestan que se mejora este aspecto al producirse oxígeno por medio de los árboles, existe fijación de carbono, hay mayor reciclaje de nutrientes por medio de las excretas de los animales, mayor material vegetal por la cantidad de arbóreas y fijación de nitrógeno en el suelo por medio de leguminosas. Otros beneficios apreciados fueron el aumento de la fertilidad y menor erosión del suelo, entre otros (Figura 5).

Estos beneficios junto con el incremento de los depósitos de carbono en el suelo y la vegetación, disminución de la emisión de metano gracias a la mayor eficiencia en el rumen del ganado y mejores parámetros reproductivos del hato han sido evaluados y reconocidos como beneficios de los sistemas silvopastoriles, tal como lo mencionan Murgueitio *et al.* (2013).

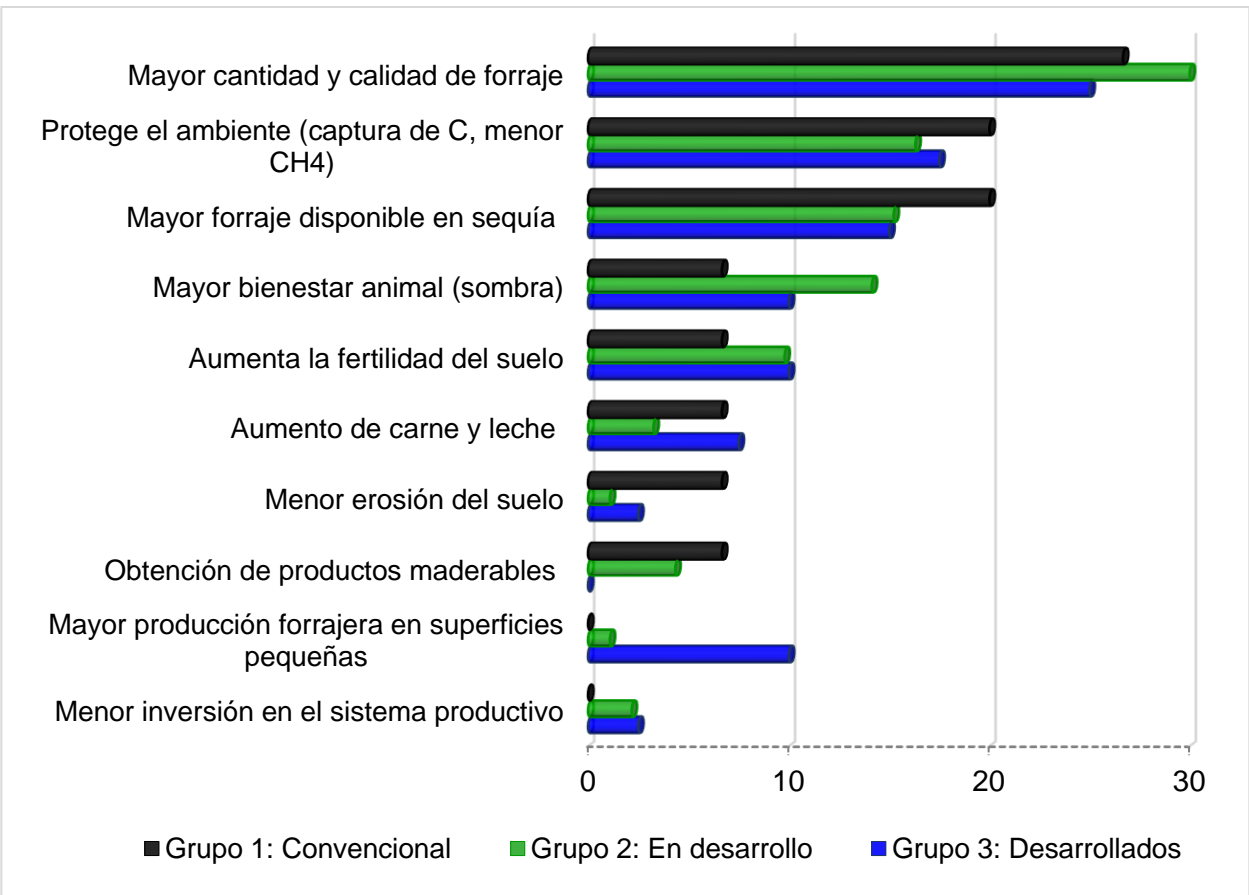


Figura 5. Beneficios de los Sistemas silvopastoriles según tipificación de productores del municipio de Champotón y Escárcega, Campeche.

Respecto al componente animal en los Sistemas silvopastoriles, los productores manifiestan observar mayor bienestar animal, relacionado a la mayor disponibilidad de sombra y disminución en el consumo de agua por parte del ganado al haber una mejor regulación térmica. Así como incrementos en la ganancia de peso y leche, los cuales van relacionados al incremento de la producción y calidad del forraje y en mejoras en las características productivas y reproductivas del ganado.

En los Sistemas silvopastoriles existen múltiples beneficios como es la obtención de otros recursos que hacen más rentable el sistema, es así como los productores también extraen recursos maderables principalmente en forma de postes (76 %) y leña (59 %), aunque también se reportaron usos medicinales y como alimento para la familia.

Finalmente, los productores consideran que el mayor beneficio de los SSP es en aspectos económicos (62 %), seguido por el nutricional (17 %) y la salud (22 %), por lo tanto, todos estiman que el contar con SSP, se mejora la economía familiar, debido a que representa un ahorro al no comprar alimento para el ganado, ya que cuentan con forraje disponible y con ello mejoran las características del sistema productivo al comercializar animales en tiempos más cortos y con mejores ganancias de peso diario (1.3 kg d⁻¹) (Cuadro 11).

La mayor oportunidad que refieren (65 %) al tener SSP es que podrían aumentar el hato ganadero al contar con mayor cantidad y calidad de forraje a través del año, ya que como señala González (2013), los SSP tienen una capacidad de carga animal hasta 2.6 veces más que los sistemas que no cuentan con este teniendo una rentabilidad económica superior a la línea base.

5.3.4. Genética y reproducción

Las razas bovinas mayoritariamente presentes fueron: cruzas *Bos indicus* x *Bos taurus* (30 %), Pardo suizo (25 %), y cebuinas como Brahman (18 %); encontrándose otras razas como Beefmaster (12 %), Simbrah (5 %), Simmental (5 %), Charolais (4 %) y Brangus (1 %). Las cuales por su capacidad adaptativa al ambiente tropical son prevalentes en el estado de Campeche. Estudios como los de Ruiz *et al.* (2012) y Díaz *et al.* (2014), mencionan la utilización de razas y cruzas como la Criolla, Cebú y Pardo Suizo en zonas tropicales. En el Cuadro 6 se presentan las razas bovinas presentes en los ranchos ganaderos con SSP de los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche.

Por otra parte, el 50 % de los productores cuentan con un plan de mejora genética animal en su unidad productiva. Para los grupos uno y dos, es realizado a través de características del fenotipo animal (100 %) y para el grupo tres mediante fenotipo (73 %) y cruzamientos terminales (27 %).

Cuadro 6. Porcentaje de presencia de razas de bovinos en unidades productivas de bovinos con Sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.

Tipo de productor	Grupo 1:	Grupo 2: En	Grupo 3:
Raza (%)	Convencional	desarrollo	Desarrollados
Pardo Suizo	31	27	21
Cruzas <i>Bos indicus</i> x <i>Bos taurus</i>	31	30	27
Brahman	23	18	15
Otra*	15	25	37

*Beefmaster, Simbrah. Simmental, Charolais, Brangus

En aspectos reproductivos, el tipo de empadre que se realiza en los sistemas productivos es 100 % monta directa, en el 95 % de los casos se mantiene al macho con las hembras y en el 5 % de las unidades de producción el macho es introducido en ciertas épocas con las hembras (Grupo 3). Como referencia Hernández *et al.* (2011) indican que una desventaja de realizar la monta natural en este tipo de sistemas es porque se realiza sin la evaluación de la calidad genética y la capacidad reproductiva del macho, ocasionando un bajo porcentaje de concepción de las vacas, lo que trae pérdidas económicas al productor al tener mayor número de animales improductivos.

El tiempo promedio de reemplazo de los machos en el hato es de 3 años y en hembras de 7.5 años, sin embargo, algunos ganaderos dejan las hembras hasta que exista mortalidad del animal, siendo un manejo improductivo al contar con animales adultos o viejos en el hato. La falta de conocimiento y economía son algunos factores decisivos que limitan el reemplazo de animales en un corto tiempo. En el Cuadro 7, se describen algunas características reproductivas de los hatos ganaderos de ranchos con sistemas silvopastoriles.

Dentro de las prácticas reproductivas, el diagnóstico de gestación lo realiza un 6 % del total de productores, considerándose una herramienta importante para detectar hembras improductivas y para mejorar también las tasas de nacimientos sin complicaciones al realizarlo a tiempo.

Cuadro 7. Características reproductivas de bovinos de unidades productivas con Sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.

Tipo de productor	Grupo 1:	Grupo 2: En	Grupo 3:
Característica	Convencional	desarrollo	Desarrollado
			s
Reemplazo de machos (años)	4	3	3
Reemplazo de hembras (años)	10	7	8
Relación macho: hembra	1:28	1:19	1:19
Uso de biotecnologías reproductivas (%) *	2	2	0
Uso de diagnóstico de gestación (%)	0	2	4

*Efecto macho, Inseminación Artificial.

El resto de los productores indica que el precio (48 %), falta de tiempo para la actividad (26 %) y no contar con técnicos o equipo especializado (19 %) son las razones fundamentales para no realizarlo. De acuerdo con Granados-Rivera *et al.* (2018), este tipo de herramientas tecnológicas son utilizadas con baja frecuencia en pequeñas unidades de producción, pero son de gran importancia para mejorar la productividad del hato.

