



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN

ESCUELA DE POSGRADO

Integración del recurso arbóreo en fincas ganaderas de Campeche, México, como estrategia de adaptación al cambio climático y conservación de la biodiversidad

**Tesis sometida a consideración de la División de Educación y la Escuela de Posgrado
como requisito para optar al grado de**

MAGISTER SCIENTIAE

en Agroforestería y Agricultura Sostenible

Andrés Felipe Ardila Fernández

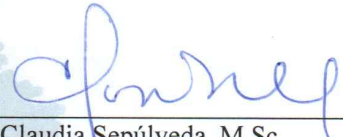
Turrialba, Costa Rica

2019

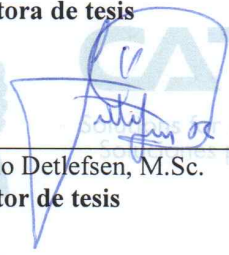
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA
Y AGRICULTURA SOSTENIBLE**


FIRMANTES:



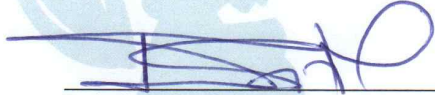
Claudia Sepúlveda, M.Sc.
Codirectora de tesis




Guillermo Detlefsen, M.Sc.
Codirector de tesis



Muhammad Ibrahim, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Isabel A. Gutiérrez-Montes, Ph.D.
Decana Escuela de Posgrado



Andrés Felipe Ardila Fernández
Candidato

1. DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, quienes con sus esfuerzos y sacrificios motivaron mis compromisos en esta etapa.

Al Doctor Carlos Castilla, por creer en mis capacidades como investigador.

A los productores ganaderos mexicanos participantes del estudio y sus familias, pues su hospitalidad y cooperación hicieron posible este trabajo.

A los equipos y personas que aportaron en este proceso, gracias porque han sido parte de mi formación académica y personal.

2. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la embajada del medio ambiente del Gobierno Federal de Alemania (BMUB) en conjunto con la Iniciativa del Cambio Climático (IKI), por ser los financiadores del Proyecto BioPaSOS y promotores de este estudio.

Al Comité asesor de tesis; a Claudia Sepúlveda, por brindarme su apoyo y vinculación a este proyecto. A Guillermo Detlefsen, por su disposición, dedicación y orientación constante durante el trabajo de tesis. Al Dr. Muhammad Ibrahim, por sus valiosos aportes, su exigencia en la calidad del trabajo y su apoyo durante la maestría.

Al equipo de trabajo del departamento de Bioestadística del CATIE, especialmente a Alejandra Ospina y Sergio Vílchez, por aportar sus amplios conocimientos en el diseño, colecta y análisis de los datos de campo.

Al personal administrativo y operativo del CATIE, por su gestión, atención y amabilidad porque facilitaron cualquier diligencia y en general mi estadía en Costa Rica.

Agradezco inmensamente al equipo del Proyecto BioPaSOS en Campeche, por la amistad y apoyo brindados por Edwin Persa, Erika Hernández y Marcos Reyes, en el transcurso de mi trabajo de campo; ellos hicieron mi estancia en México muy placentera.

Gracias a Mafer, por su apoyo incondicional durante la fase de campo, por su profesionalismo, amistad y amable hospitalidad en México. Igualmente, a la colaboración y compañía en el registro e identificación de especies arbóreas de Jorge Uco y don Febronio, sus conocimientos han sido un gran aporte para lograr los resultados obtenidos.

Agradezco a Laudine Marchive por su incondicional colaboración para las pacientes trasnochadas escribiendo y sus aportes en la construcción de este documento.

A la generación 2018 – 2019 del CATIE, valiosos amigos y compañeros, quienes en las actividades académicas, mejengas y demás encuentros, fomentaron la integración, amistad, empatía y compañerismo por encima de todo. ¡Gracias a todos por todo!

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. DEDICATORIA	III
2. AGRADECIMIENTOS	IV
3. LISTA DE CUADROS.....	VII
4. LISTA DE FIGURAS.....	VIII
5. LISTA DE ACRÓNIMOS.....	X
6. RESUMEN	XI
7. ABSTRACT.....	XI
8. ARTICULO. Recursos arbóreos en paisajes ganaderos como estrategia de adaptación al cambio climático para la conservación de la biodiversidad en Campeche, México.....	1
9. INTRODUCCIÓN	1
10. OBJETIVOS	3
10.1. Objetivo general:.....	3
10.2. Objetivos específicos.....	3
11. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	3
12. REVISIÓN LITERARIA.....	4
12.1. Paisajes ganaderos de Campeche	4
12.2. Producción ganadera y cobertura arbórea	5
12.3. Composición florística y estructural de los bosques en el Estado de Campeche....	6
12.4. Selectividad del ganado por las especies arbóreas forrajeras.....	7
12.5. Carga animal y capacidad de carga	9
13. METODOLOGÍA.....	10
13.1. Ubicación y descripción del área de estudio	10
13.2. Tipificación y caracterización de las principales unidades productivas ganaderas del área de intervención del proyecto en el Estado de Campeche	13
13.3. Identificación de especies arbóreas con características relacionadas con la alimentación del ganado, así como su abundancia y distribución en los paisajes ganaderos de Campeche.....	14
14. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
14.1. Información acerca del uso de suelo presente en la finca inventariada	16

14.2. Información sobre el sistema productivo ganadero bovino presente en las fincas muestreadas	17
14.3. Información sobre la cobertura forestal presente en las fincas muestreadas.....	19
14.4. Análisis de conglomerados para tipificar las fincas	23
14.5. Resultados del inventario forestal	25
14.5.1. Composición y diversidad florística.....	25
14.5.2. Composición estructural.....	30
14.5.3. Relaciones entre la composición florística y estructural de especies arbóreas con las covariables de las fincas.....	32
15. CONCLUSIONES	39
16. RECOMENDACIONES.....	41
17. LITERATURA CITADA	43

3. LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución promedio del uso de suelo para bovinos para un caso del trópico seco en México.	4
Cuadro 2. Tipos de climas presentes en el área de estudio.	12
Cuadro 3. Estadística pecuaria de bovinos en el área de estudio.	12
Cuadro 4. Número de fincas seleccionadas y muestreadas en cada ejido por municipio.	13
Cuadro 5. Equivalencias en unidad animal para ganado bovino.....	14
Cuadro 6. Número de parcelas de muestreo según la clasificación a priori de los relictos de selva en función del área.....	15
Cuadro 7. Categorías de fincas según los rangos de área total.....	16
Cuadro 8. Clasificación de selvas en función de su rango de área.....	19
Cuadro 9. Clasificación según el porcentaje de selva presente en las fincas.	20
Cuadro 10. Clasificación de selvas según la edad reportada por los productores.....	20
Cuadro 11. Rango de días por año en los que los productores dejan ingresar el ganado a la selva.....	21
Cuadro 12. Categorías de carga animal en los relictos de selva.....	21
Cuadro 13. Especies forestales nombradas por los productores según su uso.....	22
Cuadro 14. Análisis de varianza multivariado para los conglomerados y las variables de interés.....	24
Cuadro 15. Categoría de las especies arbóreas forrajeras según su abundancia en las selvas muestreadas.....	28
Cuadro 16. Medidas resumen de los índices de diversidad efectiva a través de los números de Hill.....	30
Cuadro 17. Estadísticas por hectárea para las variables área basal (G) y densidad de árboles (d) registrados en el inventario forestal.....	30
Cuadro 18. Correlación entre variables por clase diamétrica con la carga animal en la selva.....	33
Cuadro 19. Media de la riqueza de especies arbóreas por categorías de carga animal en la selva.....	36
Cuadro 20. Media de las riquezas relativas de especies arbóreas forrajeras por categorías de carga animal en la selva.....	36

4. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	10
Figura 2. Patrones de precipitación y temperatura de la península de Yucatán.....	11
Figura 3. Forma y tamaño de las parcelas de muestreo del inventario forestal.....	15
Figura 4. Frecuencia relativa de los usos de suelo en las fincas muestreadas.....	16
Figura 5. Distribución porcentual promedio de los usos de suelo presentes en las fincas muestreadas.....	17
Figura 6. Alternativas de manejo usadas para el complemento alimenticio durante la época de sequía.....	19
Figura 7. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward y distancia Euclidea) para las variables cuantitativas área total de la finca, porcentaje de selva en la finca, carga animal en las selvas, días de ocupación de la selva por el ganado en el año, densidad de árboles ha ⁻¹ en la selva, área basal ha ⁻¹ en la selva.....	24
Figura 8. Análisis de componentes principales (ACP) con las variables de interés y las fincas de cada grupo conformado.....	25
Figura 9. Composición de familias arbóreas basada en las 10 familias con mayor frecuencia.....	26
Figura 10. Curva de rango de abundancias de las especies arbóreas registradas en el inventario forestal.....	27
Figura 11. Categorías según la abundancia relativa de las especies arbóreas registradas en el inventario forestal.....	28
Figura 12. Curva de acumulación de especies arbóreas registradas en el inventario forestal basadas en los números de Hill. ⁰ D, Riqueza de especies; ¹ D, índice exponencial de Shannon; ² D, índice recíproco de Simpson.....	29
Figura 13. Distribución porcentual por rangos de diámetro para los individuos muestreados en el inventario forestal.....	31
Figura 14. Curvas de abundancia de especies arbóreas por clases diamétricas.....	32
Figura 15. Relación entre riqueza de especies arbóreas (⁰ D) y carga animal en la selva.....	33
Figura 16. Relación entre la riqueza de especies arbóreas de la clase diamétrica C1_sp y carga animal en la selva.....	34
Figura 17. Relación entre abundancia de individuos arbóreas de la clase diamétrica C1_ind y carga animal en las selvas.....	35
Figura 18. Relación entre riqueza relativa de especies arbóreas forrajeras y carga animal en las selvas.....	36
Figura 19. a. Relación entre la riqueza relativa de especies arbóreas forrajeras de la clase diamétrica C2sp_f y la carga animal en selvas. b. Relación entre la riqueza relativa de especies arbóreas forrajeras de la clase diamétrica C3sp_f y la carga animal en selvas.....	37
Figura 20. Relación entre el área basal de especies arbóreas y carga animal en las selvas.....	37
Figura 21. a. Relación entre riqueza de especies de la clase diamétrica C3 y la edad de la selva en años. b. Relación entre riqueza de especies de la clase diamétrica C3 y los días de ocupación de la selva por el ganado por año.....	38

Figura 22. Relación entre abundancia de individuos muestreados de la clase diamétrica C3 y la edad de la selva en años. 38

5. LISTA DE ACRÓNIMOS

CCPY	Estrategia de Cambio Climático para la Península de Yucatán
dap	Diámetro a la altura del pecho (1,30 m de altura)
ECA	Escuela de Campo Agropecuaria
INECOL	Instituto de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
IVI	Índice de Valor de Importancia
PFNM	Productos Forestales No Maderables
PIB	Producto Interno Bruto
PNG	Padrón Ganadero Nacional
PROGAN	Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SINIIGA	Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado
UA	Unidad Animal

6. RESUMEN

Se evaluó la diversidad arbórea como potencial alimenticio para el ganado presente en los relictos de selva de los paisajes ganaderos de los municipios de Escárcega y Calakmul, en el Estado de Campeche. Para ello se encuestaron a 33 productores ganaderos para conocer las principales características del manejo de su sistema productivo. Todos los productores seleccionados debían contar con relictos de selva dentro de sus fincas como requisito para ser parte del presente estudio. Se establecieron 66 parcelas circulares de 1000 m² en las que se realizó un inventario forestal, registrando el dap, altura total, diámetro de copa e identificación taxonómica de todos los árboles con un dap mayor a 10 cm. Los resultados de las encuestas, junto con el inventario forestal, permitieron tipificar en tres grupos de productores mediante un análisis de conglomerados, de donde resultó que las variables con diferencias significativas entre los grupos fueran carga animal en la selva, cantidad de días que ingresa el ganado a la selva año⁻¹ y densidad de árboles ha⁻¹. Las especies arbóreas más reconocidas por los productores como forrajeras fueron el Jabín (*Piscidia piscipula*), Ramón (*Brosimum alicastrum*) y el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*). El inventario forestal reportó un promedio de 551 árboles ha⁻¹ y un área basal promedio de 14,52 m³ha⁻¹ para el total de los relictos de selva. La mayor cantidad de especies arbóreas reportadas pertenecen a la familia Leguminosae, seguidas de las familias Sapotaceae y Moraceae. La especie arbórea con mayor abundancia fue *P. piscipula*, seguida de *B. simaruba* y *Lonchocarpus guatemalensis*. La carga animal en selvas resultó ser la variable que tiene mayor relación con la diversidad, composición florística y estructural de los relictos de selva. La riqueza de especies arbóreas y la abundancia de individuos muestreados de algunas clases diamétricas están correlacionadas con las covariables; días de ocupación del ganado en la selva año⁻¹ y edad de la selva en años.

Palabras Claves: Diversidad arbórea, relictos de selva, forraje arbóreo, paisajes ganaderos, carga animal.

7. ABSTRACT

The arboreal diversity has been evaluated as a nutritional potential for the cattle present in the forest relicts of livestock landscapes in Escarcega and Calakmul, municipalities of the state of Campeche. To this effect, 33 stockmen have been interviewed in order to know the principal characteristics of their production system management. Each chosen stockmen had to have forest relicts in his farm to be part of this study. We established 66 circular plots of 1000 m² in which we did a forest inventory registering the DCH, total height, crown diameter and taxonomic identification of trees which trunk's DCH is greater than or equal to 10 cm. With the inquiries results and the forest inventory, we could typify three groups of stockmen with a cluster analysis with the result that the variables with significant difference between the three groups were stocking rates in the forest, number of days when cattle is introduced in the forest and trees density ha⁻¹. The tree species wich farmers most recognized as fodder plants were Jabin (*Piscidia piscipula*), Ramon (*Brosimun alicastrum*) and Guacimo (*Guazuma ulmifolia*).

The forest inventory reported a mean of 551 trees ha⁻¹ and a mean basal area of 14,52 m³ha⁻¹ for the whole forest relicts. The most arboreal species belong to Leguminosae family, then Sapotaceae and Moraceae. The most abundant species was *P. pisicupula*, then *B. simaruba* and *Lonchocarpus guatemalensis*. Stocking rates in the forest turned out to be the variable most related to diversity, floristic and structural composition of the forest's relicts. Species richness and abundance of the sampled individuals of some diametrical classes were correlated with the covariates; days of presence of livestock in the forest year⁻¹ and age of the forest.

Keywords: Arboreal diversity, forest relicts, arboreal forage, livestock landscapes, stocking rates.

8. ARTÍCULO. Recursos arbóreos en paisajes ganaderos como estrategia de adaptación al cambio climático para la conservación de la biodiversidad en Campeche, México

9. INTRODUCCIÓN

La ganadería es uno de los componentes con mayor crecimiento del sector agropecuario, y México se cataloga como el séptimo productor mundial de proteína animal la cual se convierte en la segunda actividad que aporta en el PIB agropecuario del país (SAGARPA 2018). Sin embargo, la ganadería ocupa aproximadamente el 56% de la superficie nacional, excediendo el potencial ganadero que constituye el 46.8% de la superficie y superando la capacidad de carga de ciertos ecosistemas, provocando degradación y fragmentación de hábitats (INECOL 2019).

Por otra parte, es necesario incrementar la producción de carne bovina en México para poder abastecer el mercado nacional y así tratar de reducir las importaciones masivas (Livas 2014). Para cumplir con este fin, el país cuenta poseer regiones tropicales con un gran potencial a fin de abastecer la demanda de los engordadores de ganado de carne en los sistemas de confinamiento nacionales, y resultan los sistemas doble propósito del trópico seco los principales suministradores de becerros (Díaz et al. 2014).

El estado de Campeche se ubica en el puesto 25 en el nivel de producción ganadera nacional y es el segundo con mayor producción en la Península de Yucatán (SIAP 2018). La ganadería representa el 33% de la producción del sector primario del Estado según el Gobierno Constitucional del Estado (2016).

A pesar de tener una gran parte de la superficie cubierta por selvas medianas y bajas caducifolias, donde se pueden encontrar especies vegetales útiles como forraje para el ganado, pero también como fuente de néctar y polen para apicultura, frutales de exportación y especies maderables (Palma 2006). Hay varios aspectos que son limitantes en el desarrollo productivo del sector en el trópico seco de México. Entre estos se destacan los siguientes: i) la falta de adopción de nuevas tecnologías por parte de los ganaderos; ii) poca planificación del uso de las pasturas excesivas en época de lluvia; iii) falta de alternativas para suplir la escasez de disponibilidad de pastos en época de sequía; y iv) bajo conocimiento sobre las especies útiles para el forraje.

Sumado a estas condiciones, Bautista et al. (2017) afirman que gran parte de los suelos presentes en Campeche no son apropiados para uso agrícola intensivo, debido a la poca profundidad o al exceso de humedad que contienen. Igualmente, las altas temperaturas y la poca provisión de coberturas arbóreas en los paisajes ganaderos en el Estado son limitantes para el sistema productivo (Díaz et al. 2014). Además, el escenario climático estimado a un

futuro cercano no es alentador, debido al incremento medio anual previsto en las temperaturas mínimas y máximas del Estado de 2,5 a 4°C y una disminución en las precipitaciones de 237.25 mm año⁻¹ (CCPY 2019). Las consecuencias de estas condiciones se ven reflejadas en los datos publicados por el PGN (2018), donde se indica que la cantidad de bovinos que se registran en el Estado representan solo el 2,8% del total de bovinos existentes en el país.

Sin embargo, el Estado presenta características que lo hacen importante en términos de diversidad florística, por contar con la presencia de todas las selvas reportadas para México (Flores y Sánchez 2010). No obstante, se han identificado amenazas a su sostenibilidad debido a factores como la expansión de la frontera agrícola, la ganadería, la tala, el crecimiento poblacional, huracanes e incendios forestales, produciendo fragmentación de bosques y selvas, y representando una discontinuidad en el hábitat para la biodiversidad y formando una gran extensión de diversas etapas de vegetación secundaria (Villalobos-Zapata y Mendoza 2010; PRONATURA 2018). Los efectos de este cambio climático son inducidos en gran parte por las actividades antrópicas, en donde el 14,5% es resultado de la ganadería de carácter mundial (Gerber, et al. 2013). Las alteraciones antrópicas de cambio de uso del suelo durante las últimas décadas son el principal factor de emisiones de gases de efecto invernadero generando más de un 50% de emisiones para el sur-este de México, en donde el sector agrícola (incluyendo al ganadero), aporta entre 18-20% y la ganadería bovina, por medio de la fermentación entérica que contribuye con más del 80% sobre las emisiones de este sector (Jimenez 2015).

