



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

RELACIÓN ENTRE ATRIBUTOS ESTRUCTURALES Y DIVERSIFICACIÓN
DE LA VEGETACIÓN CON LOS RECURSOS ALIMENTICIOS Y LA
PRODUCTIVIDAD DE GANADO BOVINO EN CONDICIONES DE TRÓPICO
SUBHÚMEDO

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS

PRESENTA

TANIA GÓMEZ FUENTES GALINDO

Tutor: Carlos González-Rebeles Islas

(FMVZ-UNAM)

Comité Tutoral: Silvia López Ortiz

(COLPOS-Veracruz)

Juan Carlos Ku Vera

(FMVZ-UADY)

Ciudad Universitaria, Cd. de Mex.,

febrero 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

A mi hija Nayeli.

A todos aquellos quienes hicieron posible concluir este proyecto.

Agradecimiento

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca para doctorado 169443/169443, al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT IT101813, IV200715) de la Universidad Nacional Autónoma de México, por el financiamiento a ésta investigación. Al Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, así como al Rancho Hobonil de la Universidad Autónoma de Yucatán por las facilidades otorgadas. También se agradece a Ignacio Alvarado, Rigoberto Ek por facilitar el espacio para llevar a cabo este estudio. A Juan Carlos Dzid y Christian Herrera por su apoyo en el trabajo de campo. Este trabajo formó parte de la tesis doctoral dentro del Programa en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Dr. Carlos González-Rebeles Islas, a la Dra. Silvia López Ortiz, al Dr. Juan Carlos Ku Vera, al Dr. Roberto Sanginés García, al Biol. Christopher de Jesús Albor Pinto, a la Dra. Ma. Teresa Pulido Salas por su apoyo, amistad y acompañamiento.

Al Dr. Salvador Flores Guido, por sus enseñanzas, orientación y apoyo.

Índice	Pg.
Capítulo 1 Introducción, objetivos e hipótesis.....	11
Capítulo 2. Revisión de la bibliografía.....	13
2.1 Seguridad alimentaria y cambio climático.....	15
2.2 Alternativas para la ganadería extensiva.....	16
2.3 Sistemas de pastoreo mejorados y agrosilvopastoriles como alternativa en la producción ganadera.....	17
2.4 Ganadería en la vegetación natural en México.....	19
2.5 Ganadería en Yucatán.....	21
2.6 Diversidad vegetal.....	22
2.7 La vegetación secundaria como forraje.....	22
2.8 La selva mediana subcaducifolia secunda.....	25
2.9 Composición química en gramíneas mejoradas y en forrajes nativos.....	25
2.10 Degradabilidad ruminal y energía metabolizable en forrajes nativos.....	28
Capítulo 3. Metodología.....	31
3.1 Localización de la investigación.....	31
3.2 Descripción de los sitios de muestreo.....	31
3.3 Infraestructura de las unidades de producción bovina.....	32
3.4 Descripción de las áreas de forrajeo.....	32
3.5 Manejo alimentario.....	33
3.6 Sanidad.....	34
3.7 Manejo de registros.....	34
3.8 Producción de leche.....	34
3.9 Evaluación del peso como indicador productivo.....	34
3.10 Estudio de la vegetación.....	35
3.11 Descripción del estudio de la vegetación.....	35
3.12 Muestreo de la vegetación.....	36
3.13 Fitomasa potencialmente comestible.....	40
3.14 Análisis nutricionales.....	40
3.15 Composición químico - nutritiva de especies forrajeras.....	40