5.3.5. Alimentos y suplementos

La alimentación del ganado en las regiones estudiadas se basa en pastoreo extensivo todo el año en el 87 % del total, comportándose de manera similar en los diferentes grupos de productores (Grupo 1= 57 %, Grupo 2= 89 % y Grupo 3=100 %). Sin embargo, para el grupo uno se encontró que el 14 % estabula el ganado todo el año y 29 % ($p \geq 0.05$) lo pastorea en el día y lo estabulan por las noches.

Este tipo de manejo es predominante cuando la cantidad de cabezas animales es menor a 30, por lo que el manejo suele facilitarse, como podría ser el caso del grupo de productores convencionales, además de que su objetivo de producción principal es de leche.

Los pastos con los que se alimenta el ganado son conformados por pastos nativos (41 %), mejorados (39 %) y de corte (20 %) ($p \leq 0.05$) para todos los grupos de productores. Siendo los productores del grupo tres o desarrollados los que utilizan con mayor proporción el pasto de corte (Figura 6). Entre los pastos nativos se destaca el uso del pasto “alambrillo” (*Sporobolus indicus*) y estrella (*Cynodon nlemfuensis*); entre los pastos mejorados se encuentran Brizantha (*Brachiaria brizantha*), Tanzania (*Megathyrsus Maximun*), Guatemala (*Tripsacum laxum*), entre otros y, de corte; King grass (*Pennisetum purpureum*), Guatemala (*T. laxum*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

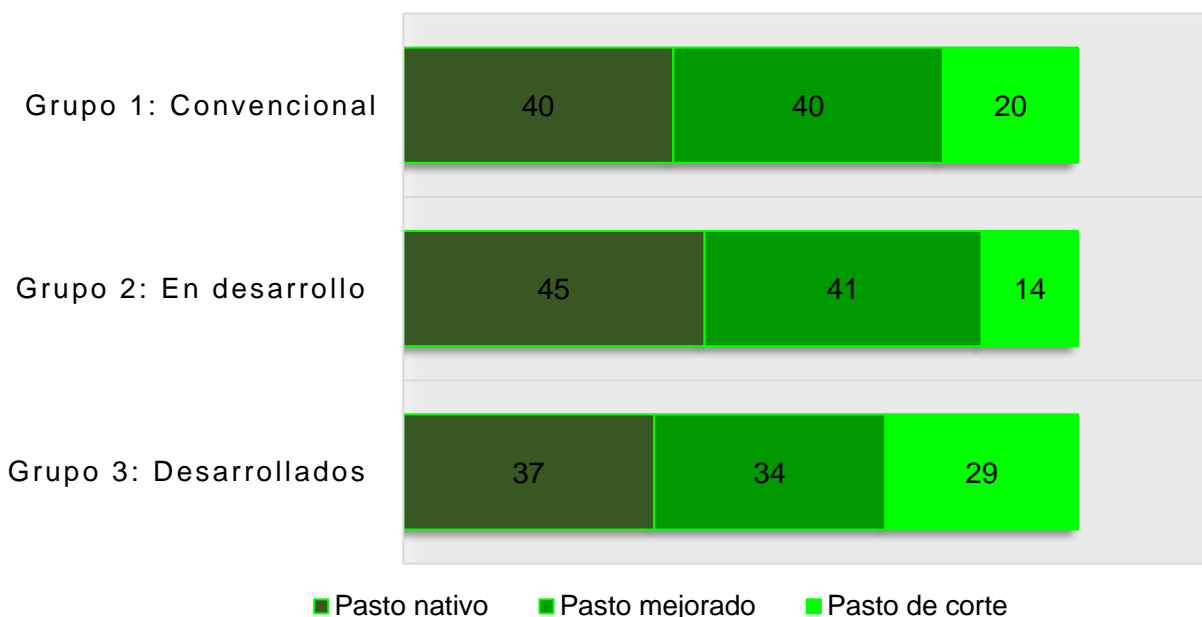


Figura 6. Proporción del tipo de pasto utilizado para la alimentación de bovinos en unidades productivas con SSP de los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche.

La suplementación a la alimentación está dada a través de la adición de sales minerales en el 39 % (Grupo 1=12 %, Grupo 2 = 14 %, Grupo 3 =13 %), ensilados (25 %) (Grupo 1= 8 %, Grupo 2 = 9 %, Grupo 3 =9 %), granos agrícolas (18 %) y alimento comercial (9 %) en menor proporción. No obstante, solo el grupo tres reportó el uso de bloques multinutricionales (3%), estrategias más utilizadas para la alimentación animal en temporada de disminución de forraje.

Referente a ello, en el tiempo de escasez de forraje o sequía, lo más utilizado para mitigar la disminución de peso en el ganado es el uso de pasto de corte, ensilado y uso de granos, siendo los grupos dos y tres los que utilizan mayoritariamente el pasto de corte (Grupo 1=43 % y Grupo 3= 44%) y el ensilado (Grupo 1=43 % y Grupo 3= 44%), mientras que el grupo dos utiliza el ensilado y los granos agrícolas (42 y 38 %, respectivamente).

5.3.6. Sanidad

En aspectos sanitarios, todos los productores vacunan su ganado, el 51 % realiza esta práctica mayoritariamente cada año, el 47 % cada seis meses, mientras que solo el 1 % realiza esta actividad cada tres meses.

Se observa que en el grupo uno de productores, esta actividad la realizan mayoritariamente cada año (71 %), mientras que el grupo dos las realiza cada año (60 %) y cada seis meses (40 %), el grupo tres lo realiza cada seis meses (71 %). Los diferentes tiempos de aplicación por grupo pueden deberse a factores económicos que limitan la adquisición de vacunas, así como a la falta de asistencia técnica (Cuadros 13 y 14) que pudiera orientar a realizar un calendario de vacunación del ganado.

Las principales enfermedades contra las que se vacuna es derriengue (62 %) y enfermedades clostridiales (25 %), siendo similar a lo encontrado por Parra-Cortés y Magaña-Magaña (2019), quienes reportaron que los productores mantienen un control preventivo hacia las enfermedades como la rabia paralítica o derriengue, Leptospirosis y bacterias del género *Clostridium* y *Pasteurella* mediante la aplicación de vacunas.

Respecto a los endo y ectoparásitos existe mayor presencia de garrapatas (45 %) y parásitos gastrointestinales (33 %). En el Cuadro 8, se presenta la distribución de enfermedades y parásitos según tipología del productor, observándose que para el caso de endo y ecto parásitos en las unidades de producción de los grupos dos y tres hacen mayor control de garrapatas y parásitos gastrointestinales, no así para la presencia de moscas y tábanos, mientras que es de forma contraria para el grupo uno, donde las garrapatas y los parásitos gastrointestinales son los principales problemas a los que se enfrentan los productores.

El 96 % de los productores realiza la prevención de enfermedades y control de parásitos con productos químicos y el resto con productos biológicos (4 %). Es por ello, importante resaltar que actualmente el uso de productos químicos es cuestionado a nivel mundial y se buscan alternativas sustentables para sustituirlos, entre ellos, los productores mencionaron el uso de plantas o arbóreas medicinales de la región y que ellos conservan en la unidad productiva por considerarlas de valor en ese aspecto.

Cuadro 8. Principales enfermedades y endo y ecto parásitos presentes en bovinos de unidades productivas con Sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.

	Grupo 1: Convencional	Grupo 2: En desarrollo	Grupo 3: Desarrollados
Enfermedades (%)			
Clostridiales	75.00	52.00	54.00
Derriengue	25.00	42.86	37.50
Neumonía	0.00	3.57	4.17
Anaplasmosis	0.00	1.79	4.17
Endo y ecto parásitos (%)			
Garrapatas	46.00	53.19	33.33
Parásitos gastrointestinales	46.00	31.91	30.00
Moscas y tábanos	8.00	14.89	36.67

La principal causa de muerte del ganado reportada es por depredadores como el jaguar y coyote (31 %), seguida por falta de alimento en la sequía (17 %), picadura de serpiente (17 %) y muerte por ahogamiento en jagüey (17 %). Así como otras causas no muy frecuentes, pero si importantes como partos distócicos (10 %) y por enfermedades (8 %).

Dentro de la tipología de productores, para el grupo uno las dos principales causas de muerte del ganado es por ahogamiento en jagüey (50 %) y por la falta de alimento en la época seca (33 %). Para el grupo dos, la presencia de depredadores (29 %) y ahogamiento en jagüey (50 %). Finalmente, para el grupo tres por la presencia de depredadores (39 %), picadura de serpientes (22 %) y falta de alimento en la época seca (22 %).

Resultados similares a los de Garrote *et al.* (2017), quienes realizaron un estudio en Colombia; y reportan que las principales causas de pérdida de ganado en nivel de importancia son parto, depredación, extravío, enfermedades, picaduras de serpiente, posparto y sequía.

5.3.7. Instalaciones y equipo

Para esta característica se encontró mayor número ($p \leq 0.05$) de galeras, corrales, comederos y bebederos en ranchos de productores desarrollados (Grupo 3, Cuadro 9), siendo influido por el tamaño del ható y mayor nivel económico en este tipo de productores. Granados-Rivera *et al.* (2018) refiere que las inversiones para generar mayor producción son prioritarias como lo es la búsqueda de equipos e instalaciones que optimicen y promuevan la eficiencia en los ranchos ganaderos.

Para los grupos uno y dos (convencionales y en desarrollo), estos cuentan con la infraestructura básica para la producción, sin embargo, puede verse mejorada en número y tipo de material utilizado, ya que suelen ser instalaciones rudimentarias y existe deficiencia de equipos ganaderos. Es así como Vilaboa y Díaz (2009) reportan que productores ganaderos convencionales suelen tener deficiencias o limitaciones en estos aspectos.

Cuadro 9. Infraestructura en unidades productivas de bovinos con Sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.

Tipo de productor	Galera	Corral	Comedero	Bebedero
Grupo 1: Convencionales	0.6 a	1.2 a	2.6 a	1.2 a
Grupo 2: En desarrollo	0.4 a	1.2 a	1.7 a	2.0 a
Grupo 3: Desarrollados	1.5 b	3.5 b	6.5 b	7.8 b

^{a b} Medias con distintas literales dentro de cada columna indican diferencia ($p \leq 0.05$).