Por lo anterior, se identifica la necesidad de generar conocimientos que contribuyan a implementar técnicas de ganadería sostenible en esta región y disminuir la presión ejercida por la ganadería convencional sobre las selvas remanentes. En este sentido, la presente investigación contribuyó a la identificación de las principales características que condicionan la selectividad por parte de los bovinos hacia las especies arbóreas presentes en los relictos de selvas en los paisajes ganaderos de los municipios de Escárcega y Calakmul, en el Estado de Campeche, y que aportan en su alimentación. Colateralmente, se determinó la interacción entre el sistema ganadero y la cobertura arbórea que garantiza sostenibilidad para la selva. Asimismo, se contribuyó a determinar las zonas con mayor interacción entre el ganado y las coberturas arbóreas presentes, razón por la cual el resultado principal es el conocimiento acerca de las especies arbóreas útiles de las selvas de Campeche que prestan el servicio de forraje para el ganado, y en consecuencia, que mediante el manejo adecuado pueden propiciar su conservación y multiplicación en los paisajes ganaderos.

10. OBJETIVOS

10.1. Objetivo general

Evaluar la diversidad arbórea como potencial alimenticio para el ganado presente en los relictos de selva de los paisajes ganaderos de Campeche, México.

10.2. Objetivos específicos

1. Tipificar las principales unidades productivas ganaderas del área de intervención del proyecto en el Estado de Campeche.
2. Identificar especies arbóreas mediante características relacionadas con la alimentación del ganado, así como su abundancia y distribución en los paisajes ganaderos de Campeche.
3. Determinar las relaciones en función de la composición florística y estructural de los relictos de selvas y la cantidad de ganado presente.

11. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Objetivo 1

- ¿Existe variabilidad entre las fincas en función de las características del manejo del sistema ganadero?
- ¿Cuáles son las variables que explican mejor la variabilidad entre las fincas?

Objetivo 2

- ¿Cuáles son las especies arbóreas presentes en los relictos de selva de los paisajes ganaderos de Campeche?
- ¿Cuáles son las especies arbóreas reconocidas como forrajeras?

Objetivo 3

- ¿Hay relación entre los tipos de fincas con la abundancia de las especies arbóreas preferidas por el ganado para alimentación?
- ¿Cómo está distribuida la abundancia de las especies arbóreas preferidas por el ganado para su alimentación?

12. REVISIÓN LITERARIA

12.1. Paisajes ganaderos de Campeche

Los paisajes ganaderos de Campeche presentan pocas especies arbóreas asociadas, a pesar de que en los diferentes estudios que se referencian a continuación se puede corroborar que la diversidad taxonómica registrada en algunos casos es amplia.

Palma (2006), por medio de la recopilación de diferentes experiencias desarrolladas en un estudio de los árboles y sus aportes para el desarrollo de sistemas silvopastoriles (SSP) del trópico seco de México, determinó que para el estado de Colima existen 112 especies: 69 de las cuales tienen uso alimenticio en la ganadería; 70 señaladas como presentes en cercos vivos; 75 empleadas como postes, y 62 con utilidad de sombra. En menor frecuencia se encontraron especies con uso medicinal o para la obtención de enseres, representando entre 20 y 23 especies, respectivamente. Además, con base en las entrevistas realizadas por los mismos investigadores se encontró que 44 especies fueron señaladas con fines diversos (leña, madera, melíferas, uso artesanal, horcones, puertas y bateas, entre otros). Las especies con el mayor porcentaje de presencia en los sistemas silvopastoriles del trópico seco mexicano fueron la guácima (*Guazuma ulmifolia*), con un 52%; el mojo (*Brosimum alicastrum*), con 48%, y la parota (*Enterolobium cyclocarpum*), con 43%.

En la distribución de la tierra para la producción bovina (Cuadro 1) se evidencia que, aproximadamente, la mitad del área de pastos se compuso de especies cultivadas. La presencia de forrajes de corte y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) fue muy baja, por lo que los productores no tuvieron el volumen necesario de biomasa para sostener la carga animal en el período seco.

La presencia de las leguminosas como la *Leucaena leucocephala* (originaria de la Península de Yucatán), o de otras plantas proteicas, fue escasa. Se destacó la insuficiente cantidad de áreas forrajeras (0,49% del área de las fincas), para alimentar los animales en el período poco lluvioso del año cuando se reduce la disponibilidad de pastos.

Cuadro 1. Distribución promedio del uso de suelo para bovinos para un caso del trópico seco en México.

Áreas de instalaciones, forrajes, pastos y otros cultivos	Total (ha)	Desviación estándar (DE,+/-) (ha)	Proporción respecto del área total (%)
Instalaciones	21,5	0,31	0,83
Forrajes	12,53	0,58	0,49
<i>Penniselim purpureum</i>	10,53	0,81	0,41
<i>Saccharum officinarum</i>	2	0,23	0,08
Pastos	2.514,30	50,22	97,62

No cultivados	1.087,50	40,53	42,22
Cultivados	1.426,80	63,05	55,40
<i>Cynodon dactylon</i>	275	31,12	10,68
<i>Panicum máximum</i> vc. Tanzania	228	20,42	8,85
<i>P. máximum</i> vc.Mombaza	224	16,39	8,70
<i>Brachiria decumbens</i> vc. Brinzantha	202,50	15,61	7,86
<i>B. decumbens</i> vc. Humidicola	162	14,61	6,29
<i>Echinochloa polystachya</i>	140	14,24	5,44
<i>Cinodon nlemfuensis</i>	114,5	13,96	4,45
<i>B. decumbens</i> híbrido mulato	49	10	1,90
<i>Digitaria decumbens</i>	20	4,08	0,78
<i>Leucaena leucocephala</i> en asociación con <i>P.</i> <i>máximum</i> vc. Tanzania	8	1,17	0,31
<i>Pennisetum purpureum</i> vc. Cuba CT-115	3,80	0,56	0,15
Otros cultivos	27,50	2,30	1,07
Total	2.575,58	86,24	100

Fuente: Palma (2006).

Por otra parte, Zapata et al. (2009) realizaron evaluaciones a sistemas silvopastoriles en tres tipos de suelos: (Cambisol epi-léptico: CMlep, Cambisol endo-esquelético: CMskn y Luvisol ródico: LVro) de la Península de Yucatán durante la época seca. En cada suelo se trazaron tres cuadrantes de 100 m² y se elaboró un inventario de la vegetación con dap >1,0 cm, donde se identificaron 9 especies forrajeras: *Bauhinia divaricata* fue la más abundante con 1.148 individuos y su mayor presencia (577 individuos) resultó en el suelo LVro; mientras que *Piscidia piscipula* con 495 individuos en los tres suelos representa la mayor área basal (1,8 m²) de las especies forrajeras. También se encontró que las especies con capacidad de rebrote fueron *L. leucocephala*, *P. piscipula* y *B. divaricata*. Al hacer comparaciones entre suelos, en el CMlep se obtuvo el mayor rendimiento de forraje de *L. leucocephala* que en el CMskn y LVro, ya que produce más materia seca por planta que *B. divaricata* y *P. piscipula*. *L. leucocephala* y *P. piscipula*, pues tienen un mejor comportamiento forrajero integral en el CMlep. *B. divaricata*, y no presentó una clara diferencia en los tres suelos estudiados, pero presentó los valores más altos de rendimiento, respuesta al corte y el mayor número de plantas. Las plantas forrajeras estudiadas tienen potencial de uso durante la época seca.

12.2. Producción ganadera y cobertura arbórea

Por medio de diferentes investigaciones se ha estudiado la relación que hay entre la cobertura arbórea en paisajes ganaderos, el manejo y la producción animal. En este sentido,

Restrepo-Sáenz et al. (2004) concluyeron que para la zona seca del Pacífico de Costa Rica, la cobertura arbórea en potreros está correlacionada positivamente con la frecuencia del control de malezas, la cantidad de mano de obra familiar, el período de descanso de los potreros, los años de experiencia en la finca y la realización de otras actividades productivas del propietario; pero negativamente con el área del bosque en la finca y la carga animal. Asimismo, afirman que el porcentaje de cobertura arbórea presente en las fincas muestreadas tiene relación positiva con el peso de los animales en épocas de sequía.

Villanueva et al. (2003) también realizaron aportes sobre esta relación, tipificando los sistemas en función de la producción bovina en la zona de Cañas, Costa Rica, y caracterizando el componente arbóreo asociado a las pasturas (árboles dispersos y cercas vivas). Estos mismos autores determinaron que en el 93 y 88% de las fincas muestreadas se presentaban árboles dispersos y en cercas vivas, respectivamente. Son las pasturas el uso del suelo de mayor relevancia en los sistemas de producción de carne (80-81%); mientras que para los sistemas de producción mixta, las pasturas, charrales y cultivos agrícolas (47, 25 y 11%, respectivamente) fueron los usos más importantes del suelo.

Por su parte, Villacis et al. (2003) caracterizaron el componente arbóreo en fincas ganaderas de la zona de Río Frío, Costa Rica, y relacionaron esta información con el nivel de intensificación de las fincas, determinando que el mayor porcentaje de árboles se encuentra como árboles en potreros y cercas vivas (95,7 y 87,3%, respectivamente). También determinaron que las fincas ganaderas de esta zona están diferenciadas por dos grupos de intensificación (intensificación alta: especializadas de leche y baja intensificación: fincas de carne, doble propósito y mixtas). Por último, afirmaron que las fincas de alta intensificación se caracterizaron por tener mayor carga animal, mayor cantidad de potreros, por utilizar mayor cantidad de concentrados y mayor cantidad de mano de obra familiar. También por tener menor área de bosques, menor densidad de árboles en potreros y más cercas vivas (pero con menor densidad de individuos) que las fincas de baja intensificación, concluyendo que la intensificación de las fincas reduce la cobertura arbórea, disminuyendo el área de bosques y la densidad de árboles en potreros y en cercas vivas.

12.3. Composición florística y estructural de los bosques en el estado de Campeche

Estudios realizados por Zamora-Crescencio et al (2011) sobre la composición y estructura florística de bosques secundarios de 10 años presentes en el estado de Campeche, muestran que en el área de Tepakán, en un muestreo por medio de parcelas de 1.000 m² midiendo todos los especímenes con dap > 2 cm, se encontraron 1.150 individuos leñosos de 43 especies, agrupadas en 35 géneros y 21 familias. La familia con mayor número de especies fue Leguminosae (14 especies). *Cordia alliodora* fue la especie con el Índice de Valor de Importancia (IVI) más alto, lo que se interpreta como la especie con mayor relevancia ecosistémica en el bosque, seguida por *Piscidia piscipula* y *Acacia gaumeri*, las que

aglutinaron 33,9% del total del IVI. Estas especies son las más importantes en la estructura y fisonomía de la comunidad vegetal.

En Mucuychacán, la selva mediana caducifolia que se encuentra distribuida en la parte central y norte de la Península de Yucatán, se registraron 11 especies endémicas (*Lonchocarpus xuul*, *L. yucatanensis*, *Platymiscium yucatanum*, *Byrsonima bucidaegolia*, *Hampea trilobata*, *Asemnantha pubescens*, *Guettarda gaumeri*, *Hintonia octomera*, *Machaonia lindeniana*, *Randia longiloba* y *Thouinia paucidentata*), donde se registraron 668 individuos de especies leñosas $\geq 2,0$ cm de dap en parcelas de 0,1 ha, mediante el método de cuadrantes. Los individuos registrados se ubican en 54 especies, 45 géneros y 27 familias. La familia Leguminosae fue la mejor representada, registrando 8 especies. Los géneros mejor representados fueron *Coccoloba* con tres especies; *Cordia*, *Diospyros*, *Croton*, *Lonchocarpus*, *Hyperbaena*, *Guettarda* y *Randia* con 2 especies respectivamente. La estructura vertical y horizontal de la vegetación permitió considerar que se encuentra en estado de recuperación (Gutiérrez-Báez et al. 2012).

Del mismo modo, se caracterizó la estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia en la localidad de Bethania, donde por medio de un muestreo de parcelas de 1000 m², midiendo todos los individuos ≥ 2 cm de dap, se encontraron 490 individuos leñosos de 34 especies, agrupadas en 33 géneros y 23 familias. La familia con mayor número de especies fue Leguminosae con 7 especies. *Terminalia buceras* fue la más importante con base en su elevada dominancia relativa, seguida en importancia por *Metopium brownei*, *Coccoloba barbadensis* y *Zygia sp.*, las que aglutinaron 43,2% del total del valor de importancia. El número de individuos leñosos está concentrado en 3 familias (Leguminosae, Ochnaceae y Polygonaceae). Por último, *Bravaisia berlandieriana* forma una jerarquía competitiva en el estrato arbustivo que coloniza los claros de la selva mediana subperennifolia de la localidad de Bethania (Zamora-Crescencio et al. 2017).

12.4. Selectividad del ganado por las especies arbóreas forrajeras

En las fincas ganaderas de Campeche se evidencia un desbalance nutricional en los animales durante la época de sequía por la falta de pastos disponibles para la alimentación del ganado y la poca implementación de técnicas para suplir esta demanda de alimento, lo cual ha generado una presión en los bosques presentes en el trópico seco del Estado (Díaz et al. 2014). Por estas razones, existe la necesidad de conocer el comportamiento del ganado en el bosque que les suministra una fuente de alimentación durante distintas épocas del año.

Espinoza (2012) encontró en estudios recientes de Venezuela relacionados con el comportamiento del ganado con el uso del bosque caducifolio y la capacidad de selección de los animales en el consumo de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, que el ganado presenta la capacidad de seleccionar especies (arbóreas, arbustivas y herbáceas) y hojarasca del mantillo mediante ramoneo, según la materia seca disponible en la época del año.

Asimismo, demuestra que, independientemente de la época del año, los animales una vez que conocen el bosque, tienden a utilizar la diversidad vegetal presente a través de todos sus componentes: (hojarasca, frutos, cortezas, follaje, flores). En la investigación citada se concluye que los animales prefieren consumir hojarasca antes que pastorear durante las primeras horas de la mañana y que la inclinación del comportamiento animal en cuanto a su consumo varía de acuerdo con el ecosistema. Lo anterior debido a que para el caso de los bosques deciduos es el consumo de las arbustivas, seguido de la hojarasca y el fruto. Mientras que en el espinar llanero y la zona de transición entre este y el bosque, la selección está mayormente destinada al consumo de frutos, seguido muy de cerca por las arbustivas y las herbáceas, con lo que muy baja la contribución de la hojarasca. En tal sentido, se concluye que los componentes del bosque constituyen parte importante de la dieta y que existe un efecto marcado del factor época en la disponibilidad.

Pineda y Pérez (2009), por medio de un muestreo de transectos aleatorios (50 m de longitud por 1 m de ancho) y periodos de observación de 10 minutos para determinar las especies consumidas, seguido a la identificación de la totalidad de la vegetación existente del transecto recorrido, lograron calcular el índice de selectividad (IS) por medio de la siguiente fórmula:

IS_i= (Proporción de la especie "*i*" en la dieta")/ (Proporción de la especie "*i*" en el transecto")

De acuerdo con lo anterior, concluyeron que para bosques de Nicaragua ubicados entre 500-700 msnm el mayor aporte de alimento lo realizaron las especies de gramíneas encontradas tanto en la época de lluvia, como la seca. Sin embargo, se identificó una especie leñosa (*Guazuma ulmifolia*) que presentó un índice de selectividad alto en comparación con las otras. Otro aporte importante de la investigación de Pineda y Pérez (2009) fue que las especies evaluadas de animales presentaron diferencias significativas en su selectividad en ambas épocas del año.

Mazzini y Malizia (2015) evaluaron la selectividad del ganado de 2 especies de árboles de valor forestal (*Cedrela balansae* y *Tipuana tipu*) presentes en los bosques montanos subtropicales de las Yungas (Argentina). Encontraron que el ganado vacuno ramoneó más la especie *T. tipu* que el *C. balansae*, diferencia en la selectividad que puede estar determinada por las distintas características físicas (dureza) y/o químicas de las hojas.

Asimismo, resultados obtenidos por Ojeda et al. (2012) mediante muestras de heces para determinar la selectividad del ganado sobre las especies de un bosque semicaducifolio tropical en Venezuela, identificaron 22 especies de plantas leñosas, agrupadas en 11 familias botánicas con 40,9% de las especies representadas por la familia Leguminosae, donde la especie *Guazuma ulmifolia* tuvo la mayor dominancia. Las plantas leñosas de la familia Leguminosae representaron un 80,7% de las evidencias de plantas leñosas en las heces.

12.5. Carga animal y capacidad de carga

La carga animal se define, según Bocco y Bavera (2001), como la relación entre la cantidad de animales y la superficie ganadera que ocupan en un tiempo determinado. Aunque se encuentran varias ecuaciones para su estimación que no tienen en cuenta el tiempo en que los animales permanecen pastoreando, en estos casos se sobreentiende que el uso de la superficie ganadera es todo el año (García-Peniche y López-Guerrero 2008).

Otro concepto que está relacionado con la carga animal es la capacidad de carga, esta segunda variable tiene en cuenta la cantidad de forraje en el área pastoreada y la categoría del animal que pastorea (Unidad animal) y su resultado indica la cantidad de animales que es posible mantener por tiempo determinado en un área de acuerdo con la disponibilidad de forraje y sin degradar los recursos (INIFAP 2011).

Sin embargo, la capacidad de carga también depende de diferentes condiciones de la zona como las especies de forrajes disponibles, el manejo del sistema, la variabilidad climática que pueda afectar la producción anual de forrajes, la topografía del terreno, historial de uso del suelo, los requisitos nutricionales de los animales y las preferencias dietéticas únicas de especies, razas e individuos (Pratt y Rasmussen 2001, Díaz et al. 2007, García-Peniche y López-Guerrero 2008).