3.16 Determinación de la degradabilidad ruminal y concentración de energía metabolizable.....	41
3.17 Análisis de datos.....	41
3.18 Análisis estadísticos.....	41
3.19. Datos complementarios.....	42
 Capítulo 4. Resultados.	 42
4.1 Registros de temperatura y precipitación pluvial.....	42
4.2 Indicadores productivos.....	43
4.3 Análisis de la vegetación secundaria.....	47
4.4 Diversidad de especies.....	52
4.5 Fitomasa potencial potencialmente comestible.....	52
4.6 Análisis nutricionales.....	53
4.7 Varianza de abundancia y forraje potencialmente comestible en una selva subtropical en lluvias y secas.....	58
4.8 Datos complementarios.....	60
 Capítulo 5. Discusión.....	 63
 Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones.....	 67
 Capítulo 7. Bibliografía.....	 69
 Anexo 1. Artículo enviado. Caracterización del componente leñoso de la selva mediana subcaducifolia secundaria en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México.....	 80
Anexo 2. Artículo aceptado (con condiciones). Dominancia, composición química – nutritiva de especies forrajeras y fitomasa potencial en una selva secundaria.....	105
Anexo 3. Localización del poblado de Catmis, municipio de Tzucacab, Yucatán.....	130
Anexo 4. Mapa y coordendas geográficas de las Unidades de Producción Bovina 1.....	131
Anexo 5. Mapa y coordendas geográficas de las Unidades de Producción Bovina 2	132
Anexo 6. Mapa y coordendas geográficas de las Unidades de Producción Bovina 3.....	133
Anexo 7. Riqueza de especies de la selva mediana subcaducifolia durante lluvias del 2013 y secas del 2014.....	134
Anexo 8. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Forestal. Herbáceas. Época de lluvias 2013.....	145

Anexo 9. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Forestal. Leñosas. Época de Lluvias 2013.....	146
Anexo 10. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Arbustiva. Herbáceas. Época de Lluvias 2013.....	147
Anexo 11. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Arbustiva. Leñosas. Época de Lluvias 2013.....	148
Anexo 12. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Herbácea. Herbáceas. Época de Lluvias 2013.....	149
Anexo 13. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Forestal. Herbáceas. Época de Lluvias 2013.....	150
Anexo 14. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Forestal. Leñosas. Época de Lluvias 2013.....	151
Anexo 15. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Arbustiva. Herbáceas. Época de Lluvias 2013.....	152
Anexo 16. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Arbustiva. Leñosas. Época de Lluvias 2013.....	153
Anexo 17. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Forestal. Herbáceas. Época de Lluvias 2013.....	154
Anexo 18. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Forestal. Leñosas. Época de Lluvias 2013.....	155
Anexo 19. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Arbustiva. Herbáceas. Época de Lluvias 2013.....	156
Anexo 20. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Arbustiva. Leñosas. Época de Lluvias 2013.....	157
Anexo 21. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Herbácea. Herbáceas. Época de Lluvias 2013.....	159
Anexo 22. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Forestal. Herbáceas. Época de secas 2014.....	160
Anexo 23. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Forestal. Leñosas. Época de secas 2014.....	161
Anexo 24. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Arbustiva. Herbáceas. Época de secas del 2014.....	162
Anexo 25. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Arbustiva. Leñosas. Época de secas del 2014.....	163
Anexo 26. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Herbácea. Herbáceas. Época de secas del 2014.....	164
Anexo 27. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Forestal. Herbáceas. Época de secas del 2014.....	165
Anexo 28. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Forestal. Leñosas. Época de secas del 2014.....	166
Anexo 29. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Arbustiva. Herbáceas. Época de secas del 2014.....	167

Anexo 30. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Arbustiva. Leñosas. Época de secas del 2014.....	168
Anexo 31. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Forestal. Herbáceas. Época de secas del 2014.....	169
Anexo 32. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Forestal. Leñosas. Época de secas del 2014.....	170
Anexo 33. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Arbustiva. Herbáceas. Época de secas del 2014.....	171
Anexo 34. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Arbustiva. Leñosas. Época de secas del 2014.....	172