La presencia de galeras depende de varios factores, entre ellos la solvencia económica, el número de animales, el objetivo de producción y superficie ganadera, entre otros, ya que como se mencionó en sistemas productivos dedicados a la cría, venta o engorda de becerros es necesario la presencia de galeras que sirvan de resguardo para el ganado, así como para preservar la alimentación de este.

A diferencia de sistemas que son basados en el pastoreo en donde la presencia o el número de galeras o corrales se ve disminuido por el tipo de manejo.

Esto coincide con lo mencionado por Hoffmann (2010) quien comenta que los bovinos resisten las condiciones climáticas y no necesariamente deben de tener refugios, aunque es recomendado. Es así como la presencia de galeras es más común en ranchos de productores dedicados a la cría o engorda de becerros que en aquellos dedicados al doble propósito.

Los corrales en los ranchos ganaderos son indispensables para el manejo del ganado y para su resguardo, es común en las zonas tropicales encontrarlos fabricados de materiales de la propia región, principalmente de madera de las arbóreas presentes en las unidades productivas y como se observa en el Cuadro 9, los productores pertenecientes al grupo tres cuentan con mayor cantidad, lo cual se relaciona con el número de animales en el hato y características del sistema productivo de éstos.

El número de comederos y bebederos reportados están acorde a la cantidad de animales por unidad de producción. La presencia de esta instalación es importante ya que se sabe que los animales no deben recorrer grandes distancias para alimentarse ni tomar agua ya que puede repercutir en la rentabilidad al haber desgaste físico (Hoffmann, 2010).

Para los grupos uno y dos, los comederos y bebederos son improvisados con materiales de fácil adquisición como tambos o tubos de plástico y que son de fácil transportación a los potreros, mientras que en el grupo tres son de concreto y están situados en puntos clave dentro del predio, lo que denota una planeación de la infraestructura inicial y un manejo permanente en el ganado.

En menor cantidad se encontraron rampas de carga y descarga de ganado, 27 % del total de productores contaba con al menos una rampa ($p \leq 0.05$) siendo importante dentro de las instalaciones para evitar daños en el ganado al momento de la venta y por consiguiente en el producto carne. No se reportaron el uso de básculas y prensas para ninguna de las unidades productivas, siendo estos equipos básicos en los sistemas productivos. El 70 % cuenta con manga de manejo y el 48 % con cerco eléctrico.

En relación con maquinarias, se encontraron productores con tractor (Grupo 1=38 %, Grupo 2= 13 % y Grupo 3= 50 %) y picadora (Grupo 1=17 %, Grupo 2= 54 % y Grupo 3= 29 %), siendo los grupos uno y tres lo que cuentan con mayor prevalencia de tractor y el grupo dos, con picadora.

Respecto a la presencia de silo y pozo de agua, en el Cuadro 10 se observa que es el grupo tres o desarrollado el que cuenta con mayor cantidad de esta infraestructura. En tanto que el grupo convencional no cuenta con dicha instalación y aquellos que realizan esta práctica es “ensilado de montón” por su facilidad en la preparación. Con relación a ello, los productores que utilizan silos son productores principalmente dedicados a la venta o engorda de ganado, por lo tanto, conservan granos y forrajes en silos para tenerlos disponibles en épocas de estiaje, siendo éstos muy útiles para el almacenamiento, así como lo mencionan Blanco-Valdes *et al.* (2016), que el uso de silos garantiza la conservación de los granos después de la cosecha y ha sido una tecnología de beneficio para los productores.

El pozo de agua es considerado una infraestructura importante para el desarrollo de la actividad ganadera para todos los grupos de productores y solo el 20 % de ellos cuentan con éste, incluso se registraron productores con dos pozos en la unidad productiva. Aquellos productores que no cuentan con pozo abastecen de agua al ganado por medio del jagüey, acarreo en tambos y almacenan agua de lluvia en tinacos. Algunos productores están organizados para compartir el servicio de agua potable y hacerlo más eficiente. Toda la infraestructura ha sido adquirida de manera privada.

El medio de transporte de los productores a los ranchos es por medio de camioneta (62 %) y motocicleta (38 %). En el Cuadro 10 se observa de manera general, que los productores convencionales se transportan en motocicleta, mientras que los grupos dos y tres su forma de transporte predominante es por medio de camioneta. La motocicleta es un medio de transporte de movilidad rápida, con menos consumo de combustible y es muy útil para los productores, dato que coincide con lo reportado por Trenti-Very *et al.* (2021) en un análisis de los sistemas familiares ganaderos en los desiertos potosinos por lo que tratan de economizar en gastos, a diferencia del grupo desarrollado, en donde se observa mayor uso de camioneta como transporte y la motocicleta solo para visitas en la unidad.

Cuadro 10. Infraestructura y vehículos de transporte en unidades productivas de bovinos con sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.

Tipo de productor	Silo	Pozo de agua	Motocicleta	Camioneta
Grupo 1: Convencionales	00 a	20 a	56 a	44 a
Grupo 2: En desarrollo	02 a	20 a	37 b	63 b
Grupo 3: Desarrollados	13 b	18 a	31 b	69 b

^{a b} Medias con distintas literales dentro de cada columna indican diferencia ($p \leq 0.05$).

5.3.8. Productividad

La eficiencia productiva de los ranchos ganaderos está dada por diversos parámetros, entre ellos el porcentaje de parición, de mortalidad y la ganancia diaria de peso y/o producción de leche. En esta investigación, el porcentaje de parición fue mayor ($p \leq 0.05$) para los hatos del grupo uno en comparación con el resto de los grupos, no encontrando diferencias ($p \geq 0.05$) para mortalidad y ganancia diaria de peso de bovinos en ninguno de los grupos de productores (Cuadro 11).

Cuadro 11. Parición, mortalidad y ganancia diaria de peso de bovinos en unidades productivas con Sistemas silvopastoriles en Champotón y Escárcega, Campeche.

Tipo de productor	Parición (% año⁻¹)	Mortalidad (% año⁻¹)	GDP (kg d⁻¹)
Grupo 1: Convencionales	91.5 a	5.2 a	0.9 a
Grupo 2: En desarrollo	56.8 b	3.5 a	1.4 a
Grupo3: Desarrollados	63.8 b	4.2 a	1.6 a

^{a b} Medias con distintas literales dentro de cada columna indican diferencia ($p \leq 0.05$).

El mayor porcentaje de parición en hembras del grupo uno puede deberse a que existe un menor número de animales, por lo que el macho cubre a la totalidad de las hembras y suele detectar con mayor facilidad a las hembras en estro y repetidoras, por lo tanto, existen mayor número de hembras que paren. Contrario a los hatos de los grupos dos y tres, en donde los hatos ganaderos son mayores y la eficiencia se ve disminuida si no existe el manejo adecuado del empadre. Estos datos son mayores a lo reportado por Molina-Rivera *et al.* (2019) en un trabajo realizado en el estado de Campeche donde reportan 51.17 % de parición al año en hembras bovinas.

Las ganancias de peso dependen de la alimentación fundamentalmente, así como de otros aspectos como la raza, manejo, edad, entre otros. Sin embargo, no se encontraron diferencias en este sentido. El porcentaje de mortandad fue menor en todos los grupos respecto a lo reportado por Molina-Rivera *et al.* (2019) en un trabajo realizado en el estado de Campeche sobre el análisis del ciclo de vida de tres sistemas ganaderos tropicales en donde encontró 13.93 % de mortandad. Esto hace relevante el desarrollo de los SSP ya que como se evidenció, uno de los beneficios más importantes (Figura 5) según el productor, se basa en la cantidad, calidad y disponibilidad de alimento, esto ha permitido reducir los decesos de los animales en época de estiaje reflejando ganancias económicas para el productor respecto al volumen de venta.

5.4. Características comerciales

5.4.1. Comercialización

El volumen promedio de leche en las unidades productivas es de 160 L d⁻¹ (6 L vaca d⁻¹), con un promedio de producción por vaca al día de 6 L, con precios de venta de \$ 7.25 L⁻¹. En el Cuadro 12 se observa que los grupos uno y dos son similares en la producción y precio de venta de leche, no así con el grupo tres ($p \leq 0.05$), lo cual es evidente ya que para este grupo su objetivo de producción es la carne.

Cuadro 12. Producción y precio de la leche de bovinos en unidades productivas con Sistemas silvopastoriles en Champotón y Escárcega, Campeche.

Tipo de productor	Producción de leche	Precio
	(L d ⁻¹)	(\$ L ⁻¹)
Grupo 1: Convencionales	149 a	7.2 a
Grupo 2: En desarrollo	172 a	7.3 a
Grupo3: Desarrollados	0 b	0 b

^{a b} Medias con distintas literales dentro de cada columna indican diferencia ($p \leq 0.05$).

La secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural en coordinación con el organismo Seguridad Alimentaria Mexicana (SELGAMEX), anunciaron que a partir del 15 de abril de 2022 el precio de garantía para la leche fresca se incrementó a 10 pesos por litro.

De este modo se tuvo un aumento de 80 centavos por litro acopiado por SELGAMEX-LICONSA en beneficio directo de los productores de pequeña escala en todo el país (SADER, 2022). Por lo anterior, es importante que los productores implementen Buenas Prácticas de Ordeña (BPO) y Buenas Prácticas Pecuarias (BPP), fundamentales para poder comercializar un producto de calidad a mejores precios. Los productores venden el producto leche principalmente a intermediarios (Figura 7) debido a la lejanía de los centros de acopio.