En consecuencia, la biodiversidad en los ecosistemas puede verse influenciada por la relación entre la intervención de herbívoros y la capacidad de colonización de las especies vegetales, bajo los diferentes escenarios de carga animal y capacidad de carga (Frank, 2005).

13. METODOLOGÍA

13.1. Ubicación y descripción del área de estudio

El estudio se realizó dentro del marco del proyecto IKI-BioPaSOS, financiado por el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania. El proyecto tiene actividades en los estados de Chiapas, Campeche y Jalisco, en México. El proyecto IKI-BioPaSOS tiene como objetivo fortalecer la capacidad de conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de los públicos meta y la creación de un marco institucional y de políticas para promover prácticas agrosilvopastoriles que mejoren la productividad, el ingreso familiar y reduzcan la vulnerabilidad climática en paisajes ganaderos. En este sentido, se ha propuesto abordar este objetivo por medio de la implementación de Escuelas de Campo (ECA's), que se desarrollan en espacios compartidos en los que se orienta a los productores para proveerles conocimientos básicos y habilidades sobre agricultura productiva y ecológica, pero de una forma altamente interactiva entre el facilitador y el participante. De esta forma se garantiza que la formación sea recíproca, propendiendo la adopción de tecnologías y el fomento de la capacidad de análisis para facilitar la toma de decisiones por parte de los agricultores con miras a manejar retos cada vez más complejos con visión agroecológica productiva y de negocios.

El trabajo de campo de este estudio fue ejecutado en el estado de Campeche, que se encuentra ubicado al sureste de México formando parte de los tres Estados mexicanos de la Península de Yucatán, con una superficie total de 57.727 km² (INEGI 2005). El proyecto tiene influencia en los municipios de Champotón, Escárcega y Calakmul en este Estado. Sin embargo, el presente estudio se concentró en los municipios de Escárcega y Calakmul por ser zonas cercanas a las áreas naturales de protección del Estado, lo que genera un mayor interés para su estudio y propuestas de conservación (Figura 1).

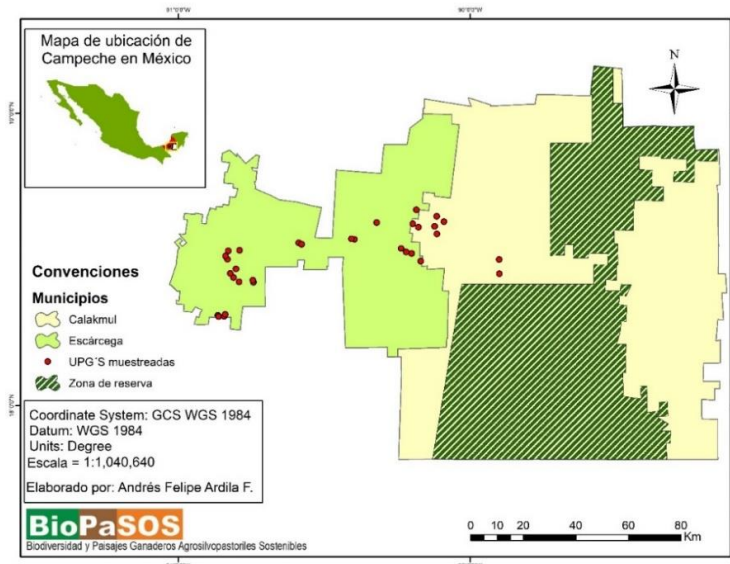


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio

La vegetación presente en la mayor parte de la Península de Yucatán es secundaria, proveniente de bosques que han sido alterados por sucesos naturales y antrópicos (Zamora-Crescencio et al. 2011). Estos cambios han provocado modificaciones en la estructura de la vegetación, composición florística, diversidad, abundancia y frecuencia de las especies.

Para el estado de Campeche el relieve predominante es el de las planicies subhorizontales, seguidas por los lomeríos y en tercer lugar las planicies onduladas. En las planicies subhorizontales y onduladas existen montículos donde se presenta mayor potencial para la producción agropecuaria (Palacio-Aponte et al. 2010).

El clima en la Península de Yucatán se caracteriza por presentar un gradiente de precipitación pluvial de mayor a menor en dirección sureste – noroeste, lo que se ve reflejado en el tipo de vegetación que va desde la selva alta en Quintana Roo, hasta la selva baja y vegetación arbustiva que se observa en el extremo noroeste (Mendoza y Kú, 2010). La variación en la cantidad de lluvia anual ocurrente sobre la Península de Yucatán es determinada por las corrientes de aire tropical y del noroeste, representado consecuencias para las actividades agropecuarias. Los vientos provenientes del norte son en general fríos y relativamente húmedos en invierno. Estos vientos producen los “Nortes”, los cuales son causantes de la precipitación que se presenta de noviembre a enero (Figura 2).

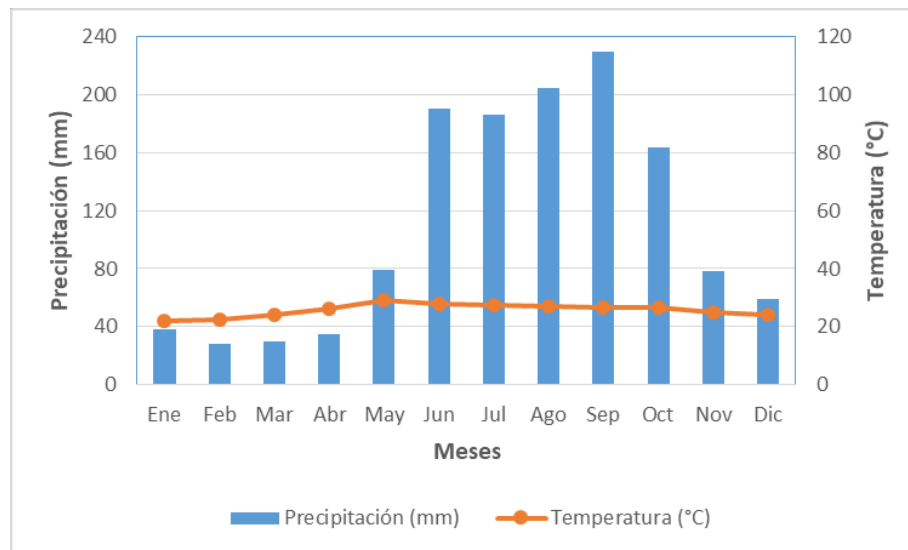


Figura 2. Patrones de precipitación y temperatura de la Península de Yucatán.
Fuente: (Mendoza y Kú 2010).

En el estado de Campeche predominan los climas cálidos y muy cálidos con lluvias en verano. Las precipitaciones mínimas son al final del invierno y principios de verano. La temperatura promedio anual es de 26,2°C y la precipitación promedio anual de 1.272 mm. Hay presencia de canícula o sequía durante los meses de julio y agosto, en una franja que bordea la

parte noreste de la laguna de Términos, así como una porción en el norte del Estado (Gío-Argáez 1996 citado por Mendoza y Kú 2010).

Los tipos de climas presentes en los municipios que fueron área de estudio (Calakmul y Escárcega), según la clasificación de Köepen, citada por Orellana e Islebe (2003), son los descritos en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tipos de climas presentes en el área de estudio.

Tipo Climático	Descripción
Aw1 y Aw1(w)	Son climas cálidos y muy cálidos con lluvias en verano y porcentajes bajos de lluvia invernal, con influencia parcial en los municipios de Champotón, Escárcega, entre otros.
Ax'(w1)	Son climas cálidos subhúmedos con régimen de lluvias intermedio y alto porcentaje de lluvia invernal; se presenta en la porción media y sur del municipio de Calakmul.
Aw2 y Aw2(w)	Son los climas más húmedos de los subhúmedos con lluvias en verano y bajo porcentaje de lluvia invernal, predominan en el suroeste de Campeche, con influencia en el municipio de Escárcega, así como una pequeña porción en el extremo sur de Calakmul.

Fuente: Elaboración a partir de los datos de Orellana e Islebe (2003) y Mendoza y Kú (2010).

Según el informe presentado por el Gobierno Constitucional del Estado de Campeche (2016), la ganadería representa el segundo sistema de producción en este Estado, después de los cultivos agrícolas. Asimismo, las estadísticas pecuarias para bovinos brindadas por PNG (2018), reportan que la cantidad de animales censados en los municipios donde se desarrollará el estudio se presentan distribuidos como se muestra en el Cuadro 3. En este sentido, la cantidad de ganado presente representa el 3% para el caso de Calakmul y 12% para Escárcega, del total de animales presentes en el Estado.

Cuadro 3. Estadística pecuaria de bovinos en el área de estudio.

Estadística pecuaria PGN bovinos								
Municipio	UPP	Vientres	Vaquillas	Sementales	Crías H.	Crías M.	Becerros	Novillos
Calakmul	685	13543	2382	641	1028	954	5887	741
Escárcega	2248	52886	9796	2302	5731	4801	19797	5224

Fuente: PGN (2018)

13.2. Tipificación y caracterización de las principales unidades productivas ganaderas del área de intervención del proyecto en el estado de Campeche

Se seleccionaron 33 productores ganaderos en los municipios de Escárcega y Calakmul, en el estado de Campeche. Los criterios de selección de fincas en estas zonas fueron:

- Fincas que tuvieran selva conservada en sus predios (se definió como relicto de selva sólo las coberturas con un área mayor a 1 hectárea).
- Se consideró la cercanía entre las fincas para conformar grupos que contribuyan a la eficacia del muestreo.

Las fincas seleccionadas están ubicadas en 13 ejidos de estos dos municipios. La cantidad de fincas muestreadas por ejido fueron determinadas proporcionalmente al número de productores participantes en las ECA´s conformadas en los ejidos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de fincas seleccionadas y muestreadas en cada ejido por municipio.

Municipio	Ejido	Fincas
Calakmul	Conhuas	2
Calakmul	Pablo García	2
Calakmul	Santa Lucía	3
Calakmul	Xbonil	2
Escárcega	Altamira de Zinaparo	2
Escárcega	Belem	2
Escárcega	Centenario	1
Escárcega	Chan Laguna	2
Escárcega	División del Norte	4
Escárcega	Haro	6
Escárcega	Justicia Social	2
Escárcega	Luna	4
Escárcega	Silvituc	1
TOTAL		33

Se elaboró una encuesta para los 33 productores propietarios de las fincas que fueron seleccionadas. La encuesta contenía 30 preguntas que abarcaban los siguientes temas:

- Información general del productor
- Uso de suelo en la finca del inventario
- Sistema de producción bovina
- Cobertura forestal presente en la finca
- Uso que el productor le da a la selva

Basándose en la siguiente fórmula descrita por Bocco y Bavera (2001), se halló la carga animal en las selvas de las fincas muestreadas:

$$CA_{selva} = (UA * DOS) / (AS * 365 \text{ días})$$

Donde:

CA_selva= Carga animal en la selva (UAha⁻¹)

UA= Unidades animales

DOS= Días de ocupación de la selva por el ganado

AS= Área de la selva (ha)

Para el cálculo de las unidades animales se usaron las respuestas dadas en las entrevistas semiestructuradas y se categorizó teniendo en cuenta las equivalencias en unidades animales descritas por la Guía PROGAN (SF) (Cuadro 5). Se multiplicó el número de animales descritos por los productores por su respectiva UA conforme a su categoría. El valor resultante fue dividido por el área de selva presente en su finca.

Cuadro 5. Equivalencias en unidad animal para ganado bovino

Categorías	Unidad animal
Vaca de 450 kg	1,0
Toro adulto, mayor de 2 años	1,25
Cría bovina destetada de 8 a 12 meses	0,6
Novillo o novillona, de 12 a 24 meses	0,75

Fuente: PROGAN (SF)

Por medio de las variables cuantitativas de interés sobre las selvas presentes en las fincas (ÁREA= área total de la finca, %Selva= porcentaje de selva en la finca, CA_Selva= carga animal en las selvas, DOS= días de ocupación de la selva por el ganado en el año, E_selva= edad de la selva en años, d= densidad de árboles ha⁻¹ en la selva, G= área basal ha⁻¹ en la selva) se realizó un análisis de conglomerados, empleando el método de Ward para la construcción del árbol binario y la distancia de Euclidea, del cual se diferenciaron tres grupos de fincas.

13.3. Identificación de especies arbóreas con características relacionadas con la alimentación del ganado, así como su abundancia y distribución en los paisajes ganaderos de Campeche

Para identificar cuáles son las especies arbóreas presentes en las selvas de las fincas seleccionadas se realizó un inventario forestal, para lo que se generaron *a priori* 3 rangos de relictos de selva en función de su área (relicto de selva grande, mediano y pequeño) y se estableció el número de parcelas según su rango (grande: 3 parcelas, mediano: 2 parcelas y pequeño: 1 parcela), tal como se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Número de parcelas de muestreo según la clasificación a priori de los relictos de selva en función del área.

Rango de relikto de selva	Área (ha)	Parcelas (No.)	Ubicación de parcela
Pequeño	≥ 1 y < 5	1	Coordenada central del relikto de selva
		1	Coordenada central del relikto de selva
Mediano	≥ 5 y < 10	2	20 metros desde el borde de la selva hacia su coordenada central
		1	Coordenada central del relikto de selva
Grande	≥ 10	2	20 metros desde el borde de la selva hacia su coordenada central
		3	Punto intermedio entre las parcelas 1 y 2

Para el muestreo se establecieron parcelas circulares con un área de 1000 m² cada una, en donde se midieron las variables dasométricas (dap, altura total, altura comercial y diámetro de copa) a todos los fustales (árboles con dap ≥ 10 cm) (Figura 3).

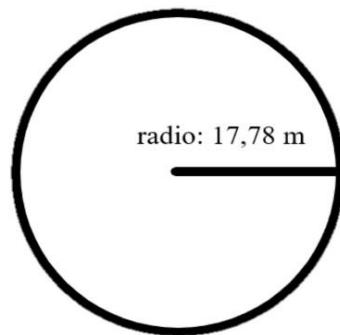


Figura 3. Forma y tamaño de las parcelas de muestreo del inventario forestal.

14. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

14.1. Información acerca del uso de suelo presente en la finca inventariada

Según los resultados de las encuestas semiestructuradas, el tamaño promedio de las fincas fue de 48,04 ha, presentando datos de área máxima de 142,20 ha y un mínimo de 10,93 ha. Se distribuyeron las fincas en tres rangos de categorías según su tamaño (grande, mediano y pequeño) (Cuadro 7). El 76% de los productores tienen fincas de tamaño pequeño, el 18% de tamaño medio y solo el 6% tienen fincas con un área mayor a 98 ha, que son consideradas grandes.

Cuadro 7. Categorías de fincas según los rangos de área total.

Categoría	Rango (ha)		Fincas	%
Pequeñas	≥ 10,93	< 54,69	25	76%
Medianas	≥ 54,69	< 98,44	6	18%
Grandes	≥ 98,44	≤ 142,2	2	6%

El 61% de los productores encuestados tiene otra finca en donde alternan el manejo del ganado. El uso de suelo más frecuente en las fincas muestreadas fueron pasturas mejoradas (97%), seguido de acahual (70%), milpa (45%) y pasturas naturales (39%) de los productores encuestados. Pocos productores presentaron otros cultivos sembrados como plantaciones forestales, pastos de corte, bancos de proteína o frutales (Figura 4).

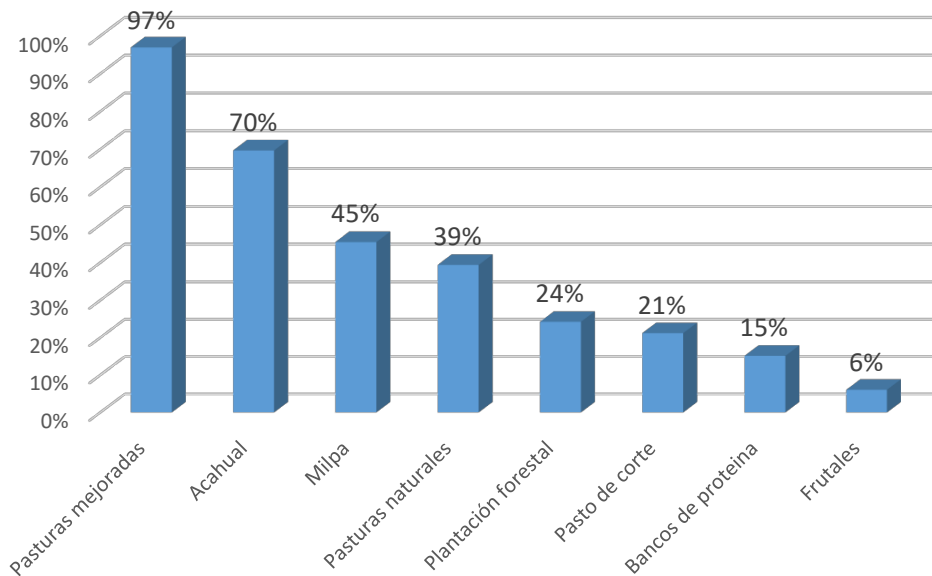


Figura 4. Frecuencia relativa de los usos de suelo en las fincas muestreadas.

En promedio las fincas muestreadas presentan una distribución porcentual de los usos de suelo con un área destinada principalmente a la siembra de pastos, seguido de áreas con cobertura arbórea como, selva alta, acahual y plantaciones forestales (Figura 5). La finca 26 fue la que resultó con mayor número de usos de suelo (8 usos de suelo diferentes). El número de usos de suelo que más se repitió fue 4.