Listado de cuadros

Pg

Cuadro 1. Brecha tecnológica entre sistemas de pastoreo no tecnificado y sistemas silvopastoriles tecnificados de doble propósito en el trópico mexicano.....	17
Cuadro 2. Etapas de hubche y especies vegetales clave en una selva subhúmeda de Yucatán.....	22
Cuadro 3. Valores nutricionales de forrajes nativos tropicales reportados en la literatura.....	29
Cuadro 4. Estructura de los hatos de las unidades de producción bovina en Tzucacab, Yucatán.....	31
Cuadro 5. Valores de referencia del índice de diversidad de Margalef.....	38
Cuadro 6. Cambios de peso en vacas y becerros pastando en sitios de vegetación secundaria la UPB 1 de marzo a agosto del año 2014.....	44
Cuadro 7. Cambios de peso de ganado bovino pastando en sitios de vegetación secundaria en la UPB 2 de enero a julio del año 2014.....	44
Cuadro 8. Cambios de peso de ganado bovino pastando en vegetación secundaria en la UPB 3 de enero a octubre del año 2014.....	45
Cuadro 9. Valores de importancia relativa de las especies forrajeras en la vegetación secundaria de la selva mediana subcaducifolia, en lluvias y secas en Tizimín, Yucatán.....	48
Cuadro 10. Índices de diversidad vegetal en una selva mediana subcaducifolia.....	51
Cuadro 11. Análisis químico-nutricional de las especies forrajeras en una selva mediana subcaducifolia secundaria.....	53
Cuadro 12. Relación de familias y número de especies forrajeras declaradas consumidas por el productor de la unidad de producción bovina 1	57

Listado de figuras

Pg.

Figura 1. Porcentaje de superficie ocupada por la actividad agropecuaria en los Estados Unidos Mexicanos.....	19
Figura 2. Temperatura °C promedio mensual durante los años 2013 y 2014 en Tzucacab, Yucatán.....	42
Figura 3. Milímetros de precipitación pluvial mensual acumulada durante los años 2013 y 2014 en Tzucacab, Yucatán.....	42
Figura 4. Ganancia de peso en vaquillas en la vegetación secundaria de una selva mediana subcaducifolia, Tizimín, Yucatán, 2014.....	43
Figura 5. Curva de acumulación de riqueza de especies y los modelos de Chao 2.....	46
Figura 6. Rendimiento de la materia seca de la vegetación (kg MS / ha) de las unidades de producción bovina en época de lluvias del 2013.....	51
Figura 7. Rendimiento de la materia seca de la vegetación y hojarasca (kg MS/ha) de las unidades de producción bovina en época de secas del 2014.....	52

Resumen

La ganadería tropical, se caracteriza por un bajo rendimiento productivo por hectárea y por establecimiento de pastizales, causando deterioro de servicios ecosistémicos. Ésta investigación determinó las relaciones entre la estructura vegetal, la calidad de especies forrajeras, la fitomasa potencial y el comportamiento productivo en bovinos de doble propósito, en vegetación secundaria del trópico subhúmedo, con una carga animal entre 0.10 y 0.33 Unidades Animales anuales. Se caracterizó la vegetación en comunidades con vegetación Forestal, Arbustiva y Herbácea. Se estimaron índices de dominancia, diversidad y similitud. Se analizó la composición química-nutritiva y la degradabilidad ruminal *in situ*, a especies forrajeras dominantes en la vegetación, así como la varianza de la abundancia y la fitomasa potencial. Se registraron ganancias de peso de 300 g/día en vaquillas y toretes. Se identificaron 154 especies, de las cuales, 57 se han reportado como forrajeras. La diversidad fue 6.70 (Margalef) y 3.16 (Shannon-Wiener). Dominó la familia *Fabaceae*. El menor índice de similitud de especies forrajeras fue de 0.27. La abundancia de leñosas forrajeras fue mayor en lluvias en la Comunidad Forestal ($P < 0.0001$; 52.8 ± 11.4) y en secas en la Arbustiva ($P = 0.002$; 14.80 ± 3.09). Las forrajeras dominantes de la Comunidad Forestal, presentaron altos valores nutricionales, degradabilidad ruminal (65.9–89.0%) y energía metabolizable (9.35–11.52 MJ kg/MS). Los taninos de las herbáceas en la comunidad Forestal, se correlacionaron negativamente con la degradabilidad ruminal ($P = 0.042$). La fitomasa potencial fue mayor en Herbáceas ($P < 0.0001$; 3977 ± 2299 y 2451 ± 3336 , en lluvias y secas respectivamente). La alta diversidad vegetal de especies nativas y la composición botánica, están relacionadas con una oferta de alimento de elevada calidad nutricional y a diversos niveles de taninos condensados, asociados a etapas maduras de la sucesión vegetal. La diversidad vegetal no está relacionada con una mayor oferta de fitomasa, la cual es necesario obtener de áreas en etapas tempranas de sucesión vegetal a través de las *Poaceas*.