Para el caso de carne, los animales se comercializan a un peso promedio de 222 kg con un volumen de venta al año de 18 animales, con un precio promedio de \$ 48 kg⁻¹, datos similares fueron obtenidos por Molina-Rivera *et al.* (2019) en un análisis ganadero en el estado de Campeche, en donde se registró el peso de venta del becerro en 253.4 kg a un precio de venta \$ 47.5 kg⁻¹, con un volumen de venta al año de 8.6 animales en promedio, siendo este último menor a lo encontrado en este trabajo, es necesario resaltar que la diferencia en el precio de venta del ganado a través del tiempo se ha mantenido, no así para el precio de insumos, lo que hace necesario que los sistemas productivos se vuelvan más eficientes para poder solventar los gastos.

Según la tipificación de productores se encontró que el peso de venta del ganado es mayor para los productores del grupo uno, mientras que es similar para los grupos restantes. Sin embargo, el volumen de venta al año es mayor para el grupo tres ($p \leq 0.05$) y con precios similares ($p \geq 0.05$) a la venta para los tres grupos de productores (Cuadro 13).

Cuadro 13. Peso, volumen y precio de venta de bovinos de unidades productivas con Sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.

Tipo de productor	Peso (kg)	Volumen (cbz año⁻¹)	Precio (\$ kg⁻¹)
Grupo 1: Convencional	253.4 a	8.6 a	47.5 a
Grupo 2: En desarrollo	211.4 b	13.5 a	47.6 a
Grupo 3: Desarrollados	200.0 b	32.0 b	48.2 a

^{a b} Medias con distintas literales dentro de cada columna indican diferencia ($p \leq 0.05$).

El menor peso de venta de los animales esta dado por las condiciones de compra (intermediario), ya que es conocido que los compradores principalmente privados imponen pesos de compra, así como el precio. En ese sentido, para este estudio se encontró que el tipo de mercado es 72 % regional y 28 % local, comercializando el producto en su mayoría a la empresa SuKarne, la cual está instalada en la región y sirve como centro de acopio de ganado y a intermediarios (Figura 7).

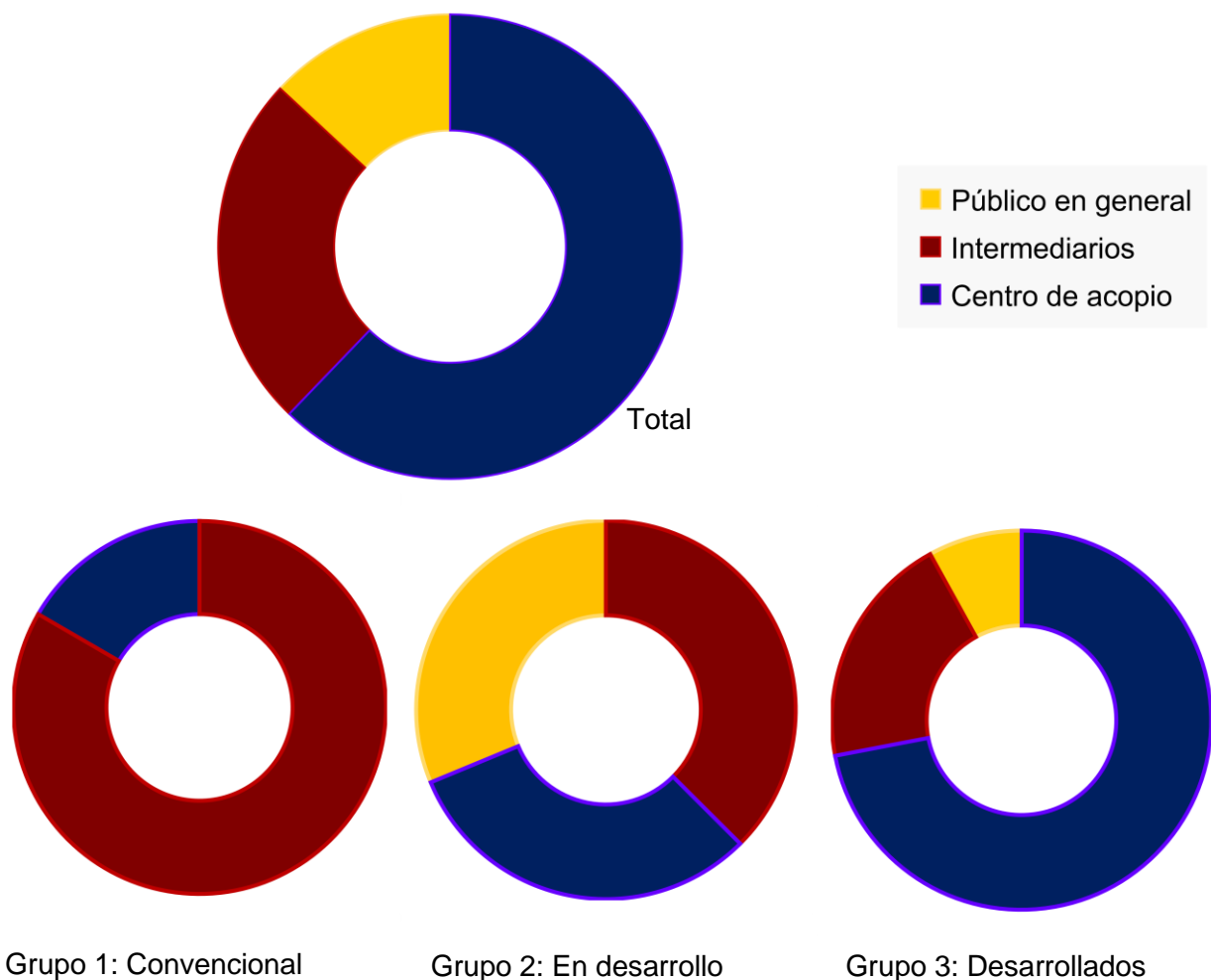


Figura 7. Mercado de comercialización de bovinos de unidades productivas con Sistemas silvopastoriles de los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche.

Es de notarse que en el grupo de productores convencionales su principal mercado son los intermediarios que llegan a pie de rancho para la compra del ganado por lo que, por facilidad, el productor decide vender a un precio menor al establecido.

Mientras que para el grupo dos y tres este tipo de mercado es menor y se ve fortalecida la venta a centros de acopio (Figura 7) con mayor volumen, además de vender al público en general en donde el productor establece el precio de venta. Según Zepeda *et al.* (2021) mencionan que en los hatos ya desarrollados la producción es mayor, debido a que existe una constante parición de becerros al año, normalmente se comercializan con un peso entre 180-200 kg con la finalidad de vender el kilogramo a un buen precio y reducir el consumo de alimento y no sobrecargar los hatos.

El 13 % de los productores se organizan para comercializar sus productos, con el objetivo de mejorar los precios al vender mayor volumen de animales, referente a eso Vega *et al.* (2017) mencionan que la importancia de organizarse entre grupos y hacer contratos rápidos con volúmenes considerables de becerros para venta es obtener mejores precios. No obstante, el 87 % de los productores encuestados mencionaron no organizarse, aun sabiendo que el principal problema de comercialización son los precios bajos (85 %) por lo que prefieren comercializar a menores precios.

5.5. Factores que limitan el sistema productivo

La percepción del productor respecto a los factores que limitan su actividad se muestra en el Cuadro 14 y 15. Dentro del componente alimenticio, la limitante principal para los tres grupos de productores fue la cantidad de alimento disponible para el ganado, a pesar de la implementación de sistemas silvopastoriles que a contrarrestado en gran medida este aspecto, consideran que el tener mayor cantidad de alimento promovería una mayor productividad. Los costos del alimento, es otro aspecto importante para los grupos dos y tres en comparación con el grupo uno. Mientras que la calidad de alimento consideran no ser una limitante en su sistema productivo, al mencionar que la dieta ofrecida cumple con los requerimientos del ganado.

En aspectos reproductivos, los tres grupos de productores consideran no tener limitantes en las tasas de parición y calidad del semen de los sementales utilizados, sin embargo, como se ha visto anteriormente (Cuadro 7), es necesario implementar biotecnologías reproductivas que puedan hacer más eficiente el sistema productivo y dotar a los productores de nuevos conocimientos sobre este tipo de manejo.

Es importante realizar evaluaciones a los sementales al menos una vez al año para garantizar su fertilidad e incrementar los porcentajes de concepción y por lo tanto de parición, ya que de no hacerlo se corre el riesgo de tener animales improductivos en el hato.

Cuadro 14. Percepción cualitativa de productores respecto a los principales factores que limitan la rentabilidad de unidades de producción de bovinos con Sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.

Componente	Factor	Grado de afectación (%)								
		Grupo 1: Convencional (n=6)			Grupo 2: En desarrollo (n=27)			Grupo 3: Desarrollados (n=13)		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
Alimentación	Calidad del alimento	67	33	0	78	22	0	62	38	0
	Cantidad del alimento	17	33	50	37	63	0	46	54	0
	Costo del alimento	50	50	0	19	70	11	31	54	15
Reproducción	Tasa de parición	50	33	17	89	11	0	77	23	0
	Calidad del semen	100	0	0	70	15	15	92	8	0
Genética	Selección de hembra y macho	33	67	0	33	67	0	62	23	15
	Característica de la raza	17	67	17	74	26	0	77	23	0
Sanidad	Tratamiento de enfermedades	33	50	17	41	59	0	31	69	0
	Tratamientos preventivos	50	33	17	41	52	7	31	69	0
Manejo	Instalación adecuada	17	33	50	33	44	22	69	15	15
	Registro de bitácoras	17	33	50	30	37	33	0	23	77

Componente	Factor	Grado de afectación (%)								
		Grupo 1: Convencional (n=6)			Grupo 2: En desarrollo (n=27)			Grupo 3: Desarrollados (n=13)		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
	Registro de gastos	33	17	50	22	30	48	0	31	69
	División de potreros	0	33	67	33	59	7	0	77	23
	Manejo del SSP	17	17	67	30	15	56	0	38	62
	Intermediarios y acopiadores	17	33	50	26	44	30	0	69	31
Comercialización	Acceso a rastros	67	17	17	85	7	7	100	0	0
	Precio de venta	0	33	67	4	7	89	0	0	100

Nota: Marcado en color gris los porcentajes más altos por componente y factor. B: Bajo, M: Medio y A: Alto

Referente a la genética animal, se observa que para los grupos uno y dos la selección de machos y hembras tiene un grado de afectación medio, esto es generado a partir de que la selección de los reproductores del hato es basada en aspectos fenotípicos principalmente, sin contar con información o registros productivos que pudieran ayudar a tomar mejores decisiones y proveer una mejora genética verdadera. En cambio, consideran que, por las características de las razas utilizadas, son las idóneas para su sistema productivo por lo que no es una limitante actual.