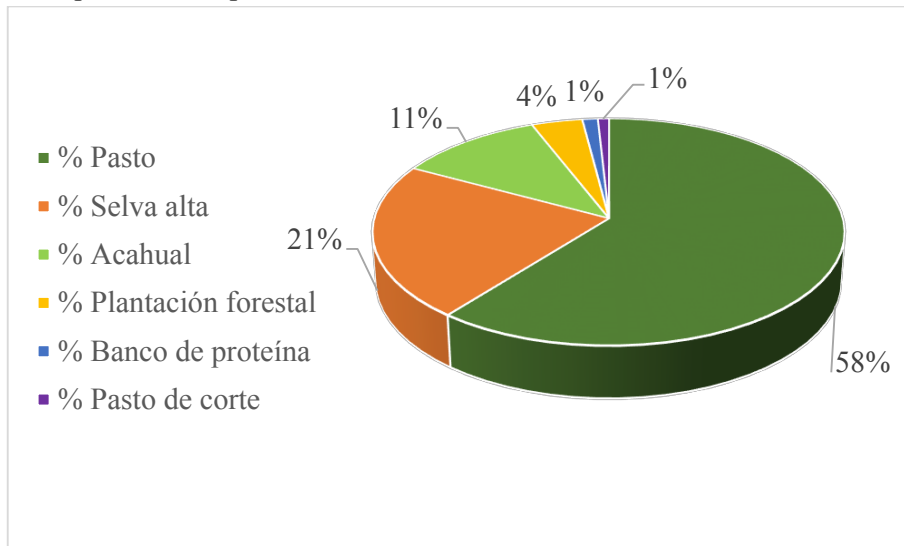


Figura 5. Distribución porcentual promedio de los usos de suelo presentes en las fincas muestreadas.

Estos resultados coinciden con la distribución de la tierra reportada por Díaz et al. (2014) para 24 fincas ganaderas en el Estado de Campeche, donde más de la mitad de los pastos encontrados eran cultivados y fue el mayor uso de suelo presente. Igualmente, los autores indican que en las fincas hay baja presencia de forrajes de corte para sostener a los animales durante el periodo de pocas lluvias.

También se destaca la presencia de los “acahuales”, término con el que se conoce a la vegetación secundaria joven como consecuencia de la degradación de las selvas en México, por lo que constituye la capa forestal dominante en las zonas tropicales (Semarnat 2012; Mukul y Herbohn 2016). Sin embargo, este tipo de uso del suelo se considera con poco valor para los productores y en consecuencia, representa poco interés por parte de las instancias gubernamentales (Sánchez-Sánchez et al. 2007). Por el contrario, investigaciones como las de García-Domínguez et al. (2018) y Alayón-Gamboa et al. (2016), han demostrado que dicha vegetación presenta un potencial multifuncional según el estado sucesional en que se encuentren.

14.2. Información sobre el sistema productivo ganadero bovino presente en las fincas muestreadas

El 82% de los productores trabaja con un sistema de producción ganadera de cría o levante. El 15% vende sólo los animales adultos para carne y solo un productor tenía un sistema de producción doble propósito. Alatríste (2018) también reportó en su investigación que para su zona de estudio en el estado de Campeche, predomina este mismo sistema de producción, en específico de vaca-cría (venta de ganado en pie).

El 55% de los productores alternaba el sistema de producción ganadera bovina con el sistema de producción ganadera ovina y tienen en promedio 74 borregos. Pocos productores usaban un sistema de manejo continuo o extensivo (9%). La mayoría de los productores tenía sus pasturas divididas en potreros (91%), en los que usaban un sistema de rotación. El número de potreros usado con mayor frecuencia fue 4. La moda para los días de ocupación de cada potrero es por 30 días y dejándolos descansar por 90 días.

Acerca del ganado bovino, se reportó mediante las encuestas que el 61% de los productores tiene entre 0 a 22 vacas, el 33% tiene más de 22 y menos de 44 y el 6% más de 44 hasta 66 vacas. El 76% de los productores tiene de 0 a 15 novillos, el 21% tiene más de 15 y menos de 30 y el 3% tiene más de 30 hasta 45 terneros. El 82% de los productores cuenta con al menos 1 toro en su sistema de producción, el 6% tiene 2 toros y el 12% no cuenta con toros en su hato.

El Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA) clasifica a los productores en la región donde se desarrolla el proyecto en grandes (200 cabezas de ganado bovino), medianos (25 – 40 cabezas de ganado bovino) y pequeños (menos de 11 cabezas de ganado bovino). En este sentido, los productores muestreados en esta investigación se encuentran en la clasificación de productores medianos y pequeños.

Al contrario, con lo encontrado por Díaz et al. (2014), el promedio de reproductoras por semental no es superior a 25 vacas, para la mayoría de los productores muestreados, acogiendo a las recomendaciones hechas por SAGARPA (2013).

Por otra parte, los productores realizaban prácticas de manejo para suministrar suplementos alimenticios. El 88% de los productores da sal mineral a sus animales, el 52% suministra gallinaza, el 39% melaza, el 12% combina la sal mineral con sal común. Algunos productores emplean prácticas como la elaboración de pacas de heno (6%) y ensilaje (24%). Durante la época de sequía el 27% de los productores tiene la necesidad de alquilar potreros de otras fincas, el 15% ha comprado rastrojos y 12% ha comprado pasto de corte para alimentar a sus animales durante esta época (Figura 6).

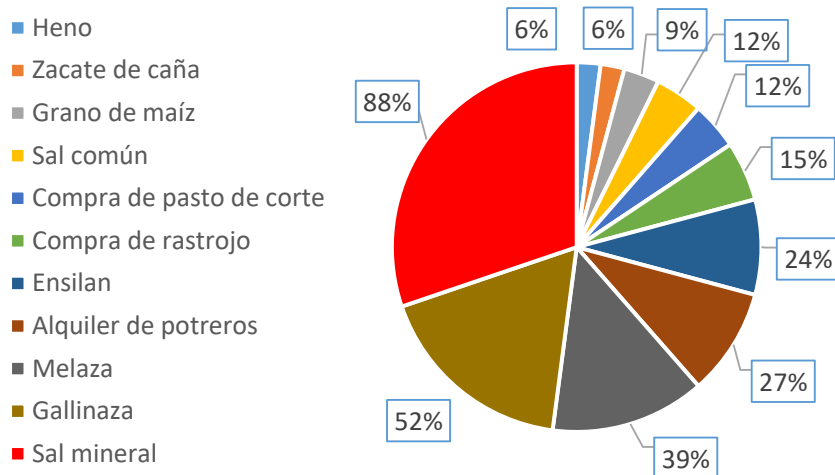


Figura 6. Alternativas de manejo usadas para el complemento alimenticio durante la época de sequía.

Díaz et al. (2014) obtuvieron datos similares respecto de las alternativas de suplementos alimenticios ofrecidos al ganado, y es el suministro de sales minerales la alternativa con mayor uso y en menor proporción alternativas de manejo como ensilar, corte de forraje y uso de heno. En este sentido, se evidencia la importancia de generar hábitos que optimicen el uso de la oferta de forraje que se encuentra en época lluviosa.

14.3. Información sobre la cobertura forestal presente en las fincas muestreadas

Respecto de las coberturas forestales resultó que el área promedio de selva presente en las fincas muestreadas es de 10,17 ha, según la clasificación del Cuadro 8, el 76% de las fincas cuenta con pequeños relictos de selva que están entre 1 y menores a 15,68 ha; mientras que el 18% tiene relictos de selva medianos que van desde los 15,68 y menos de 30,35 ha. En dos fincas se presentaron relictos de selva grandes que tienen un área mayor a 30,35 hasta 45,03 ha. Las fincas también se calificaron según el porcentaje de selva presente. La mayoría (73%) de las fincas tiene bajo porcentaje de selva como uso del suelo, el 18% medio y el 9% tiene un alto porcentaje de selva como uso del suelo en su finca (Cuadro 9). Según las edades reportadas por los productores de los relictos de selva, el 48% es mayor de 10 años y menor de 30. El 24% de las selvas tiene entre 30 y 50 años, y el 27% reportó que sus relictos de selva tienen entre 50 y 70 años de edad (Cuadro 10). El área promedio de los acahuales presentes es de 7,38 ha, su edad promedio es de 8,8 años y las especies más usadas para las plantaciones forestales presentes fueron Melina (*Gmelina arborea*), Cedro (*Cedrela odorata*) y Chacteviga (*Caesalpinia mollis*). La edad promedio de las plantaciones es de 13 años.

Cuadro 8. Clasificación de selvas en función de su rango de área.

Categoría	Rango (ha)		Fincas	%
Pequeñas	≥ 1	< 15,68	25	76%
Medianas	≥ 15,68	< 30,35	6	18%

Grandes	$\geq 30,35$	$\leq 45,03$	2	6%
---------	--------------	--------------	---	----

Cuadro 9. Clasificación según el porcentaje de selva presente en las fincas.

Categoría	Rango (%)		Fincas	%
Bajo	$\geq 2,39$	$< 31,75$	24	73%
Medio	$\geq 31,75$	$< 61,11$	6	18%
Alto	$\geq 61,11$	$\leq 90,46$	3	9%

Cuadro 10. Clasificación de selvas según la edad reportada por los productores.

Categoría	Rango (años)		Fincas	%
Menores	≥ 10	< 30	16	48%
Medianas	≥ 30	< 50	8	24%
Mayores	≥ 50	≤ 70	9	27%

La ganadería extensiva, la agricultura mecanizada y la explotación forestal son impulsores directos de la deforestación en esta región, generando una transformación de uso de suelo constante entre los acahuales o vegetación secundaria por el efecto de abandono y las áreas de pasturas cultivadas (Martínez 2010; Warren-Rae 2018). Según el Gobierno del estado de Campeche (2011), la cadena productiva con mayor volumen en la explotación forestal es la extracción de carbón, seguida de la madera de aserrío y los durmientes (sin contar la producción de madera aserrada rústica). En consecuencia de estas actividades, se han conformado paisajes ganaderos con selvas fragmentadas en su mayoría con relictos de selva pequeños.

En el 63% de las fincas existen árboles dispersos en más de la mitad de sus potreros, en 33% hay árboles dispersos en menos de la mitad de sus potreros y en el 3% de las fincas no hay árboles dispersos en los potreros. El 70% de los productores encuestados usa cercas muertas para delimitar sus potreros y predios; el 20% usa cercas vivas y el 10% cercas electrificadas. De los productores que usan cercas vivas el 50% las usa en menos de la mitad de sus cercas y el 50% en más de la mitad.

En este sentido, Alatraste (2018) encontró en su investigación que las especies arbóreas con mayor abundancia presentes como árboles dispersos en los potreros de los paisajes ganaderos de esta región son el jabín (*Piscidia piscipula*), seguida de melina (*G. arborea*). Mientras que las especies más abundantes en cercas vivas fueron el cocoite (*Gliricidia sepium*) y el tinto (*Haematoxylum campechano*). Según la información proporcionada por los productores, en la mayoría de casos estos árboles no son sembrados intencionalmente, simplemente son dejados por algún interés en el momento de hacer la expansión de la frontera agrícola y/o son producto de la regeneración natural. Sin embargo, los productores tienen la percepción de que es imprescindible deforestar para establecer los potreros; aunque la mayoría de ellos no tiene esa intención a corto plazo, y por el contrario, valoran la presencia de árboles

en términos de su valor utilitario dentro de sus potreros (Warren-Rae 2018). Finalmente, Díaz et al. (2014) reportaron que en su muestra el 50% de los productores contaba con cercas eléctricas, contrario a lo encontrado para los productores muestra de esta investigación, donde solo el 10% de ellos usa esta tecnología.

El 60% de los productores deja ingresar el ganado a la selva en alguna época del año para alimentarse y tener sombra durante el día. En promedio ocupan durante el año 177 días la selva y la dejan descansar en promedio 199 días por año. La mayoría de productores dejan ingresar el ganado a la selva durante los cuatro meses de sequía más intensa (de febrero a mayo) (Cuadro 11). El 40% de las fincas tiene la selva cercada, lo que restringe el acceso a los animales. El 17% de los productores tiene dividida su selva para usar un sistema de rotación dentro de ella. Además, el 30% de los productores había usado la técnica de corte y acarreo de forraje de la selva para alimentar a sus animales.

Cuadro 11. Rango de días por año en los que los productores dejan ingresar el ganado a la selva.

Rango (días)		Fincas	%
≥ 0	< 122	24	73%
≥ 122	< 243	4	12%
≥ 243	≤ 365	5	15%

La estimación de la carga animal en los relictos de selva (CA_selva) dio como resultado que la mayoría (63,3%) de las fincas se encuentran en la categoría leve. Según el Cuadro 12, el 13,3% tiene una CA_selva media y en el 23,3% de las fincas existe una CA_selva alta.

Cuadro 12. Categorías de carga animal en los relictos de selva.

Categoría	CA_selva	Fincas
Leve	0 - 1,5	63,3%
Media	1,51- 3,0	13,3%
Alta	> 3,1 7	23,3%

Para el presente estudio también se estimó la carga animal en pasturas dando como resultado que en promedio las fincas tenían una carga animal de 1,72 UAha⁻¹, dato cercano a lo reportado por Alatraste (2018) (1,74 UAha⁻¹) y por Díaz et al. (2014) (1,28 UAha⁻¹); pero contradictorio a lo encontrado por Molina-Rivera et al. (2019) quienes reportaron una carga animal de 0,5 UAha⁻¹.

Los productores también nombraron las especies forestales que prestan diferentes servicios y tienen conocimiento de que se encuentran en sus selvas. Para el servicio de forraje la especie más nombrada fue el Jabín (*P. piscipula*), seguida del Ramón (*B. allicastrum*) y del Guácimo (*G. ulmifolia*). Para la extracción de madera se destacaron especies como el Tsalam

(*L. latisiliquum*), Chacteviga (*C. mollis*), Cedro (*C. odorata*) y Jabín (*P. piscipula*); mientras que para la extracción de madera para postes las especies con mayor reconocimiento por los productores fueron el Chacteviga (*C. mollis*), Tinto (*Haematoxylum campechianum*), Jabín (*P. piscipula*) y Cocoite (*Gliricidia sepium*) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Especies forestales nombradas por los productores según su uso.

Especies forrajeras	No.*
Jabín (<i>Piscidia piscipula</i>)	19
Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i>)	14
Guácimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	12
Tsalam (<i>Lysiloma latisiliquum</i>)	8
Jobo (<i>Spondias mombin</i>)	7
Chakah (<i>Bursera simaruba</i>)	6
Xuul (<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>)	4
Cocoite (<i>Gliricidia sepium</i>)	4
Roble (<i>Ehretia tinifolia</i>)	4
Cascarillo (<i>Croton arboreus</i>)	4
Yaaxnik (<i>Vitex gaumeri</i>)	2
Especies para madera de construcción	No.*
Tsalam (<i>Lysiloma latisiliquum</i>)	4
Chacteviga (<i>Caesalpinia mollis</i>)	3
Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	2
Jabín (<i>Piscidia piscipula</i>)	2
Yaiti (<i>Gymnanthes lucida</i>)	2
Machiche (<i>Lonchocarpus castilloi</i>)	1
Palo de gas (<i>Amyris elemifera</i>)	1
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	1
Sak chakah (<i>Dendropanax arboreus</i>)	1
Zapote (<i>Manilkara zapota</i>)	1
Guayacán (<i>Guaiacum sanctum</i>)	1
Especies para extracción de postes	No.*
Chacteviga (<i>Caesalpinia mollis</i>)	8
Jabín (<i>Piscidia piscipula</i>)	7
Tinto (<i>Haematoxylum campechianum</i>)	6
Cocoite (<i>Gliricidia sepium</i>)	5
Yaiti (<i>Gymnanthes lucida</i>)	4
Machiche (<i>Lonchocarpus castilloi</i>)	3
Tsalam (<i>Lysiloma latisiliquum</i>)	3
Palo de ruda (<i>Krugiodendron ferreum</i>)	2
Chakah (<i>Bursera simaruba</i>)	1
Mora (<i>Maclura tinctoria</i>)	1
Palo de gas (<i>Amyris elemifera</i>)	1

* Numero de productores que nombraron la especie durante la encuesta según su uso.

Respecto de las especies arbóreas con potencial forrajero nombradas por los productores, el 36% pertenece a la familia Leguminosae, las otras especies representan cada una a familias diferentes.

Por su parte, Rivera et al. (2016), por medio del intercambio de experiencias y visitas a campo con productores de Yucatán en México, recopilaron el conocimiento local acerca de las especies con potencial forrajero. Se registraron un total de 98 especies vegetales mencionadas, en donde la mayoría de especies son arbóreas (57.29%) y la familia que registra el mayor número de especies es la Leguminosae lo cual es similar a lo encontrado en el presente estudio. Las especies arbóreas de mayor importancia en orden de mayor a menor veces mencionado por los productores de Yucatán fueron el *P. piscipula*, seguida de *B. simaruba*, *G. ulmifolia*, *Havardia albicans*, *Acacia gaumeri*, *Gymnopodium floribundum*, *B. alicastrum*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Caesalpinia gaumeri*, *Viguiera dentata* y *Merremia aegyptia*.

Lizarra-Sánchez et al. (2001) también evaluaron el potencial forrajero de las especies arbóreas de la Península de Yucatán, donde encontraron *P. piscipula*, *B. alicastrum*, *G. ulmifolia* y *L. latisiliquum*, lo cual es similar a lo encontrado en el presente estudio. Concluyendo que para *B. alicastrum* y *G. ulmifolia* se generó mayor producción de forraje (2,7 y 4,0 kg MS árbol⁻¹, respectivamente) en árboles con alturas de 4 m. Mientras que en árboles con alturas de 6 y 8 m la especie *B. alicastrum* obtuvo un mejor desempeño en la producción de forraje que las otras. Estos investigadores también aportan que la especie *P. piscipula* demanda menor tiempo de dedicación en el momento de aplicar la técnica de corte y acarreo en comparación con las otras especies.

14.4. Análisis de conglomerados para tipificar las fincas

Con el uso del software InfoStat se hizo un análisis de conglomerados generando un dendrograma creado con las variables de interés, seleccionando el método de comparación de Hotelling y con un nivel de significación de 0,05. El análisis dio como resultado que las fincas se aglomerarán en tres grupos (Figura 7). También se realizó un análisis de varianza multivariado usando las variables de interés y para el criterio de clasificación se usaron los conglomerados generados, por el que se determinó que existen diferencias significativas entre los tres grupos conformados (Cuadro 14).

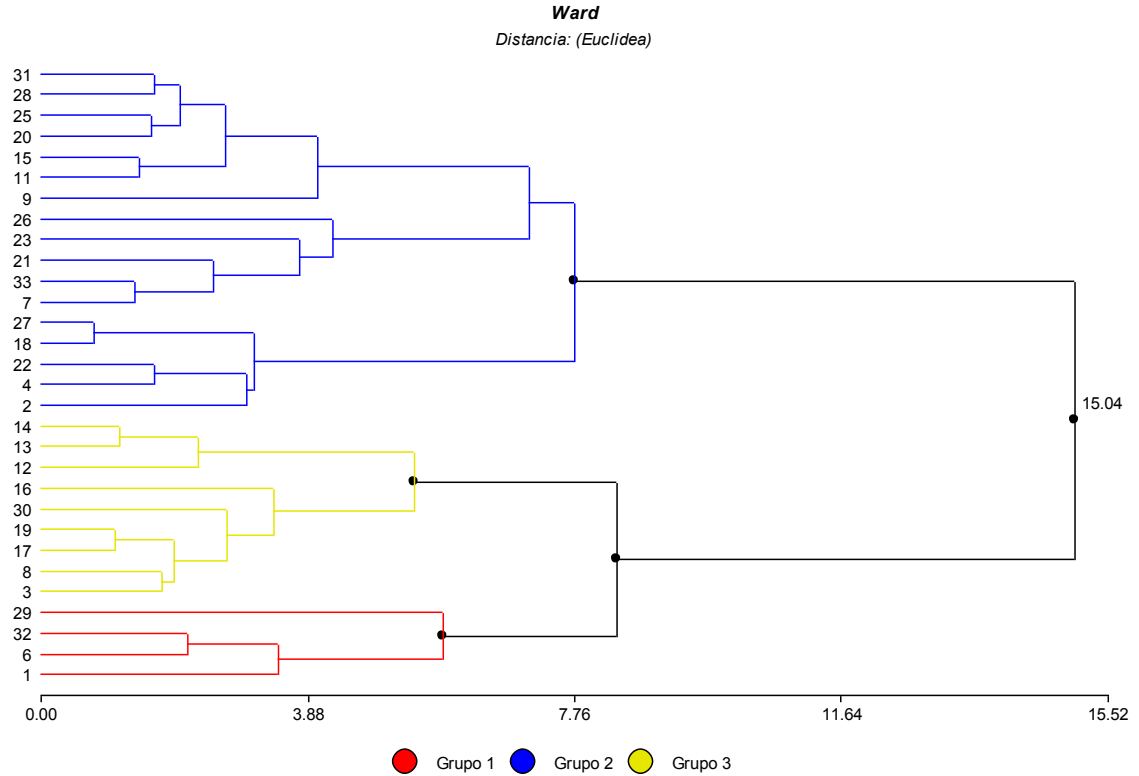


Figura 7. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward y distancia Euclídea) para las variables cuantitativas área total de la finca, porcentaje de selva en la finca, carga animal en las selvas, días de ocupación de la selva por el ganado en el año, densidad de árboles ha⁻¹ en la selva, área basal ha⁻¹ en la selva.

Cuadro 14. Análisis de varianza multivariado para los conglomerados y las variables de interés.

Prueba Hotelling Alfa=0,05
Error: Matriz de covarianzas común gl: 60

Grupo	AREA	%Selva	E_Selva	DOS	d	G	CA_Selva	n	
3	43,11	21,89	22,12	117,65	481,18	11,66	1,69	17	A
2	46,68	42,27	42,17	38,71	668,89	16,58	0,2	35	B
1	79,7	9,05	33,27	205,45	299,27	11,87	4,88	11	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Mediante un análisis de varianza univariado, seleccionando el método de comparación LSD Fisher y un nivel de significación de 0,05, se determinó que las variables significativamente diferentes entre los tres grupos fueron densidad de árboles ha⁻¹, carga animal en la selva y días de ocupación del ganado en la selva. Lo anterior que indica que la variabilidad entre los grupos de fincas está explicada principalmente por estas variables.

Usando las variables con diferencias significativas entre los grupos y las fincas tipificadas se realizó un análisis de componentes principales (ACP). Este ACP tiene como finalidad encontrar con pérdida mínima de información, un nuevo conjunto de variables (componentes principales) no correlacionadas que expliquen la variación entre fincas (Figura 8).

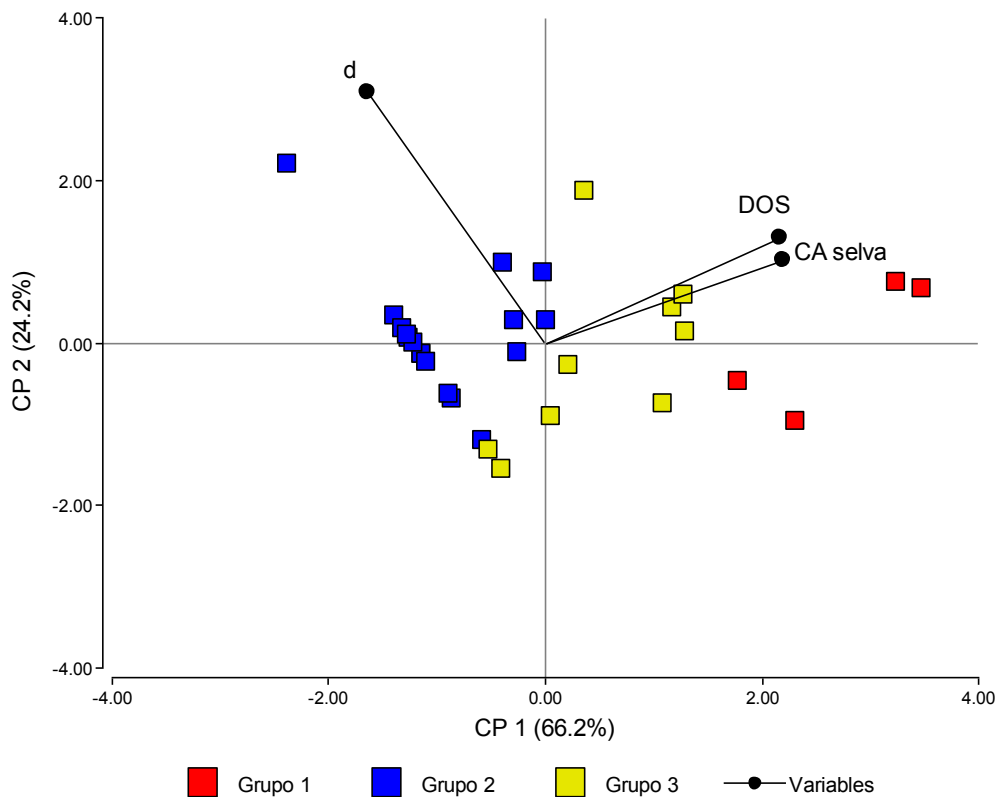


Figura 8. Análisis de componentes principales (ACP) con las variables de interés y las fincas de cada grupo conformado

Con el anterior análisis se explica el 90,4% de la variabilidad de las fincas por medio de dos ejes de componentes principales (CP1: 66.2% + CP2: 24.2%). En la Figura 9 se observa que las fincas que están cercanas al borde derecho de la figura tienen mayor carga animal y más días de ocupación de la selva por el ganado, pero menor densidad de árboles ha^{-1} . En este sentido, las variables carga animal y días de ocupación de la selva decrecen en las fincas de los grupos en el siguiente orden: 1, 3 y 2. En el mismo orden, las densidades de árboles ha^{-1} en las selvas incrementan. Sin embargo, las variables que aparecen formando un ángulo recto no tienen relación entre ellas, como es el caso de la densidad de árboles ha^{-1} con las otras dos variables.

14.5. Resultados del inventario forestal

14.5.1. Composición y diversidad florística

Se realizó el inventario forestal sobre las selvas presentes en las 33 fincas. En total se muestrearon 45 relictos de selva, en los que se estableció un total de 66 parcelas circulares. Se

identificaron taxonómicamente un total de 125 especies arbóreas, pertenecientes a 36 familias. La familia Leguminosae contiene el mayor número de especies (32 de las especies identificadas), representando el 26% del total de especies registradas en el inventario; seguidas de las familias Sapotaceae y Moraceae con 6% de las especies registradas para cada una de las anteriores familias (Figura 9).

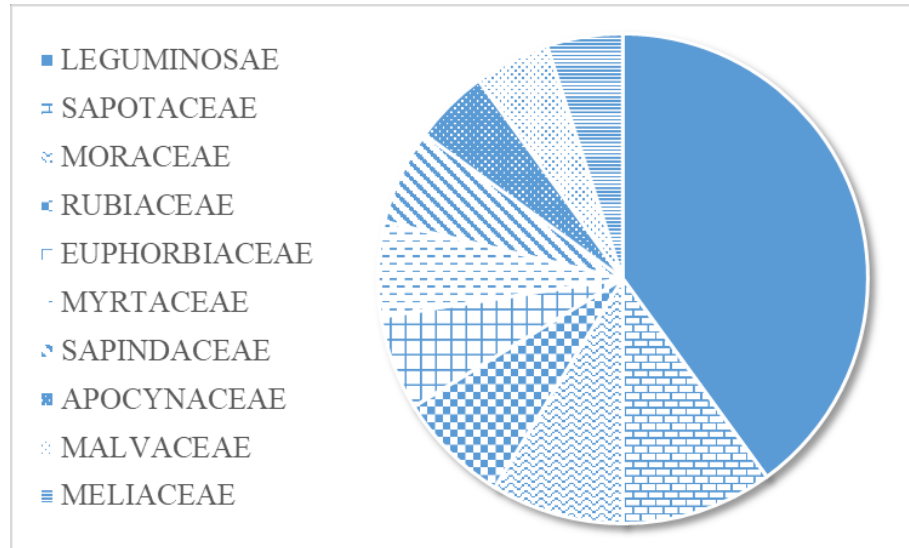


Figura 9. Composición de familias arbóreas basada en las 10 familias con mayor frecuencia.

La Península de Yucatán tiene 260 especies reportadas pertenecientes a la familia Leguminosae. Campeche es el estado de mayor riqueza con 192 especies (120 son árboles), 6 variedades y 1 subespecie. La diversidad de las leguminosas en el estado de Campeche aumenta de norte a sur, debido a que hay un gradiente de humedad y de suelos más profundos (Flores 2010). La importancia de esta familia radica en que contiene especies con uso alimenticio, maderable, combustible, medicinal, melífero y/o forrajero, entre otros. El resultado de la composición florística por familias fue similar al reportado en otros estudios, y es marcada la mayor abundancia de riqueza de especies en la familia Leguminosae (Alatríste 2018; Gutiérrez-Báez et al. 2012; Palma 2009; Kantún 2005; Navarro 2001).

La especie arbórea que predominó en las selvas inventariadas fue el jabón (*P. piscipula*, Pispis), con un total de 479 individuos registrados, que representan el 13% de los especímenes totales (3635 individuos). Seguida por el Chakah (*B. simaruba*, Bursim) y el Xuul (*L. guatemalensis*, Longua) con un 8% de individuos por cada especie (Figura 10).

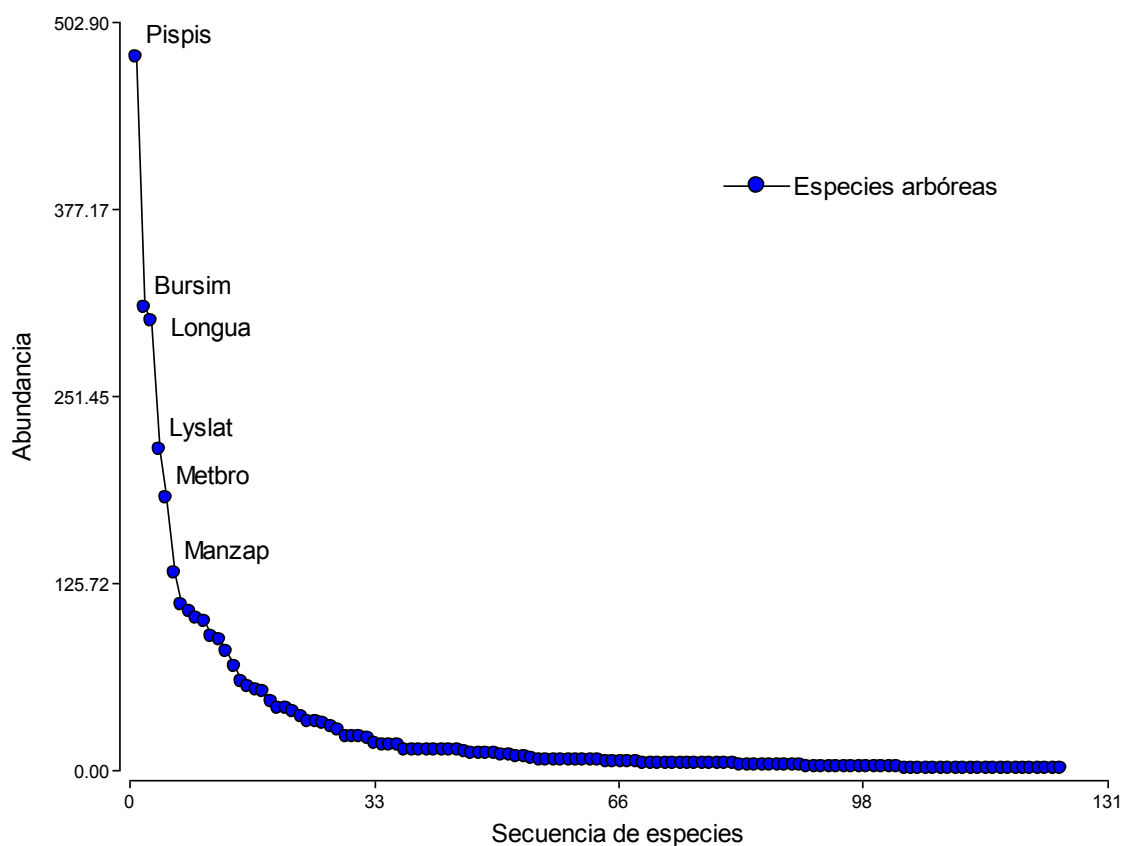


Figura 10. Curva de rango de abundancias de las especies arbóreas registradas en el inventario forestal.

Las especies arbóreas que resultaron con mayor abundancia en el inventario forestal son especies dominantes para las selvas baja caducifolia y mediana caducifolia en Campeche. En este sentido, las especies raras son las que definen el tipo de selva, según el estudio hecho por Dzib-Castillo et al. (2014). Y según la clasificación cartográfica serie VI del uso del suelo y vegetación, hecha por INEGI (2017), los tipos de vegetación predominantes para los municipios de Escárcega y Calakmul son (en orden de mayor a menor área de cobertura), vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, selva baja espinosa subperennifolia y selva mediana subperennifolia.

Según la abundancia relativa de las especies registradas durante el inventario forestal, se clasifican en especie arbórea muy rara (< 5 individuos), rara (5 a 15 individuos), escasa (16 a 30 individuos), abundante (31 a 100 individuos) y muy abundante (> 100 individuos).

En este sentido, la mayoría de las especies arbóreas se encuentran en las categorías muy rara y rara (42 y 30%, respectivamente); mientras que el 20% de las especies registradas se encuentran en las categorías abundante y muy abundante (13 y 7%, respectivamente) (Figura 11).

Las prácticas antrópicas, junto con el pastoreo del ganado, pueden crear disturbios en los paisajes que permiten abrir espacios en los que se ven favorecidas las especies raras. De esta manera, es posible que la biodiversidad se vea modificada (Olf y Ritchie 1998).

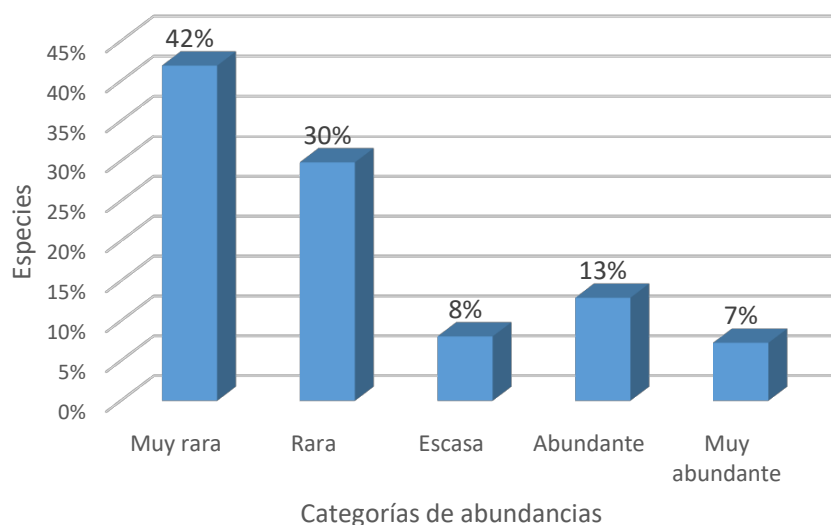


Figura 11. Categorías según la abundancia relativa de las especies arbóreas registradas en el inventario forestal.

La mayoría de las especies forrajeras reportadas por los productores se encuentran en las categorías muy abundantes y abundantes, lo cual indica que las selvas muestreadas en el inventario tienen potencial para prestar el servicio de forraje para el ganado (Cuadro 15).

Zapata et al. (2009) evaluaron el comportamiento de las especies forrajeras bajo diferentes tipos de suelos encontradas en los sistemas silvopastoriles de la Península de Yucatán, obteniendo que la especie arbórea *P. piscipula* tiene un mejor comportamiento forrajero integral en el Cambisol epi-léptico.

Cuadro 15. Categoría de las especies arbóreas forrajeras según su abundancia en las selvas muestreadas.

Especie arbórea forrajera	Individuos	Categoría
Jabín (<i>P. piscipula</i>)	479	Muy abundante
Xuul (<i>L. guatemalensis</i>)	315	Muy abundante
Chakah (<i>B. simaruba</i>)	311	Muy abundante
Tsalam (<i>L. latisiliquum</i>)	215	Muy abundante
Jobo (<i>S. mombin</i>)	107	Muy abundante
Ramón (<i>B. alicastrum</i>)	90	Abundante
Yaaxnik (<i>V. gaumeri</i>)	80	Abundante

Guácimo (<i>G. ulmifolia</i>)	42	Abundante
Cascarillo (<i>C. arboreus</i>)	33	Abundante
Cocoite (<i>G. sepium</i>)	21	Escasa
Roble (<i>E. tinifolia</i>)	7	Rara

La diversidad se estimó por medio de tres números de la serie de Hill (Hill 1973). Diversidad de orden 0 (0D), el cual representa la riqueza de especies. La diversidad de orden 1, que representa el índice exponencial de Shannon (1D), donde todas las especies son ponderadas de manera proporcional según su abundancia. Y diversidad de orden 2, que es el índice recíproco de Simpson (2D), en la que las especies muy abundantes presentan mayor peso en la comunidad.