En el componente sanitario, la limitante principal para los tres grupos es la falta de tratamientos adecuados para enfermedades del ganado, ya que no se tiene un plan de vacunación o desparasitación, ni personal capacitado que les de asistencia, por lo que las enfermedades son tratadas a través de recomendaciones de otros productores o por medio del personal veterinario.

Para los grupos dos y tres al no realizar tratamientos preventivos tiene efectos negativos en la producción ya que ven mermada la productividad, mientras que para el grupo uno, estos consideran que no es una limitante importante.

La limitante principal en aspectos de manejo para el grupo uno es no contar con instalaciones adecuadas, mientras que para los grupos restantes el grado de afectación percibido es menor. Uno de los puntos críticos para los tres grupos de productores es no llevar bitácoras o registros productivos, de gastos y de manejo general del sistema, eso imposibilita la toma de mejores decisiones ya que se desconoce la eficiencia del sistema productivo.

Según Pérez-Hernández *et al.* (2004) la falta de registros productivos dificulta determinar el inventario y la producción exacta de la ganadería bovina y éste se torna menos eficiente al no planificar los gastos económicos que mantenga al rancho en el corto y largo plazo para garantizar un mejor desarrollo, ya que con base en esto se puede adquirir suplementos, paquetes tecnológicos, entre otros insumos.

La falta de divisiones de los potreros es una limitante que no permite el manejo correcto del forraje ocasionando un desperdicio al no practicar la rotación de potreros.

Al no realizar el manejo correcto de los potreros se produce un sobrepastoreo, aumenta la capacidad de regeneración de las pasturas, los suelos se erosionan fácilmente, los costos de alimentación aumentan al requerir suplementos por la insuficiencia de comida entre otros y, esto hace menos rentable el sistema, por falta de conocimiento o tiempo del productor. Para garantizar forraje a los animales se requiere realizar un buen manejo de los potreros y de esta forma tener el tiempo adecuado de recuperación de potreros (Riveros-Cañas, 2020).

La presencia de intermediarios, acopiadores y el precio de compra del producto son las limitantes principales en aspectos comerciales que afectan a los productores, puesto que los precios no son garantizados y en ocasiones el intermediario aprovecha las necesidades económicas del productor al ofrecerles un precio menor a lo normal. En un trabajo de caracterización realizado por Pérez-Hernández *et al.* (2004) consideran que el precio del bovino es cambiante y esto se debe a la competencia entre intermediarios y a la demanda del producto. No obstante, Hernández *et al.* (2011) mencionan que es mejor realizar contratos directamente con el comprador para garantizar el mercado y precio.

En aspectos relacionados a los recursos naturales, en el Cuadro 15 se observa que los productores están conscientes de la importancia de estos recursos en la actualidad, por lo que consideran que la inestabilidad de lluvias, incremento de la temperatura, pérdida de la biodiversidad y aquellos relacionados al cambio climático afectan en mayor medida el sistema productivo.

Cuadro 15. Percepción cualitativa de productores respecto a los principales factores que limitan la rentabilidad de unidades de producción de bovinos con sistemas silvopastoriles de Champotón y Escárcega, Campeche.

Componente	Factor	Grado de afectación (%)								
		Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3		
		Convencional			En desarrollo			Desarrollados		
		(n=6)			(n=27)			(n=13)		
B	M	A	B	M	A	B	M	A		
Recursos naturales y cambio climático	Sequía	17	0	83	15	33	52	31	0	69
	Inestabilidad de lluvias	17	17	67	11	33	56	15	31	54
	Incremento de temperatura	33	0	67	33	48	19	15	31	54
	Pérdida de biodiversidad	17	67	17	11	81	7	23	0	77
Capital social	Desorganización	33	17	50	85	7	7	85	0	15
	Acceso a créditos	50	17	33	59	26	15	69	15	15
	Acceso a subsidios	17	33	50	59	26	15	69	15	15
	Falta de paquetes tecnológicos	17	50	33	7	85	7	15	69	15
	Esquema de comercialización	50	50	0	81	11	7	85	0	15
	Falta de asesoría técnica	0	50	50	26	37	37	15	54	31
	Mano de obra	33	50	17	41	48	11	15	54	31

Nota: Marcado en color gris los porcentajes más altos por componente, factor y grupo. B: Bajo, M: Medio y A: Alto

Como ejemplo, actualmente la época de lluvia se ha modificado por lo que la planeación en la siembra de cultivos se ve afectada y por lo tanto disminuye el alimento para el ganado, como lo reafirma Gallardo *et al.* (2019) y Navas (2022) al comentar que las afectaciones del cambio climático ocasionan inestabilidades de lluvias exponiendo a la ganadería a sufrir afectaciones por inundaciones en los potreros y por consecuencia pérdidas económicas al productor.

Un factor crítico en la alimentación es la época de estiaje o sequía la cual afecta en mayor grado los sistemas productivos al no contar con alimento suficiente para el ganado y no contar con otras alternativas alimenticias que ayuden a mitigar los efectos negativos en los animales. Algunos autores consideran la sequía como un fenómeno con fuertes afectaciones, entre ellos Gallardo *et al.* (2019) quienes mencionan que la ganadería se encuentra en un entorno vulnerable frente a los impactos de la sequía causada por el cambio climático y las afectaciones son severas, por lo que hay que tomar conciencia al seguir talando árboles.

Al respecto, una de las estrategias para contrarrestar el cambio climático y la tala de árboles es la implementación de sistemas silvopastoriles en las unidades de producción por los beneficios que ofrecen. En ese sentido, la totalidad de los productores piensan que un mal manejo de estos sistemas causaría una afectación alta en el sistema por lo que se perderían varios beneficios que ya reciben (Figura 5).

La limitante identificada en el capital social, por los tres grupos de productores es la falta de asistencia técnica para la asesoría y capacitación en diferentes temáticas del sector, así como la falta de paquetes tecnológicos. Camacho-Vera *et al.* (2017) aluden que la asesoría técnica tiene un impacto directo sobre el rendimiento por unidad animal, siendo los productores que hacen uso de asesoría técnica los que tienen un rendimiento superior a aquellos que no la reciben.

Con relación a los paquetes tecnológicos, el grupo uno de productores percibe una afectación media, respecto a los grupos dos y tres en donde la percepción de afectación es baja, aunque se sabe que, al tener un conjunto de prácticas en el sistema, se mejora la productividad y rentabilidad.

Así lo confirman Espinosa-García *et al.* (2018) quienes encontraron que los productores que usan paquetes productivos, los animales tienen mayores ganancias de peso, y concluyen que aplicar más componentes relacionados con la nutrición animal, la salud del hato y la gestión de la unidad de producción, mejoran la rentabilidad y productividad.

Para el grupo uno, las limitantes en este componente es la desorganización y bajo acceso a subsidios por lo que existe poca gestión de mejores precios de compra o venta de productos, así como pocos apoyos gubernamentales y otros beneficios que podrían obtener al estar organizados. Los productores restantes no los consideran como limitantes ya que la comercialización se realiza de manera independiente y con volúmenes mayores, sin embargo, es importante reconocer que la organización es una alternativa para un buen desarrollo (Vega *et al.*, 2017). Ya que bajo este esquema se pueden crear redes de comercialización y mejorar los precios.

Los productores consideran que el acceso a créditos y esquemas de comercialización no afectan en este momento su actividad en gran medida al contar con empresas acopiadoras en la región en donde venden su producto.

Finalmente, la falta de mano de obra y la solvencia económica para cubrir este rubro afecta el sistema a un nivel medio. En la mayoría de las unidades productivas la mano de obra es limitada y se requiere de contratar personal, dado que las nuevas generaciones no se prestan al servicio del rancho y cada vez se disminuyen los rendimientos, esto afecta directamente en la economía y generan desánimo para continuar con la actividad.

5.6. Estrategias complementarias a la unidad de producción

Las unidades productivas de bovinos con sistemas silvopastoriles de los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche podrían adoptar prácticas que puedan mejorar los sistemas, con base en la caracterización general y los componentes que afectan el sistema, se plantean las siguientes estrategias generales.

Cuadro 16. Estrategias propuestas en unidades de producción de bovinos con Sistemas silvopastoriles en Champotón y Escárcega, Campeche.

Aspecto	Estrategia propuesta
Social	<ul style="list-style-type: none"> • Concientizar e incentivar a las generaciones actuales sobre la importancia de la actividad ganadera para su arraigo en la comunidad y la región. • Fortalecer la promoción y adopción de sistemas ganaderos sostenibles.
Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de mayores áreas con Sistemas silvopastoriles • Siembra de árboles o arbustos de la región con resistencia a la sequía y presenten follaje en la época seca. • Estudios de biomasa forrajera a través del año para planificar cargas animales en los SSP como en potreros regulares y por lo tanto realizar rotación de potreros. • Capacitación sobre el uso de silo, henificado, bloques multinutricionales. • Siembra de pastos de corte adaptados a la región. • Restauración de paisajes ganaderos y el manejo eficiente de agostaderos y acahuales.
Genética	<ul style="list-style-type: none"> • Con base a registros productivos programar cruzamientos dirigidos y terminales para mejorar la genética en el hato.
Reproducción	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar evaluaciones de la fertilidad del macho al menos una vez al año. • Capacitar sobre aspectos de palpación de hembras y control del amamantamiento como prácticas a corto tiempo para mejorar los parámetros reproductivos.