Gracias al software Qeco se elaboraron las curvas de acumulación de especies basadas en los números de Hill, ponderado al número de individuos registrados en el inventario, y se comprobó que no se logró alcanzar la asíntota para la curva de riqueza (0D). Mientras que las curvas construidas con los índices de diversidad 1D , indicaron que en el inventario forestal se encuentran representadas las especies más típicas de esta vegetación. Asimismo, en la curva del índice 2D , se observó que las especies más abundantes están representadas por pocas especies y fueron registradas en el inventario forestal (Figura 12).

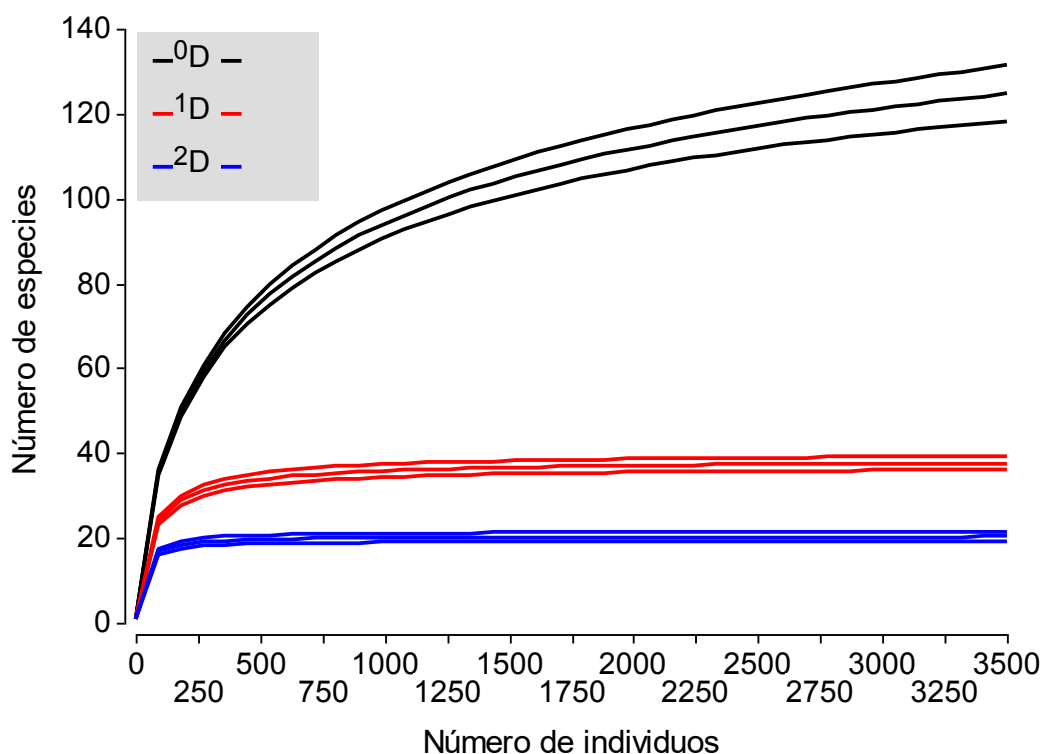


Figura 12. Curva de acumulación de especies arbóreas registradas en el inventario forestal basadas en los números de Hill. 0D , Riqueza de especies; 1D , índice exponencial de Shannon; 2D , índice recíproco de Simpson.

También se estimó el índice de Chao1 para conocer el porcentaje del esfuerzo de muestreo, usando el número de especies esperadas, considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras, dando como resultado que las especies observadas en el inventario forestal fueron 124 y las estimadas por el índice de Chao1 es de 140. Es decir, que el inventario alcanzó con el esfuerzo de muestro a registrar el 89% de las especies estimadas para la vegetación muestreada.

Según las medidas resumen de diversidad por medio de la serie de Hill, se puede afirmar por medio de 0D , que en promedio es posible encontrar 11,64 especies sobre la muestra analizada. Mientras que las especies consideradas dependiendo de su nivel de rareza que se podrían encontrar en esta muestra es de 7,29, lo cual significa que la diversidad 1D de esa comunidad es igual a la diversidad que tendría una comunidad virtual con el mismo número de especies, en la cual todas las especies tuvieran exactamente la misma abundancia (Moreno et al. 2011). Finalmente, la diversidad 2D indica que el número de especies más abundantes en la muestra es en promedio 5,32 especies (Cuadro 16).

Cuadro 16. Medidas resumen de los índices de diversidad efectiva a través de los números de Hill.

Variable	Media	Mín	Máx
0D	11,64	1	23
1D	7,29	1	15
2D	5,32	1	13

14.5.2. Composición estructural

El inventario forestal reportó un promedio de 551 árboles ha^{-1} y un área basal promedio de $14,52 m^3 \cdot ha^{-1}$ para el total de los relictos de selva inventariados en las fincas. Los parámetros estadísticos para las variables área basal ha^{-1} (G) y densidad por ha^{-1} (d) resultaron ser heterogéneos debido probablemente a la notable diferencia entre las densidades encontradas en las parcelas (Cuadro 17).

Cuadro 17. Estadísticas por hectárea para las variables área basal (G) y densidad de árboles (d) registrados en el inventario forestal.

Variable	Media	D.E.	E.E.	CV
G	14,52	4,98	0,61	34,32
d	551,11	185,99	22,89	33,75

En la Figura 13 se muestra la distribución por rango de dap de los individuos muestreados, presentándose que la mayoría de los especímenes registrados pertenecen a los dos primeros

rangos de diámetro y muy pocos individuos fueron de diámetros mayores a 30 cm, lo que indica un flujo adecuado de la regeneración hacia los diámetros mayores (Villa y Ramírez, 2005).

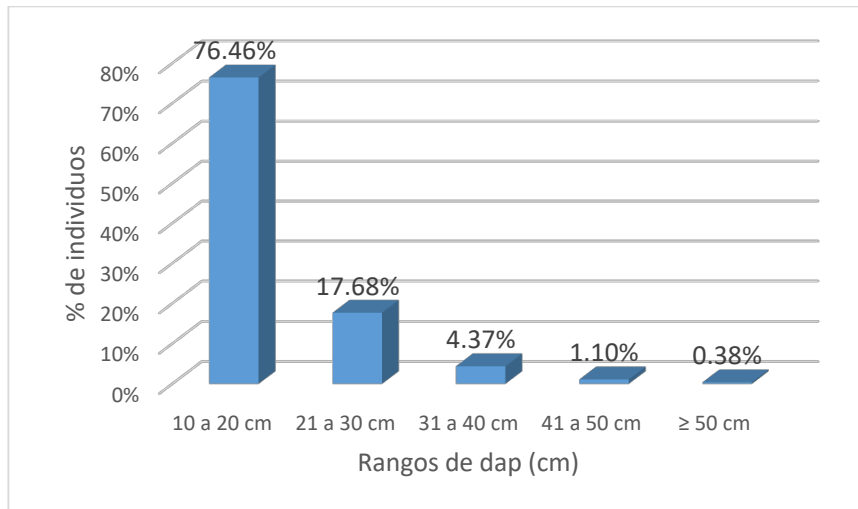


Figura 13. Distribución porcentual por rangos de diámetro para los individuos muestreados en el inventario forestal.

La especie más abundante en las primeras clases diamétricas (C1= 10 a 20 cm y C2= 20 a 30 cm de dap) es *P. piscipula*; seguida de *L. guatemalensis* y *B. simaruba* para C1 y *L. latisiliquum* para la clase C2. Para la tercera (C3= 30 a 40 cm de dap) y la cuarta (C4= 40 a 50 cm de dap) clase diamétrica la especie arbórea más abundante es *L. latisiliquum*. Para la quinta clase diamétrica (C5> 50 cm de dap) las especies están representadas por pocos individuos (Figura 14). Según las evaluaciones hechas por Zapata et al. (2009), la especie *P. piscipula* presenta una mayor área basal de las especies forrajeras presentes en la Península de Yucatán, lo cual coincide con lo encontrado en el presente estudio.

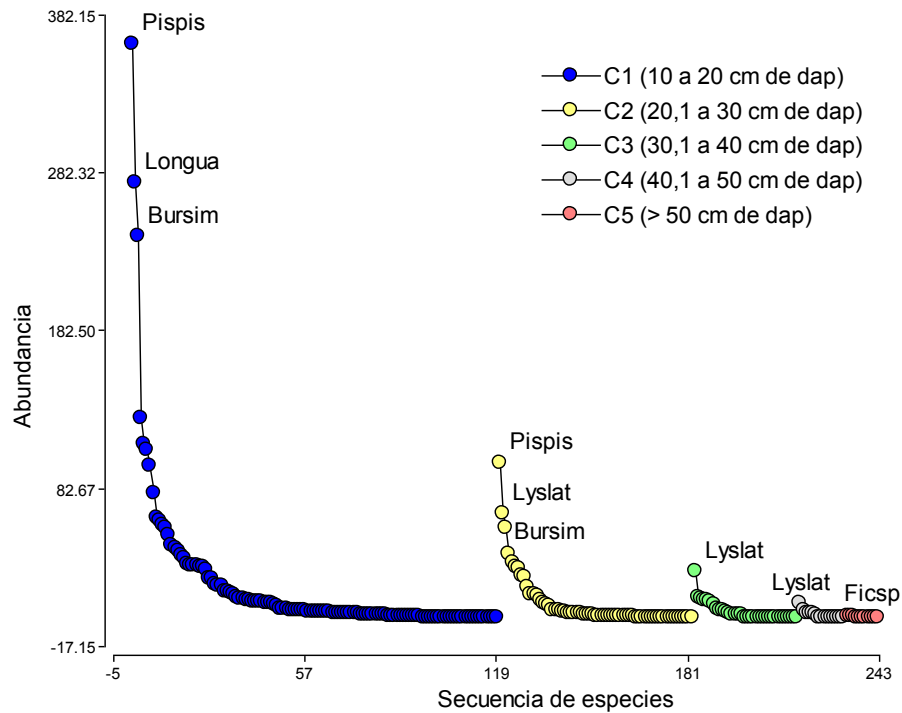


Figura 14. Curvas de abundancia de especies arbóreas por clases diamétricas.

La abundancia de individuos de *P. pispipula* menores a 30 cm de dap es de 70,15 árboles ha^{-1} , resultado superior al reportado por Vester y Navarro (2015) (31,9 árboles ha^{-1}); mientras que para individuos con diámetros superiores a 30 cm, los resultados de densidad fueron similares, obteniendo 2,42 árboles ha^{-1} para el presente estudio y 3,4 árboles ha^{-1} para el reportado para individuos de esta misma especie y clase diamétrica en selvas subcaducifolias de Quintana Roo.

Para las primeras clases diamétricas, la especie más abundante fue *P. pispipula*, esta especie se encuentra reportada como muy abundante en bosques secundarios de selvas mediana subperennifolias y subcaducifolias, sobre todo en ecosistemas intervenidos. Aunque en selvas medianas subcaducifolias también se encuentra en fases maduras. Las flores de esta especie son polinizadas por abejas y la dispersión de frutos es por el viento (Vester y Navarro 2015). Según estudios, el pastoreo del ganado bovino puede ofrecer un servicio ecosistémico al mantener los hábitats de los polinizadores (Oliver y Morecroft 2014, Morandin et al. 2007). Aunado a esto, la mayoría de los productores practican la apicultura en sus selvas, lo que podría favorecer la abundancia de *P. pispipula* en estos ecosistemas.

14.5.3. Relaciones entre la composición florística y estructural de especies arbóreas con las covariables de las fincas

Por medio de un análisis de correlación de Spearman, usando el software InfoStat, se logró determinar la relación entre la carga animal en la selva con las variables de diversidad y

la composición florística (Cuadro 18). Se representaron gráficamente cada una de las relaciones significativas con gráficos de dispersión.

Cuadro 18. Correlación entre variables por clase diamétrica con la carga animal en la selva.

Variable	r	p
⁰ D	-0,44	0,02
¹ D	-0,23	0,23
² D	-0,14	0,46
C1_sp	-0,48	0,01
C2_sp	-0,31	0,09
C3_sp	0,05	0,77
C4_sp	-0,03	0,86
C5_sp	0,02	0,9
C1_ind	-0,44	0,02
C2_ind	-0,15	0,43
C3_ind	0,05	0,79
C4_ind	0,01	0,96
C5_ind	0,02	0,9

⁰D: Riqueza de especies arbóreas; ¹D: índice exponencial de Shannon; ²D: índice recíproco de Simpson; C_n_sp: Riqueza de especies arbóreas de la clase diamétrica *n*, C_n_ind: abundancia de individuos muestreados en la clase diamétrica *n*; r: coeficiente de correlación; p: nivel de significancia.

Según los resultados del Cuadro 18, la carga animal en la selva tiene relación significativa ($p= 0,02$) con la riqueza de especies (⁰D) del inventario. Esta correlación es negativa ($r= -0,44$), lo cual indica que cuanto mayor carga animal en la selva, la riqueza de especies es menor (Figura 15).

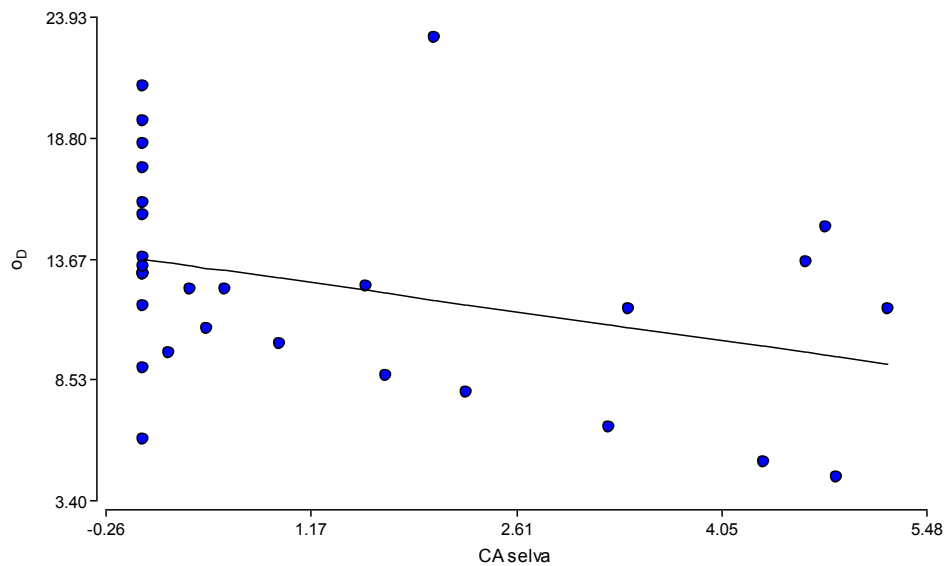


Figura 15. Relación entre riqueza de especies arbóreas (⁰D) y carga animal en la selva.

En el Cuadro 18 también se observa que la relación entre la riqueza de especies con la carga animal en la selva es más significativa ($p= 0,01$); en la primera clase diamétrica C1_sp (10 a 20 cm de dap). La correlación entre estas variables es negativa ($r= -0,48$), lo cual indica que la riqueza de especies de la primera clase diamétrica tiende a disminuir cuanto mayor sea la carga animal de la selva (Figura 16).

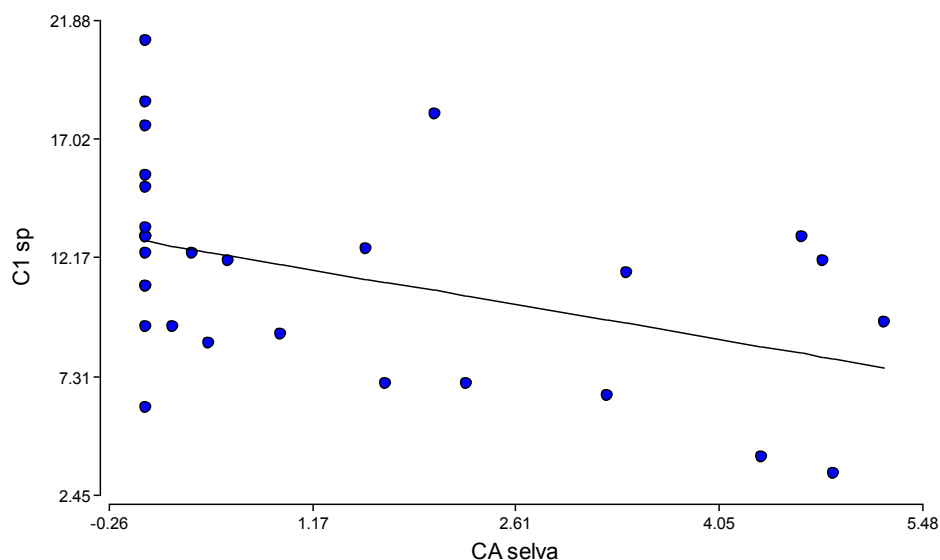


Figura 16. Relación entre la riqueza de especies arbóreas de la clase diamétrica C1_sp y carga animal en la selva.

Según los resultados de este estudio, esta tendencia concuerda con lo reportado por diferentes autores (Wallis DeVries et al. 2007, Dumont, et al. 2009), quienes concluyeron que con un aumento de la carga animal en pastizales semi-naturales con baja fertilidad de suelo, la biodiversidad tiende a disminuir. Asimismo, se presenta esta misma tendencia en zonas de pastoreo productivas de acuerdo con Olf y Ritchie (1998), quienes afirman que la diversidad de un área de pastoreo productivo es afectada por la carga animal y que en este sentido, un aumento en la carga animal tiende a disminuir la diversidad del área de pastoreo.

La presencia de ganado también puede intervenir en la dinámica de los ecosistemas a través de sus excretas, ya que puede facilitar la germinación de semillas de ciertas especies (Benton et al. 2003) y la composición química del suelo (Erisman, et al.2007). En efecto, los niveles de nutrientes y de acidez en el suelo se alteran, afectando la composición de las especies y la estructura de los ecosistemas, así sean tierras cultivadas, bosques o pastizales (Clark et al. 2007).

La abundancia de individuos para la clase diamétrica C1_ind (10 a 20 cm de dap) también presentó relación con la carga animal en las selvas ($p= 0,02$). Esta correlación es negativa ($r= -0,44$), indicando que cuanto mayor sea la carga animal en la selva, el número de individuos para la clase diamétrica C1_ind es menor (Figura 17).

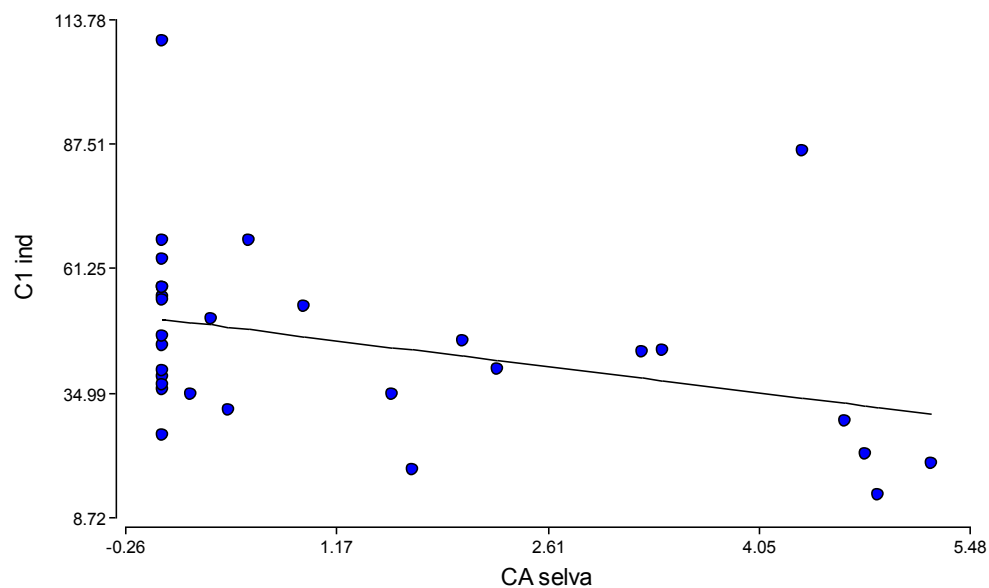


Figura 17. Relación entre abundancia de individuos arbóreos de la clase diamétrica C1_ind y carga animal en las selvas.

Respecto de las especies forrajeras presentes en las fincas, se calculó la riqueza relativa, dividiendo el número total de las especies arbóreas forrajeras registradas por finca, por el número total de especies registradas (forrajeras y no forrajeras) por finca. La relación con la carga animal en selva es significativa ($p= 0,03$) y su correlación es positiva ($r= 0,41$), indicando que cuanto mayor sea la carga animal en la selva, la riqueza relativa de las especies forrajeras aumenta (Figura 18). Sin embargo, no se encontraron relaciones significativas entre la abundancia relativa de individuos arbóreos forrajeros con la carga animal en las selvas.

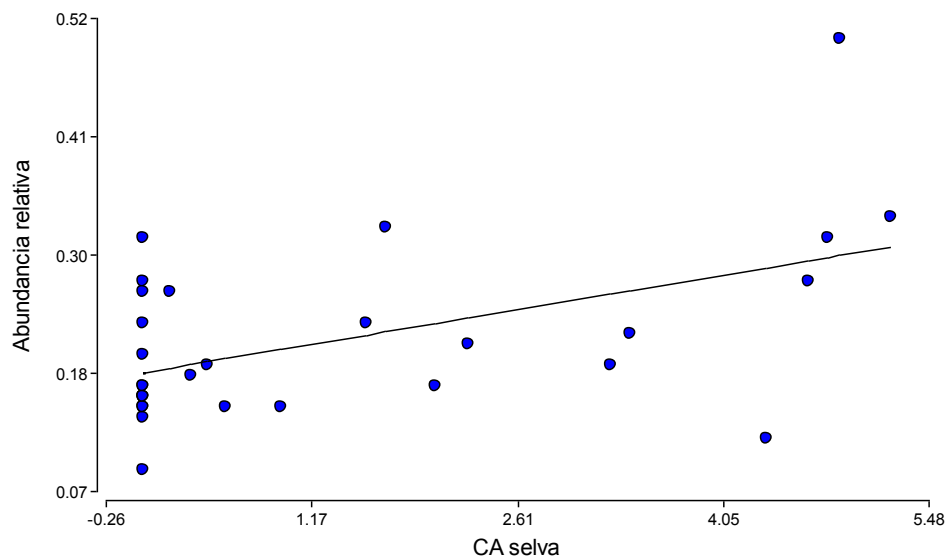


Figura 18. Relación entre riqueza relativa de especies arbóreas forrajeras y carga animal en las selvas.

Teniendo en cuenta la categorización de las fincas en función de la carga animal en la selva presentada en el Cuadro 12, se promediaron para cada clase diamétrica las variables riqueza de especies arbóreas (Cuadro 19) y riqueza relativa de las especies arbóreas forrajeras (Cuadro 20).

Cuadro 19. Media de la riqueza de especies arbóreas por categorías de carga animal en la selva.

CA selva	C1_sp	C2_sp	C3_sp	C4_sp	C5_sp
Leve	26,16	9,37	2,79	0,84	0,26
Media	17,75	9,25	2,00	0,75	1,00
Alta	16,71	6,86	3,43	1,14	0,29

Cuadro 20. Media de las riquezas relativas de especies arbóreas forrajeras por categorías de carga animal en la selva.

CA selva	C1sp_f	C2sp_f	C3sp_f	C4sp_f	C5sp_f
Leve	21%	28%	27%	34%	4%
Media	31%	46%	46%	8%	13%
Alta	25%	42%	46%	27%	0%

La relación entre la riqueza relativa de las especies forrajeras (C_{nsp_f}) con la carga animal en la selva, es más significativa en las clases diamétrica C2sp_f (20 a 30 cm de dap) y C3sp_f (30 a 40 cm de dap) ($p= 0,04$ y $p= 0,02$; respectivamente). La correlación entre estas variables es positiva ($r= 0,38$ y $r= 0,41$; respectivamente), lo cual indica que la riqueza de especies arbóreas forrajeras para las clases diamétrica C2 y C3, se ve favorecida con cargas animales altas en la selva (Figura 19a y 19b).

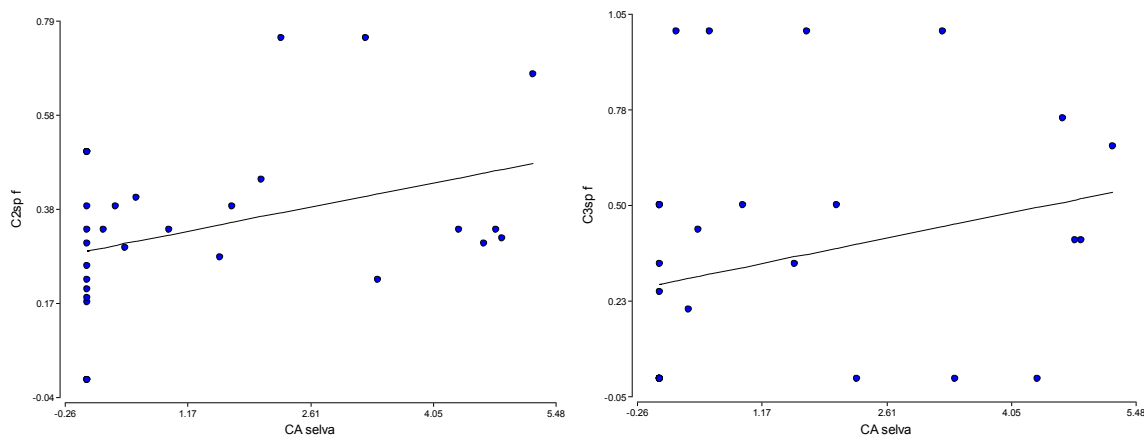


Figura 19. a. Relación entre la riqueza relativa de especies arbóreas forrajeras de la clase diamétrica C2sp_f y la carga animal en selvas. **b.** Relación entre la riqueza relativa de especies arbóreas forrajeras de la clase diamétrica C3sp_f y la carga animal en selvas.

La relación entre el área basal y la carga animal es significativa ($p= 0.03$) y presenta una moderada correlación negativa ($r= -0.28$), pues significa que datos de carga animal alta están relacionados con selvas que tienen un área basal baja (Figura 20). Sin embargo, no se encontró una relación significativa con alguna clase diamétrica en particular.

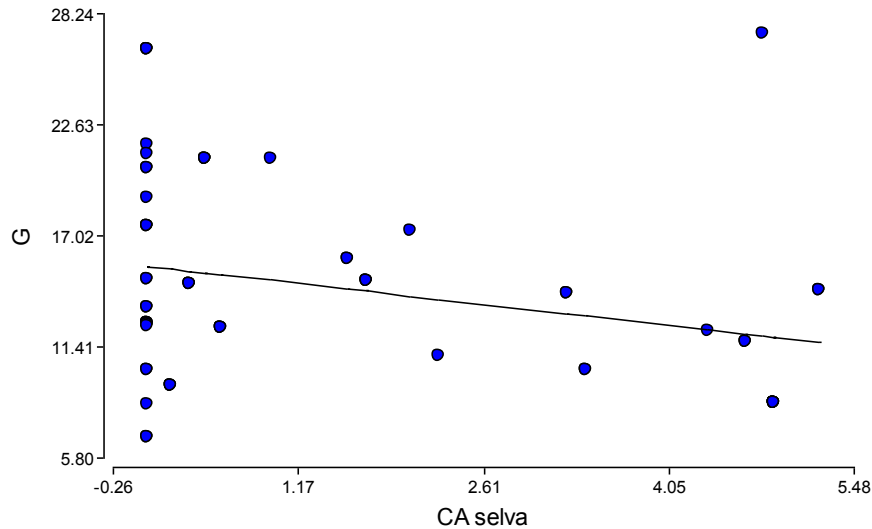


Figura 20. Relación entre el área basal de especies arbóreas y carga animal en las selvas.

Por medio de modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) realizados con el software InfoStat, usando la función de enlace de Poisson, se analizó la relación entre la variable respuesta (riqueza de especies arbóreas por clases diamétricas) con las covariables de interés de las fincas (AREA, E_Selva, %Selva, DOS), generando simultáneamente un modelo de estimación para las variables de respuesta y su variabilidad. El mismo procedimiento se realizó usando como variable de respuesta la densidad de individuos por clase diamétrica. El efecto fijo usado en el análisis fueron las covariables y el efecto aleatorio fueron las fincas. Finalmente, se graficó por medio de una dispersión de puntos, la tendencia entre los residuos parciales según el modelo de estimación usado, contra la variable observada para cada pareja de variables relacionadas.

Las covariables edad de la selva en años y días de ocupación del ganado en la selva por año, presentan relación con la riqueza de especies arbóreas de la clase diamétrica C3 (p -valor= 0,0001, para cada una de las relaciones). El modelo generado por el análisis MLGM dio como resultado que el cociente entre la desviación relativa y los grados de libertad residuales tuvieron valores cercanos a 1 (0,98), lo cual significa que tuvo un ajuste razonable para la estimación.

En la Figura 21 (a y b) se representan las relaciones resultantes, mostrando que la riqueza de especies arbóreas en la clase C3 tiende a aumentar proporcionalmente en función de la edad de la selva y con los días de ocupación de la selva por el ganado por año.

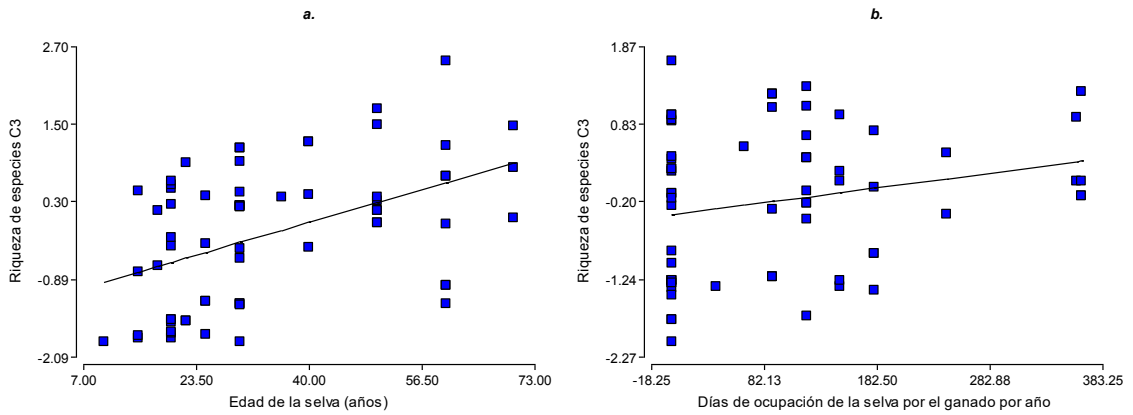


Figura 21. a. Relación entre riqueza de especies de la clase diamétrica C3 y la edad de la selva en años. **b.** Relación entre riqueza de especies de la clase diamétrica C3 y los días de ocupación de la selva por el ganado por año.

Para la densidad de individuos muestreados por clase diamétrica, se presentó relación significativa entre la clase C3 y la edad de la selva en años (p -valor= 0,0048), para esta relación el modelo de estimación tuvo un ajuste razonable (1,11). El modelo de estimación indica que para la abundancia de árboles en la clase diamétrica C3, tiende a aumentar conforme aumenta la edad de la selva (Figura 22).

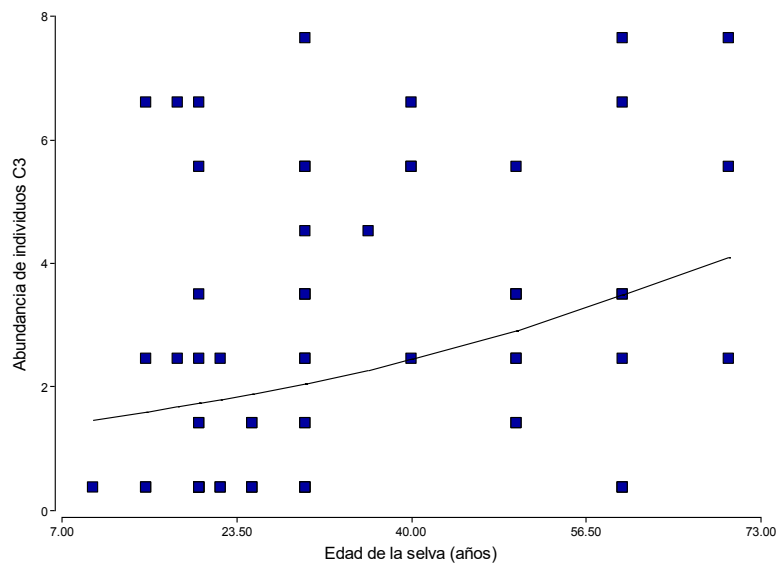


Figura 22. Relación entre abundancia de individuos muestreados de la clase diamétrica C3 y la edad de la selva en años.

15. CONCLUSIONES

El manejo del sistema productivo ganadero de las fincas muestreadas presenta una alta variabilidad, por lo que no fue posible tipificarlas por medio de las prácticas que implementan los productores. Sin embargo, es posible diferenciarlas en función de las covariables que están relacionadas con los relictos de selvas presentes en ellas. Se conformaron 3 grupos de los que se explicó el 53,7% de variabilidad por medio de las covariables; área total de la finca, porcentaje de área de selva presente en la finca, edad de la selva en años, carga animal en la selva, días de ocupación del ganado en la selva por año, densidad de árboles ha⁻¹ en la selva y área basal ha⁻¹.

Los usos de suelo que predominaron en las fincas muestreadas fueron las siguientes: grandes áreas dedicadas a pasturas, seguido por coberturas de vegetación secundaria provenientes de selvas degradadas (acahuales) y pocos cultivos alternativos para forraje. Además, la cobertura vegetal de acahuales presenta un potencial multiservicio que no es considerado por los productores.

La mayoría de los productores encuestados no anticipa la baja oferta de alimento durante la época de pocas lluvias, lo que se evidencia en el bajo porcentaje de productores que elaboran heno y ensilaje. En este sentido, tienen la necesidad de movilizar los animales hacia otras fincas, alquilar potreros y/o comprar forraje.

Aunque en la mayoría de las fincas se presentan árboles dispersos y en algunas hay cercas vivas, estos árboles por lo general son el resultado del azar y no de la planificación de un diseño silvopastoril.

Los productores reconocen el potencial forrajero y demás servicios que presentan los relictos de selva de sus fincas. No obstante, algunos no permiten el ingreso del ganado a estos sitios y pocos usan la técnica de corte y acarreo.

Según las categorías de abundancia relativa por especie, de las 11 especies arbóreas más nombradas por los productores como forrajeras, 5 se encuentran en la categoría de especies muy abundantes, 4 en especies abundantes y tan sólo 1 como especie escasa y 1 como especie rara. Por lo tanto, los relictos de selva de los paisajes ganaderos de Campeche presentan un alto potencial para prestar el servicio de forraje.

A partir de la información colectada en el inventario forestal, se puede concluir que en la composición florística predominan las especies pertenecientes a la familia Leguminosae, seguidas de las familias Sapotaceae y Moraceae; mientras que las especies con mayor abundancia de individuos fueron *P. piscipula*, *B. simaruba* y *L. guatemalensis*, especies reconocidas por los productores como forrajeras.

La carga animal en selvas es la variable que más se relaciona con la diversidad, composición florística y estructural de las selvas, y es más significativa su relación en las clases diamétricas menores. En este sentido, una alta carga animal en la selva puede disminuir la riqueza de especies y la abundancia de individuos arbóreos en los árboles con diámetros menores a 20 cm.

La riqueza de especies arbóreas y la abundancia de individuos muestreados de algunas clases diamétricas está correlacionada con las covariables días de ocupación del ganado en la selva por año y edad de la selva en años. En este sentido, se presenta que la riqueza de especies arbóreas en la clase C3 tiende a aumentar proporcionalmente en función de la edad de la selva y a los días de ocupación de la selva por el ganado por año, y la abundancia de árboles en la clase diamétrica C3 tiende a aumentar conforme aumenta la edad de la selva.