Aspecto	Estrategia propuesta
	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de biotecnologías reproductivas como sincronización de estros e inseminación artificial a largo plazo.
Sanidad	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un calendario de vacunación y desparasitación de acuerdo con la región con la guía de personal capacitado. • Brindar información sobre la importancia y control de fauna silvestre en las unidades productivas ganaderas. • Contar y conocer el uso del botiquín veterinario. • Incorporar el control biológico como medida preventiva.
Manejo	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar la totalidad del hato por medio de arete, herraje o seña particular que brinde información para el control del ganado. • Llevar registros generales de los componentes del sistema productivo (ej: reproductivo, sanidad, comercialización, gastos, etc.), ello facilitará una mejor toma de decisiones. • Definir cargas animales por hectárea y separar animales por etapa productiva. • Realizar divisiones de potreros de acuerdo con el área del predio, hato y especies forrajeras presentes.
Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Reacondicionar o instalar infraestructura con material disponible en la región que permita realizar un mejor manejo y cuidado del ganado. • Instalar comederos, saladeros y bebederos en puntos estratégicos de los potreros, para evitar el desgaste de los animales al recorrer distancias largas. • Uso de cerco eléctrico para un mejor manejo del forraje. • Divisiones de potreros de acuerdo con la carga animal y biomasa forrajera disponible.

Aspecto	Estrategia propuesta
Uso del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y mantenimiento constante de jagüey para la recolecta de agua y evitar mortalidad de animales. • Captadores de agua de lluvia mediante cosecha en espacios destinados al mismo, o por almacenaje en materiales de plástico como tinacos o tambos. • Uso eficiente del agua de pozo mediante sistemas de riego en la medida de lo posible.
Comercialización	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar el acceso a un mejor precio en los rastros y centros de acopio de leche de las regiones evaluadas. • Dar valor agregado al producto por ser producido bajo sistemas ganaderos más amigables con el ambiente.
Organización	<ul style="list-style-type: none"> • Organización de productores con los mismos intereses, con el fin de lograr mejores precios de venta, compra de insumos, aseguramientos de contratos, gestión de apoyos, entre otros. • Organización para gestionar alianzas a diferentes niveles (privado, académico, financiero, gubernamental, etc.) que coadyuven a tener asesoría, capacitaciones, talleres, apoyos.
Divulgación y difusión de la información	<ul style="list-style-type: none"> • Divulgar y difundir (ej: platicas, ferias, páginas web, reuniones comunitarias, foros, entre otras) las acciones que se realizan en las unidades productivas bajo el enfoque de sistemas silvopastoriles con el fin de promover el intercambio e incentivar el interés a diferentes niveles sociales.
Financiero	<p>Capacitación en programas de inversión en la misma unidad con recursos propios.</p>

Aspecto	Estrategia propuesta
	Acceso a subsidios estatales y federales por medio de la organización.

Los productores en general requieren afianzar sus conocimientos y complementarlos por medio de asesoría técnica y capacitación. Es fundamental incluir aspectos básicos que pudieran implementarse a corto tiempo como es el uso de registros productivos e identificación del ganado, así como identificar productores con los mismos intereses para poder integrar una organización que les ayude a lograr mejores precios.

VI. CONCLUSIÓN

Se identificaron tres tipos de unidades productivas de bovinos en los municipios de Champotón y Escárcega, Campeche, con diferente edad, superficie ganadera, número de animales, tipo de sistema silvopastoril, aspectos tecnológicos y comerciales. Las unidades productivas preponderantes fueron de tipo “en desarrollo” dedicadas a la producción de carne y leche, seguido por las “desarrolladas” dedicadas a la producción de carne y las “convencionales” a la producción de leche.

Las limitantes percibidas fueron en aspectos tecnológicos y comerciales, principalmente sanitarios, de costo del alimento, uso de registros productivos, presencia de intermediarios, precios de venta, inestabilidad de los recursos naturales, manejo del sistema silvopastoril, asesoría técnica, mano de obra y paquetes tecnológicos. Por lo que es necesario establecer un sistema de planificación de estrategias adecuado que responda a las necesidades a nivel de unidad de producción, considerando cada una de sus características.

Con el uso de nuevas y mejores estrategias productivas, que garanticen el buen aprovechamiento de los recursos naturales se promoverá a mediano plazo un mejoramiento en los sistemas de producción de ganado bovino y a largo plazo, un desarrollo sostenible en la región de estudio.

VII. LITERATURA CITADA

- Aguilar, R.C., León, A.C., Gómez, M.U., Valverde, B.R., Reyes, V.C., Rebollo, P.F. 2021. Socioeconomic analysis of peasant production units of the traditional silvopastoral system in the Sierra de Huautla Biosphere Reserve of Morelos. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*. 1(1), 3-17.
- Alayón-Gamboa, J.A., Jiménez-Ferrer, G., Toral, J., Villanueva-López, G. 2016. Estrategias silvopastoriles para mitigar efectos del cambio climático en sistemas ganaderos del sur de México. *Agroproductividad*. 9(9), 10-15.
- Alvarado-Canché, A.D.R., Canul-Solis, J.R., Castillo-Sánchez, L.E., Campos-Navarrete, M.J., López-Cobá, E.H., Luna-Mendicuti, A.A., Chay-Canul, A.J. 2022. Producción y calidad forrajera de *Cynodon plectostachyus* bajo sistema silvopastoril con *Leucaena leucocephala*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25, 1-9.
- Apan-Salcedo, G.W., Jiménez-Ferrer, G., Nahed-Toral, J., Pérez-Luna, E., Piñeiro-Vázquez, Á.T. 2021. Masificación de sistemas silvopastoriles: un largo y sinuoso camino. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 24, 1-17.
- Arcani, M.D. 2022. Introducción de especies forrajeras (*Phalaris Arundinacea*, *Gramma Rhodes* y *Vicia Sativa*) en suelos altamente degradados del altiplano central del departamento de La Paz (provincia Ingavi municipio de Viacha comunidad Surusaya Suripanta). Universidad Mayor de San Simón. Bolivia. Pp. 22-24.
- BioPasos. 2018. Caracterización de la ganadería bovina en el estado de Campeche, México. Campeche. 1-28 p.
- Blanco-Valdes, Y., Durañona, H., Acosta-Roca, R. 2016. Efecto de la temperatura y la humedad en la conservación de granos de maíz en silos metálicos refrigerados. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 105-114.
- Boyazoglu, J. y Nardone, A. 2003. The relationship between environment and animal production. *Latin American Archives of Animal Production*, 11(1), 57-64.
- Buenfil, G.Z., Zúñiga, F.B., Calderón, M.A. 2009. Caracterización forrajera de un sistema silvopastoril de vegetación secundaria con base en la aptitud de suelo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 47(3), 257-270.
- Calvo, G.S. 2011. Bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno. Universidad de Salamanca. España. 3, 173- 186.
- Camacho-Vera, J.H., Cervantes-Escoto, F., Palacios-Rangel, M.I., Rosales-Noriega, F., Vargas-Canales, J.M. 2017. Factores determinantes del rendimiento en unidades de producción de lechería familiar. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 8(1), 23-29.

- Canul-Solis, J.R., Castillo-Sánchez, L.E., Escobedo-Mex, J.G., López-Herrera, M.A. Lara., Lara, P.E. 2018. Rendimiento y calidad forrajera de *Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia* y *Cynodon nlemfuensis* en monocultivo y sistema agroforestal. *Agrociencia*. 52(6), 853-862.
- Cauich-Cauich, I.I., Uicab-Brito, L.A., Rosales-Martínez, V., Flota-Bañuelos, C., Sánchez-Hernández, M.A., Fraire-Cordero, M.L., Fraire-Cordero, S. 2022. Pruning height and frequency of *Moringa oleifera* and *Leucaena leucocephala* in a silvopastoral system. *AgroProductividad*. 15(3), 21-27.
- Colcombet, L. y Egolf, P. 2021. Experiencias silvopastoriles en Argentina. Adaptación de las estrategias productivas a las oportunidades de mercado identificadas. *Revista Integración Ganadería Forestación*. 3, 34-43.
- Contreras-Santo, J.L., Martínez-Atencia, J., Falla-Guzmán, C.K. 2021. Carbono acumulado en raíces de especies vegetales en sistemas silvopastoriles en el Norte de Colombia. *Revista de Ciencias Ambientales*. 55(1), 52-69.
- Cuervo-Osorio, V.D., Martínez, B.C., Quetz-Aguirre, E.M., Pérez, S.E., Mejenes, L.S.D.A. 2020. Evaluación de la capacidad de cambio de los sistemas ganaderos de Campeche hacia un modelo de producción orgánica. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*. 23(3), 1-12.
- Chará, J., Reyes, E., Peri, P., Otte, J., Arce, E., Schneider, F. 2019. *Silvopastoral Systems and their Contribution to Improved Resource Use and Sustainable Development Goals: Evidence from Latin America*. FAO, CIPAV and Agri Benchmark, Cali, 60 p.
- Chávez-Espinoza, M., Cantú-Silva, I., González-Rodríguez, H., Montañez-Valdez, O.D. 2022. Sistemas de producción de pequeños rumiantes en México y su efecto en la sostenibilidad productiva. *Revista MVZ Córdoba*. 27(1), 1-12.
- Díaz, A., Sardiñas, Y., Castillo, E., Padilla, C., Jordán, H., Martínez, R., Ruiz, T., Díaz, M., Moo, A., Gómez, O., Alpide, D., Arjona, M., Ortega, G. 2014. Caracterización de ranchos ganaderos de Campeche, México. Resultados de proyectos de Transferencia de Tecnologías. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 18(2), 41-61.
- Dzib-Castillo, B.B., Van der Wal, H., Cervantes-Gutiérrez, V., Cetzal-Ix, W., Chantásig-Vaca, C.I., Casanova-Lugo, F. 2021. Diversidad arbórea nativa: base para el diseño de sistemas agroforestales en una comunidad maya en la península de Yucatán, México. *Polibotánica*. 51, 73-89.
- Espinosa-García, J.A., Vélez, I.A., Góngora G.S.F., Cuevas R.V., Vázquez G.R., Rivera M.J.A. 2018. Evaluación del impacto en la productividad y rentabilidad de la tecnología transferida al Sistema de bovinos de doble propósito del Trópico Mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 21, 261-272.

- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nation. 2023. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Sistemas Agroalimentarios Sostenibles. Consultado el 16 de enero de 2023. Disponible en <https://www.fao.org/americas/prioridades/sistemas-alimentarios-sostenibles/es/>
- Fernández, M.A. 2017. Producción de carne y leche bovina en sistemas silvopastoriles. Ed. INTA. Bordenave, Buenos Aires. 195 p.
- FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 2017. Panorama Agroalimentario. Panorama Agroalimentario Carne de bovino 2017. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Consultado el 22 de junio de 2021. Disponible en <http://fira.gob.mx/InfEspDXML/abrirarchivo.jsp?abreArc=62898>.
- Forero, S.P., Santos, L.N.S., Castañeda, H.J.A., Madrigal, M.A.S. 2018. Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2), 121-134.
- Fuentealba, B.D, y González-Esquivel, C.E. 2015. Sistemas silvopastoriles tradicionales en México. En: Moreno-Calles, Al, Casas, A., Toledo, VM, Vallejo-Ramos M., (Eds.), *Etnoagroforestería en México*. UNAM, México. Pp. 239-261.
- Gallardo, C.A., Vargas, L.S., Bustamante, G.A., Nahed, T.J., Ramírez, B.E., Casiano, V.M.A. 2019. Riesgos climáticos y modos de vida de las familias productoras de ganado bovino en la Costa Chica, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 22, 169-178.
- Garrote, G., Rodríguez-Castellanos, P., Trujillo, F., Mosquera-Guerra, F. 2017. Características de los ataques de jaguar (*Panthera onca*) sobre el ganado y evaluación económica de las pérdidas en las fincas ganaderas de los Llanos Orientales (Vichada, Colombia). *Conflicto entre felinos y humanos en América Latina*. Colombia. Pp, 89-102.
- Gobierno del estado de Campeche. 2016. Instituto Nacional de Desarrollo Social, consultado el 06 de octubre de 2022. Disponible en <https://www.gob.mx/indesol/documentos/analisis-del-municipio-champoton>.
- González, J. 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.
- Granados-Rivera, L.D., Quiroz-Valiente, J., Maldonado-Jáquez, J.A., Granados-Zurita, L., Díaz-Rivera, P., Oliva-Hernández, J. 2018. Caracterización y tipificación del sistema doble propósito en la ganadería bovina del Distrito de Desarrollo Rural 151, Tabasco, México. *Acta universitaria*, 28(6), 47-57.

- Hernández, M.J., Rebollar, R.S., González, R.F.J., Guzmán, S.E., Albarrán, P.B., García, M.A. 2011. La cadena productiva de ganado bovino en el sur del estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 29: 672-680.
- Hoffmann, I. 2010. El cambio climático y la caracterización, mejoramiento y conservación de los recursos zoogenéticos. *Animación Gineta*. 41, 32-46.
- Iglesias, J. 2011. Sistemas de producción agroforestales. Capacitación y análisis en: "conceptos generales y definiciones". *Revista Sistemas De Producción Agroecológicos*. 2(1), 151-176.
- INEGI, 2019 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) Encuesta Nacional Agropecuaria.
- Jarvis, A., Touval, J.L., Castro, M., Sotomayor, L., Graham, G. 2010. Assessment of threats to ecosystems in South America. *Journal for Nature Conservation*. 18(3), 180–188.
- Kourí, E. 2017. Sobre la propiedad comunal de los pueblos, de la Reforma a la Revolución. *Historia mexicana*. 66(4), 1923-1960.
- López, O., López, L., Sánchez, T., Olivera, Y., García, R., Herrera, M., González, M. 2019. Evaluación del valor nutricional de los forrajes en un sistema silvopastoril. *Pastos y Forrajes*. 42(1), 57-67.
- Marinidou, E. y Jiménez-Ferrer, G. 2010. Paquete Tecnológico Sistemas silvopastoriles Uso de árboles en potreros de Chiapas. CONAFOR. México. 46 p.
- Márquez, N.G.L. 2021. Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales de la finca Villacís del recinto Zapallo, del cantón Quevedo. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. 80 p.
- Martín, C.B.R., Vayone E.M., Chan, P.M.G., Guillen T.J.L., Aguilar, S.J.A. 2021. Análisis de las variables Físico-Químicas y Microbiológicas de Las Lagunas del municipio de Escárcega, Campeche, México. *European Scientific Journal*. 17(25), 116-131.
- Martínez, E.C., Villanueva, L.G., Casanova, L.F. 2013. Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la sierra de Tabasco, México. *Agrociencia*. 47(5), 482-496.
- Martins, R., Ribeiro, R.S., Campos, D.S. 2019. Silvo-pastoral Systems in Latin America for Biodiversity, Environmental, and Socioeconomic Improvements. In: Lemaire, G.; Faccio, P.C.; Kronberg, S.; Recous, S. (Comp.). *Agroecosystem Diversity*. Academic Press. Reino Unido. Pp. 287-297.
- Molina-Rivera, M., Olea-Pérez, R., Galindo-Maldonado, F.A., Arriaga-Jordán, C.M. 2019. Análisis de ciclo de vida de tres sistemas ganaderos tropicales en Campeche, México: Caso de estudio. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 22, 127-141.

- Morales-Crispín, L.M., Landeros-Sánchez, C., Canseco-Sedano, R., Zárate-Martínez, J.P., Becerril-Pérez, C.M., Rosendo-Ponce, A. 2021. Los recursos ganaderos y su conservación frente al cambio climático. *Agro Productividad*. 14(4), 99-103.
- Moreno, L., Díaz, M.F., Burkart, S. 2021. Políticas públicas y sistemas silvopastoriles en Latinoamérica: Un estudio comparado. *Políticas en Síntesis* No. 58. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 8 p.
- Moreno-Calles, A.I., Galicia-Luna, V.J., Casas, A., Toledo, V.M., Vallejo-Ramos, M., Santos-Fita, D., Camou-Guerrero, A. 2015. Etnoagroforestería: El estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México. *Etnobiología*. 12(3), 1-16.
- Motta, P., Martínez, H., Rojas, E. 2019. Indicators associated to pastures sustainability: A review. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 20(2), 409-430.
- Arevalo, Q., Merygim, M., Huaman, L., Everth J., Muñoz, M., Jairo, B. 2021. Clasificación de especies arbóreas en sistemas agroforestales de café bajo sombra en Latinoamérica. *Universidad científica del Sur*. Perú. 1-12 p.
- Murgueitio, E., Chará, J.D., Solarte, A.J., Uribe, F., Zapata, C., Rivera, J.E. 2013. Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 26, 313-316.
- Nahed, T.J., Sánchez, M.B., Mena, T., Ruiz, R.J., Aguilar, J.R., Castel, J., De Asís, R.F., Orantes, Z.M., Manzur, C.A., Cruz, L.J., Delgadillo, P.C. 2013. Feasibility of converting agrosilvopastoral systems of dairy cattle to the organic production model in southeastern México. *Journal of Cleaner Production*. 43, 136-145.
- Nahed-Toral, J., Guevara-Hernández, F., Palma-García, J.M., López-Tecpoyotl, Z.G., Sánchez-Muñoz, J.B., Ruiz-Rojas, J.L., Parra-Vázquez, M.R. 2018. Innovación para el desarrollo sustentable de la ganadería mediante sistemas silvopastoriles y producción orgánica en la frontera sur. Norte-Sur, *Diálogos de Frontera*. México. El Colegio de la Frontera Norte. Pp. 103-133.
- Navas, P.A. 2022. Percepciones de pequeños productores sobre cambios en el clima y su efecto en sistemas de producción de leche. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 33(2), 1-17.
- Ojeda, P.A., Restrepo, J.M., Villada, D.E., Cesáreo, G.J. 2003. Sistemas Silvopastoriles, una opción para el manejo sustentable de la ganadería. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. 71 p
- Oliva, M., Collazos, R., Vásquez, H., Rubio, K., Maicelo, J.L. 2019. Composición florística de especies herbáceas forrajeras en praderas naturales de las principales microcuencas ganaderas de la región Amazonas. *Scientia Agropecuaria*. 10(1), 109-117.