16. RECOMENDACIONES

Se recomienda que los productores implementen mejores prácticas para conservar la oferta de forrajes disponibles durante la época de lluvia, adoptando técnicas como construcción de pacas de heno, bloques nutricionales, silos, entre otros. Igualmente, es necesario que dispongan en sus fincas de áreas en las que puedan diversificar cultivos forrajeros como especies arbóreas o arbustivas, caña, pastos de corte, entre otros cultivos forrajeros recomendados para la región. Del mismo modo, es necesario instruir a los productores en la práctica de cosecha de corte y acarreo de forrajes en la selva.

También es necesario identificar cuál es la cantidad de forraje ofertado por cada uno de los usos de suelo en la finca para las diferentes épocas del año, estimando la capacidad de carga animal en cada uno de estos. Con esta información, el productor tendrá la capacidad de tomar decisiones que favorezcan los tiempos y movimientos de su hato en el área disponible de pastoreo, de forma que garantice una oferta de alimento durante todo el año.

Se sugiere que se incremente el uso de especies arbóreas dentro de los paisajes ganaderos, disponiéndolos como árboles dispersos en sus potreros, cercas vivas o en otros diseños espaciales según la especie arbórea seleccionada y los servicios que brinde y se deseen aprovechar. En este sentido, es importante poder conocer los requerimientos ecológicos de cada especie seleccionada, su dinámica de desarrollo, estructura y fenología. Por lo anterior, se recomienda que el proyecto también aporte en capacitar a los productores en la colecta, conservación, manejo y uso del material vegetal para propagación de estas especies. La siguiente o transversal actividad por seguir sería capacitarlos en temas relacionados con la planificación de fincas silvopastoriles.

La selva conservada es un recurso importante que resulta necesario destacar de las fincas visitadas, ya que se deben tener en cuenta los bienes y servicios que pueden presentar para el productor, además de los relacionados con el ganado. Por lo mismo, se sugiere programar capacitaciones y acciones que estén relacionadas con el aprovechamiento sostenible de las selvas. Para esto, existen insumos que son resultados de esta investigación, los cuales sirven como premuestreo o muestra, según cada caso, para proponer un plan de manejo forestal sostenible de estas fincas, aprovechando la cantidad de madera suficiente que garantice un beneficio para el productor, sin degradar los servicios ofertados por la selva ni la composición florística y estructural. Al mismo tiempo, asegurando que el relevo generacional de especies de interés maderable permita planificar futuras cosechas y favoreciendo el desarrollo de algunas especies de los estratos en los que se encuentra la mayor abundancia de árboles y riqueza de especies arbóreas con potencial forrajero, melífero, entre otros. También esta información es base para estimar la cantidad de carbono almacenado en el estrato aéreo de estas selvas. Facilitando para ello una línea base para futuras investigaciones con referencia de la relación de estos servicios, el manejo de las fincas y su dinámica en el tiempo.

Otro de los bienes con los que se puede aprovechar la selva son los productos forestales no maderables (PFNM); para esto es necesario identificar cuáles son los PFNM ofertados por cada tipo de vegetación y por especie. Estimar su abundancia en las selvas, su forma de extracción, la frecuencia de aprovechamiento, hasta su transformación, presentación y medios de comercialización. Con esto, los productores pueden tener un ingreso extra y generar un valor agregado a la conservación de las selvas en sus fincas.

Se recomienda que en futuros estudios se estime el umbral de carga animal en las selvas, con el que se garantice la sostenibilidad de los servicios y la diversidad de las mismas. Estas investigaciones se podrían plantear a largo plazo, evaluando las alteraciones en los indicadores de bienes, servicios y diversidad de una vegetación arbórea en particular, en función de un gradiente de carga animal. Otra alternativa con resultados a corto plazo sería estimar la capacidad de carga animal que tienen los tipos de vegetación arbórea de la zona, y este cálculo está relacionado con la cantidad de alimento disponible en las selvas y la cantidad de animales que pueden sostener sin que se degraden los recursos de la selva misma.

17. LITERATURA CITADA

- Alatríste, M.F. 2018. Contribución de la diversidad a la productividad ganadera en tres Municipios de Campeche, México. Tesis. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Alayon-Gamboa, J. A., G. Jiménez-Ferrer, G. Nahed-Toral, J y G. Villanueva-López. 2016. Estrategias silvopastoriles para mitigar efectos del cambio climático en sistemas ganaderos del sur de México. *AP Agro Productividad* 9(9): 10-15.
- Bautista, F. Morales-Garrrduza, M. López-Castañeda, A. Shirma-Torres, E. Sánchez-Hernández, R. 2017. México Classification and Cartography of Soils in The State Of. *Agroproductividad*. Vol 10, No. 12.
- Benton, T.G., Vickery, J.A. & Wilson, J.D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution*, 18: 182–188.
- Bocco, O.A., Bavera, G.A. 2001. Carga animal. (en línea). Cursos de Producción Bovina, FAV UNRC :1–4. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo_sistemas/71-carga_animal.pdf?fbclid=IwAR14SuCzACVaxo7y-bn26ALezrjGm1Dfm-a8Z1znIX_g0jq7PXwLV3977D0.
- CCPY (Estrategia de Cambio Climático para la Península de Yucatán) 2019. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ESTADO DE CAMPECHE (en línea, sitio web). Consultado 08 jul. 2019. Disponible en <http://www.ccpy.gob.mx/agenda-campeche/escenarios.php>.
- Clark, C. M., Cleland, E. E., Collins, S. L., Fargione, J. E., Gough, L., Gross, K. L., & Grace, J. B. 2007. Environmental and plant community determinants of species loss following nitrogen enrichment. *Ecology Letters*, 10(7): 596-607.
- Díaz, A; Sardiñas-López, Y; Castillo-Corría, E; Padilla-Corrales, C; Jordán-Vázquez, H; Martínez-Zubiaur, RO; Ruiz-Vázquez, ET; Díaz-Sánchez, FM; Moo-Cruz, AF; Gómez-Cruz, O; Alpide-Tovar, D; Arjona-Ruiz, MR; Ortega-García, G. 2014. Caracterización de ranchos ganaderos de Campeche, México. Resultados de proyectos de transferencia de tecnologías. *Avances en Investigación Agropecuaria* 18(2):41–61. Disponible en <http://cuentame.inegi.org.mx/impresion/poblacion/densidad.asp>
- Díaz, S., Lavorel, S., McIntyre, S., Falczuk, V., Casanoves, F., Milchunas, D.G., Skarpe, C., Rusch, G., Sternberg, M., Noy-Meir, I., Landsberg, J., Zhang, W, Clark, H. & Campbell,

- B.D. 2007. Plant trait responses to grazing – a global synthesis. *Global Change Biology*, 13: 313-341
- Dumont, B., Farruggia, A., Garel, J.P., Bachelard P., Boitier, E., Frain, M. 2009. How does grazing intensity influence the diversity of plants and insects in a species-rich upland grassland on basalt soils? *Grass and Forage Science*, 64: 92-105.
- Dzib-Castillo, B; Chantásig-Vaca, C; González-Valdivia, NA. 2014. Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. (en línea). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(1):167–178. Disponible en <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.38706>.
- Erismán, J.W., Bleeker, A., Galloway, J., Sutton, M.S. 2007. Reduced nitrogen in ecology and the environment, *Environmental pollution*, 150: 140-9.
- Espinoza, MF. 2012. Comportamiento y selectividad de bovinos en crecimiento utilizando el bosque caducifolio. *Mundo Pecuario* 8:49–59.
- Flores, J. 2010. Diversidad de especies: Leguminosas. In *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. México. p. 244-247.
- _____; Sánchez, M.C. 2010. Diversidad florística. In *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. México. p. 210-213.
- Frank, D. A. 2005. The interactive effects of grazing ungulates and aboveground production on grassland diversity. *Oecologia* 143: 629–634. Disponible en <https://experts.syr.edu/en/publications/the-interactive-effects-of-grazing-ungulates-and-aboveground-prod>.
- García-Domínguez, A; Cámara, LDC; Van der Wal, JC; Martínez, P. 2018. Biomasa en acahuals de tres unidades ecogeográficas del estado de Tabasco. (en línea). *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9(48):69–91. Disponible en <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/132>.
- García-Peniche T.B. y López-Guerrero I. 2008. Engormix Artículos técnicos de Ganadería: Cómo estimar carga animal para pastoreo continuo. *Campo Experimental La Posta, Paso del Toro, CIRGOC-INIFAP*. México. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/como-estimar-carga-animal-t27705.htm>.

- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- Gobierno Constitucional del Estado de Campeche. 2016. Primer Informe de Gobierno, Anexo Estadístico, Campeche, México. 1 ed. p 434.
- Gobierno del Estado de Campeche. 2011. Gobierno del Estado de Campeche. (en línea). s.l., s.e. 1–63 p.
Disponible en <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/12/175ProgramaEstrategicoForestaldeCampeche.pdf>.
- Gutiérrez-Báez, C; Zamora-Crescencio, P; Hernández-Mundo, S. 2012. Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Mucuychacán, Campeche, México. (en línea). Forestal Veracruzana 14(1405–7247):9–16. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49724122002>.
- INECOL (Instituto de Ecología) 2019. Antonio Acini Vásquez Aguilar: La ganadería y la pérdida de la biodiversidad (en línea, sitio web). Consultado 27 jun. 2019. Disponible en <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/845-la-ganaderia-y-la-perdida-de-la-biodiversidad?fbclid=IwAR0u2Vv0AOtIpwwBBQFWHoGvSoFXT50U71nNEKt8kiuvpxqY9NBmBzVZGxI>.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2005. Marco Geoestadístico. Consultado 19 de octubre 2018. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/>
- _____. 2017. Carta de uso de suelo y vegetación serie VI. México, Consultado 15 de octubre 2018. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/ususuelo/>.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2011. Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo. Manual de capacitación. (en línea). s.l., s.e. 47 p. Disponible en http://utep.inifap.gob.mx/pdf_s/MANUAL_AJUSTE_DE_CARGA.pdf.
- Jiménez, G. 2015. Ganadería y cambio climático: Avances y retos de la mitigación y la adaptación en la frontera sur de México. (en línea). Revista Sociedades Rurales Producción y Medio Ambiente 15 (January):52–70. Disponible en <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Jimenez-Ferreretal2016RSRPUAMX.pdf>.
- Kantún, J. 2005. Diagnóstico de la vegetación secundaria de Tixcacaltuyub, Yucatán y opciones de manejo basadas en la estructura y composición de especies. Tesis de Maestría

en Ciencias en Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma.

- Livas, C. F. 2014. Experiencias en producción de carne bovina bajo pastoreo en el trópico. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión de Ganadería Tropical (CEIEGT), Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz00g023.pdf>.
- Lizarraga-Sánchez, H; Solorio-Sánchez, FJ; Sandoval-Castro, CA. 2001. Evaluación agronómica de especies arbóreas para la producción de forraje en la Península de Yucatán. 13(6):<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/6/liza136.htm>.
- Mazzini, F; Malizia, LR. 2015. Selectividad del ganado vacuno por especies arbóreas de importancia forestal en las Yungas argentinas Discusión y Conclusión. (January 2017):s.p.
- Mendoza, J.; Kú, V. 2010. Clima. In La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. México. p. 16-18.
- Molina-Rivera, M; Olea-Pérez, R; Galindo-Maldonado, F; Arriaga-Jordán, M. 2019. Life cycle assessment of three tropical livestock systems in Campeche, Mexico: Case of study. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 22:127–141.
- Morandin, L.A., Winston, M.L., Abbott, V.A., Franklin, M.T. 2007. Can pastureland increase wild bee abundance in agriculturally intense areas? *Basic and Applied Ecology*, 8: 117-124.
- Moreno, CE; Barragán, F; Pineda, E; Pavón, NP. 2011. Reanalyzing alpha diversity: Alternatives to understand and compare information about ecological communities | Reanálisis de la diversidad alfa: Alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82(4):1249–1261.
- Mukul, S. A. and J. Herbohn. 2016. The impacts of shifting cultivation on secondary forests dynamics in tropics: A synthesis of the key findings and spatio temporal distribution of research. *Environmental Science & Policy* 55: 167–177.
- Navarro, V. 2001. Estudio florístico de la vegetación de la sierrita de Ticul en el rancho Hobonil, municipio: Tzucacab, Yucatán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. 55 p.

- Ojeda, A; Obispo, N; Canelones, CE; Muñoz, D. 2012. Selección de especies leñosas por vacunos en silvopastoreo de un bosque semicaducifolio en Venezuela. Archivos de Zootecnia 61(235):355–365.
- Olf, H. y Ritchie, M.E. 1998. Effects of herbivores on grassland plant diversity. Trends in Ecology & Evolution, 13: 261–265. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/222476928_Effects_of_herbivores_on_grassland_diversity.
- Oliver, TH; Morecroft, MD. 2014. Interactions between climate change and land use change on biodiversity: Attribution problems, risks, and opportunities. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change 5(3):317–335.
- Orellana, R; Islebe, G. 2003. “Presente, pasado y futuro de los climas de la Península de Yucatán”. Naturaleza y Sociedad en el Área Maya. (September):37–52.
- Palacio-Aponte, A.; Bautista, F.; Ortiz, M. 2010. Relieve. In La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. México. p. 8-15.
- Palma, JM. 2006. Silvopastoral system in the dry tropics of Mexico. (en línea). Arch. Latinoam. Prod. Anim 14(3):95–104.
Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/27799906_Silvopastoral_system_in_the_dry_tropics_of_Mexico?enrichId=rgreq-d2d707092cc1b770aa8614e8f093bc37-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI3Nzk5OTA2O0FTOjM5NjQzNjA0Nzk3NDQwNUAxNDcxNTI5MTI3OTAz&el=1_x_2&_esc=publica.
- Palma, P. 2009. Estructura y composición de la selva mediana subcaducifolia de Kabah y San Juan Bautista Tabí y anexa Sanicté, Yucatán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. 64 p.
- PGN (Padrón Ganadero Nacional, México) 2018. (en línea, sitio web). Consultado 21 may. 2018. Disponible en http://www.pgn.org.mx/_programs/busca-action.php.
- Pineda, N; Pérez, E. 2009. Evaluación de la selectividad animal de plantas herbáceas y leñosas forrajeras durante dos épocas en la zona alta del municipio de Muy Muy, Nicaragua. :46–50.
- Pratt, M; Rasmussen, GA. 2001. Determining Your Stocking Rate. Production. Utah State University Extension (May):1–7. Disponible en https://digitalcommons.usu.edu/extension_histall/993

- PROGAN (Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola). s.f. Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo. México, D.F., s.e. 16 p.
- PRONATURA 2018. Programa para el Desarrollo Rural Sustentable (en línea, sitio web). Consultado 20 ago. 2018. Disponible en http://pronatura-ppy.org.mx/?page_id=3939.
- Restrepo-Sáenz, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Harmand, JM; Morales, J. 2004. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 41–42(January):29–36.
- Rivera, J; Suárez, A; Ramírez, L; Salomón, A. 2016. Especies nativas con potencial forrajero y multipropósito. (en línea). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*: 356–359. Disponible en <https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap7/10Especiesnativasconpotencial.pdf>.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México). 2013. Uso del empadre corto en ganado bovino de carne. *Innovación Tecnológica para la Ganadería de Bovinos de Carne en el Altiplano Potosino, México*.
- _____ 2018. SAGARPA: Ganadería en México (en línea, sitio web). Consultado 21 may. 2018. Disponible en <https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es>.
- Sánchez-Sánchez, O., G. A. Islebe y M. Valdez Hernández. 2007. Flora arbórea y caracterización de gremios ecológicos en distintos estados sucesionales de la selva mediana de Quintana Roo. *Foresta Veracruzana* 9(2): 17- 26.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. El Ambiente en Números. Selección de Estadísticas Ambientales. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIRN). Semarnat. México, D.F., México. 70 p.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2018. Datos abiertos: Estadística de Producción Ganadera (en línea, sitio web). Consultado 15 nov. 2018. Disponible en <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>.
- Vester, H; Navarro, A. 2015. Fichas ecológicas árboles maderables de Quintana Roo. (en línea). s.l., s.e. 137 p. Disponible en <http://www.economia.gob.mx/delegaciones-de-la-se/estatales/quintana-roo#>.

- Villa, A. y Ramírez, J. 2005. Caracterización diamétrica de las especies maderables en bosques primarios del cerro Murrucucú (Tesis de pregrado, Ingeniería Forestal). Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuaria.
- Villacis, J; Harvey, C a; Ibrahim, M; Villanueva, C; Rica, C. 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica 1. 10:17–23.
- Villalobos-Zapata, G; Mendoza, J. 2010. La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 730 p.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Esquivel, H; Villanueva, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Esquivel, H. 2003. Tipologías de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica. Agroforestería en las Américas 10 No. 39:9–16.
- Wallis DeVries, M.F., Parkinson, A.E., Dulphy, J.P., Sayer, M., Diana, E. 2007. Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 4. Effects on animal diversity. Grass and Forage Science, 62: 185-197.
- Warren-Rae, H. 2018. Impulsores de deforestación y percepción de cambios de uso de suelo en paisajes ganaderos en tres municipios de Campeche, México. (en línea). s.l., s.e. 117 p. Disponible en http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/8976/Impulsores_de_deforestacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Zamora-Crescencio, P; Domínguez-Carrasco, M del R; Villegas, P; Gutiérrez-Báez, C; Manzanero-Acevedo, LA; Ortega-Hass, JJ; Hernández-Mundo, S; Puc-Garrido, EC; Puch-Chávez, R. 2011. Composición Florística y Estructura de la Vegetación Secundaria en el Norte del estado de Campeche, México. Bol. Soc. Bot. Méx 89:27–35.
- _____; Rico-gray, V; Barrientos-medina, RC; Puc-garrido, EC; Villegas, P. 2017. *Terminalia buceras*. (IV):1–20.
- Zapata, G; Bautista, F; Astier, M. 2009. Forage characterization in three soil types within a secondary vegetation silvopastoral system in Yucatan, Mexico. 47(3):257–270.