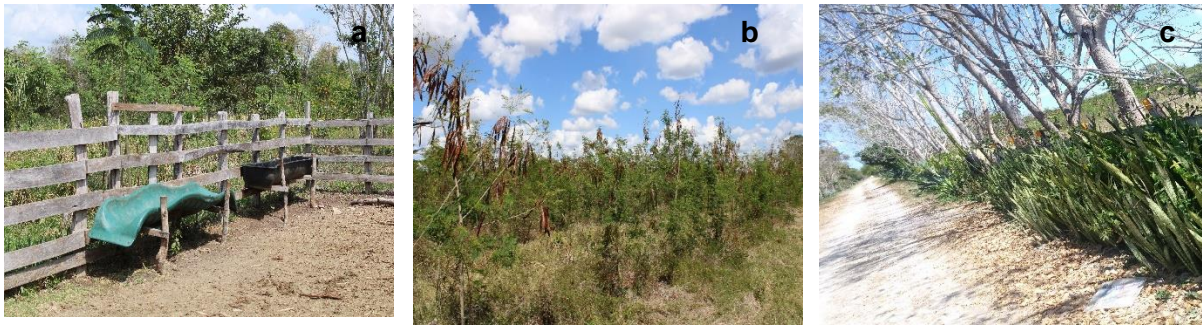
- Oliva-Cruz, S.M. 2016. Influencia de factores socioeconómicos y ambientales sobre la adopción de tecnologías silvopastoriles por productores ganaderos, distrito de Molinopampa, Amazonas, Perú. Pp. 26-32.
- Parra-Cortés, R.I., y Magaña-Magaña, M.A. 2019. Características técnico-económicas de los sistemas de producción bovina basados en razas criollas introducidas en México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 6(18), 535-547.
- Pérez, C.U. y García, G.M.D.L. 2021. Evaluación del sistema agroforestal una alternativa para el desarrollo local sostenible, en la localidad de San Francisco Cheje, municipio de Jocotitlán, México. Universidad Autónoma de México. Pp. 56-60.
- Pérez, E.R. 2008. El lado oscuro de la ganadería. Problemas del desarrollo. *Revista latinoamericana de economía* 39(154), 217-227.
- Pérez, S.E. 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. 138 p.
- Pérez-Hernández, P., Rojo-Rubio, R., Álvarez-Ávila, C., García-Díaz, J.J., López-Ortíz, S., Villanueva-Jiménez, J.A., Chalatte-Molina, H., Ortega-Jiménez, E., Gallegos-Sánchez, J. 2004. Caracterización y problemática de la cadena bovinos de doble propósito en el Estado de Veracruz. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. Veracruz, México. Consultado el 14 de noviembre de 2022. Disponible en http://www.geocities.com/cpcampusver/avancesinv2004/trabajos/cadena_bovinos_doble_p.htm
- Portillo-López, P.A., Meneses-Buitrago, D.H., Lagos-Burbano, E., Duter-Nisivoccia, M.E., Castro-Rincón, E. 2021. Valor nutritivo de mezclas forrajeras en épocas seca y de lluvias en Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*. 32(2), 556-572.
- Ramos-Trejo, O.S., Canul-Solís, J.R., Alvarado-Canché, A.R., Castillo-Sánchez, L.E., Sandoval-Gío, J.J., Campos-Navarrete, M.J., Piñeiro-Vázquez, A.T., Chay-Canul, A.J., Casanova-Lugo, F. 2019. Growth, forage yield and quality of *Morus alba* L. and *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. in mixed and pure fodder bank systems in Yucatan, México. *Agroforestry Systems*. 94(1), 151-157.
- Randolph, T.F., Schelling, E., Grace, D., Nicholson, C.F., Leroy, J.L., Cole, D.C., Demment, M.W., Omore, A., Zinsstag, J., Ruel, M. 2007. Invited review: Role of livestock in human nutrition and health for poverty reduction in developing countries. *Journal Animal Science*. 85(11), 2788-800.
- Ríos, M.J.A., Escobedo, A.J.C., Reyes, G.J.A., Vázquez, L.Y.M., Navarrete, P., Castillo, P.G.E.R., Cesin, V.A. 2019. IV Foro Internacional de Ganadería Sustentable: conectividad ecosistémica y articulación territorial hacia la Agenda 2030. CONANP. 55 p.

- Ríos, R.J. 2006. Comportamiento hidrológico de sistemas de producción ganadera convencional y silvopastoril en la zona de recarga hídrica de la subcuenca del Río Jabonal, cuenca del Río Barranca, Costa Rica. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. 116 p.
- Rivera, J.E., Chará, J., Barahona, R. 2016. Life cycle assessment for the production of cattle milk in an intensive silvopastoral system and a conventional system in Colombia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 19 (3), 237-251.
- Riveros-Cañas, R.A. 2020. Caja de Herramientas para promover el desarrollo de la Ganadería sustentable. 1ra. Edición. Ed. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica. 44 p.
- Román, M.M.L., Mora, S.A., González, C.G.A. 2016. Sistemas agroforestales con especies de importancia maderable y no maderable, en el trópico seco de México. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 20(2), 53-72.
- Rosati, A., Borek, R., Canali, S. 2021. Agroforestry and organic agriculture. *Agroforestry Systems*. 95(5), 805-821.
- R-Studio (The R Project for Statistical Computing). 2020. Retrieved from. Disponible en <https://www.r-project.org/>
- Ruiz, M., Ruiz, J., Torres, V., Cach, J. 2012. Estudio de sistemas de producción de carne bovina en el municipio del estado de Hidalgo, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 46(3), 261-265.
- Russo, R.O. y Botero, B.R. 2017. El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 8 p.
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). 2021. Plan Nacional de Desarrollo Datos 2021. Consultado 10 de enero 2022. Disponible en www.agricultura.gob.mx/sader/datos-2021
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). 2022. Consultado el 06 de abril de 2022. Disponible en <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/anuncia-agricultura-incremento-en-precio-de-garantia-de-leche-fresca-en-beneficio-de-pequenos-ganaderos-del-pais-298648>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016. Evaluación de Diseño Programa de Fomento Ganadero. IICA. 96p.
- Salas-González, J.M., Leos, J.A., Sagarnaga, L.M., Zavala-Pineda, M.J. 2013. Adopción de tecnologías por productores beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 4(2), 243-254.

- Salazar, S.S.V., Vázquez, A.T.P., Botero, I.C.M., Balbuena, F.J.L., Narváez, J.J.U., Campos, M.R.S., Vera, J.C.K. 2018. Potential of Samanea saman pod meal for enteric methane mitigation in crossbred heifers fed low-quality tropical grass. *Agricultural and Forest Meteorology*. 258, 108-116.
- Sánchez-Romero, R., Balvanera, P., Castillo, A., Mora, F., García-Barrios, L.E., González-Esquivel, C.E. 2021. Estrategias de manejo, prácticas silvopastorales e impulsores socioecológicos en sistemas ganaderos tradicionales en bosques secos tropicales: un análisis integrado. *Ecología y Manejo Forestal*. 479, 118-506.
- Sandoval-Pelcastre, A.A., Ramírez-Mella, M., Rodríguez-Ávila, N.L., Candelaria-Martínez, B. 2020. Árboles y arbustos tropicales con potencial para disminuir la producción de metano en rumiantes [tropical trees and shrubs with potential to reduce the production of methane in ruminants]. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 23(33), 1-16.
- Sarmiento-Sarmiento, G., Peña-Dávila, J., Medina-Dávila, H. 2022. Impacto de tres sistemas de labranza en la fertilidad de un suelo entisol en zonas áridas. *Chilean Journal of Agricultural y Animal Sciences*. 38(1), 104-113.
- SAS, Institute (Business Analytics software). 2002. SAS/STAT ® 9.9 user's guide. SAS Institute Cary, North Carolina.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2016. Producción Anual Ganadera. Consultado el 5 de enero del 2022. Disponible en www.siap.gob.mx.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2021a. Panorama agroalimentario. Consultado 10 de enero 2022. Disponible en www.siap.gob.mx.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2021b. Inventario 2021 Bovino Carne y Leche, Campeche. Consultado el 13 de febrero del 2023. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/744951/Inventario_2021_bovinos_carne_y_leche.pdf
- Sotelo, M., Suárez, S.J.C., Álvarez, C.F., Castro, N.A., Calderón, S.V.H., Arango J. 2017. Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico - Sistemas silvopastoriles: ¿una opción viable? Publicación CIAT No. 448. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. 24 p.
- Torres, S.P.A. y Delgado, D.F.F. 2018. Estudio de los sistemas silvopastoriles como alternativa para el manejo sostenible de la ganadería. *Revista Ciencia y Agricultura*. 15(2), 107-116.
- Trenti-Very, L.C., González-Jácome, A., Landín-López, A.L., Mariaca-Méndez, R., Jiménez-Ferrer, G., Nahed Toral, J. 2021. Caprinocultura, ambiente y economía campesina: Un análisis de los sistemas familiares ganaderos en el semidesierto potosino. *Revista De El Colegio De San Luis*. 11(22), 1-34.

- Vásquez, H. V., Valqui, L., Castillo, M.S., Alegre, J., Gómez, C.A., Bobadilla, L.G., Maicelo, J.L. 2019. Caracterización de Sistemas Silvopastoriles en la cuenca ganadera de Molinopampa, Zona Noroccidental del Perú. *Temas Agrarios*. 25(1), 23-34.
- Vega, M.M.D.L., Santoyo, C.V.H., Muñoz, R.M., Altamirano, C.J.R. 2017. Reducción de costos de transacción e información asimétrica: experiencias de financiamiento rural en México. *Estudios sociales*. 27(49), 181-209.
- Vilaboa, A.J. y Díaz, R.P. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical*, 27(4), 427-436.
- Villanueva, C., Casasola, F., Detlefsen, G. 2018. Potencial de los sistemas silvopastoriles en la mitigación al cambio climático y en la generación de múltiples beneficios en fincas ganaderas de Costa Rica. 1ra Edición. Ed. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica. 61 p.
- Villanueva-Partida, C.R., Díaz-Echeverría, V.F., Chay-Canul, A.J., Ramírez-Avilés, L., Casanova-Lugo, F., Oros-Ortega, I. 2019. Comportamiento productivo e ingestivo de ovinos en crecimiento en sistemas silvopastoriles y de engorda en confinamiento. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 10(4), 870-884.
- Zapata, B.G., Bautista, Z.F., Astier, C.M. 2009. Forage characterization in three soil types within a secondary vegetation silvopastoral system in Yucatan, Mexico. *Técnica Pecuaria México*. 47(3), 257-270.
- Zepeda, C.R., Velasco, Z.M., Nahed, T.J., Hernández, G.A., Martínez, T.J. 2016. Adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: apoyos y limitantes. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 7(4), 471-488.
- Zepeda, C.R.M., Nahed, T.J., Velasco, Z.M.E. 2021. Evaluación de unidades ganaderas e índice de desarrollo de sistemas silvopastoriles en el municipio de Mezcalapa, Chiapas. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 25(1), 57-74.

ANEXOS



Fotografías a, b y c. Arreglos en Bancos de proteína basados en *Leucaena leucocephala* (a y b) y cercas vivas (c), del municipio de Escárcega y Champotón, Campeche.



Fotografías d, e y f. Comederos de bovinos (d), manga de manejo (e) y corrales (f) de unidades productivas con sistemas silvopastoriles del municipio de Escárcega y Champotón, Campeche.



Fotografías g, h y i. Bovinos en sistemas agroforestales, bovinos en árboles dispersos en potrero (h) y bovinos en sistemas con árboles en potrero del municipio de Escárcega y Champotón, Campeche.