Palabras clave: nutrientes, diversidad, vegetación nativa, ganadería.

Abstract

Livestock grazing in tropical regions is characterized for its low productivity per hectare and the introduction of exotic pastures; all in detriment of ecosystem services. With this study we determine the relationship among vegetation structure, fodder species quality, potential phytomass and productive behaviour of double purpose cattle, within secondary vegetation in the subhumid tropics; and animal density between 0.10 and 0.33 animal units per year. We characterized vegetation from forested, shrub and herbaceous communities; and estimated dominance, diversity and similarity indexes. Chemical nutritious composition and *in situ* ruminal degradability of dominant fodder species; as well as the variance of potential phytomas abundance were also studied. We registered weight gains of 300 g/day. Identified 154 vegetable species, 57 of which are reported as fodder. Diversity indexes estimated were 6.70 (Margalef) and 3.16 (Shannon-Wiener). *Fabaceae* was the dominant family. The lowest index value of fodder species similarity was 0.27. Shrubby fodder abundance was larger during the rainy season in the forested community ($P < 0.0001$; 52.8 ± 11.4) and during the dry season for the shrubby community ($P = 0.002$; 14.80 ± 3.09). Dominant fodder species presented high nutritive value, ruminal degradability (65.9–89.0%) and metabolizable energy (9.35–11.52 MJ kg/MS). Tannin concentrations were negative correlated with ruminal degradability ($P = 0.042$) in herbaceous of Forestal Community. Herbaceous species presented larger phytomass potential ($P < 0.0001$; 3977 ± 2299 and 2451 ± 3336 , during the wet and dry season respectively). High vegetation diversity of native species and botanical composition was related with a greater offer of food with high nutritious quality and diverse levels of condensed tannins; associated with late successional stages of the vegetation community. Vegetation diversity was not associated with a larger offer of phytomass; which in turn has to be obtained from *Poaceae* at early successional stages of the vegetation.

Keywords: nutrients, diversity, native vegetation, cattle.

Capítulo 1. Introducción, objetivos e hipótesis

Proveer de carne y leche a la creciente población humana, así como producir bajo condiciones climáticas y ecológicas cada vez más desfavorables, son los grandes retos de la producción ganadera en la actualidad (LEAD 2006). Se ha estimado para el año 2050 una población mundial de 9 mil 600 millones (FAO 2013a) y en México de 150 837 517 habitantes (CONAPO 2015) de habitantes; aumentando así la presión a la producción de alimentos.

Bajo los hábitos actuales de consumo y acceso a los alimentos, la demanda de carne en la población global para el año 2020, será más del doble que la actual. La demanda de cereales para consumo animal aumentará, para entonces los países “en desarrollo” serán los principales productores de carne y productos de origen animal para abastecer al mundo, y habrá mayor dependencia de granos importados. Se prevé que muchas de las pequeñas granjas quedarán fuera de la competencia y serán reemplazadas por grandes establecimientos industriales. A éste fenómeno se le denomina “Revolución pecuaria” (Delgado *et al.* 1999). La revolución pecuaria, amenaza la permanencia de los pequeños productores que se sustentan de la actividad ganadera y representan al 80 % de los productores en América Latina y el Caribe.

La búsqueda de sistemas ganaderos más productivos ambientalmente sustentables, se ha orientado hacia el uso de sistemas de pastoreo que tiendan a mejorar los servicios ecosistémicos (*e.g.* la actividad microbiana del suelo, infiltración del agua, la biodiversidad, la captura de carbono); lograr mayor conectividad con las áreas de conservación e implementar la producción (Green *et al.* 2005, Murgueitio *et al.* 2011). Es así como se han propuesto prácticas de manejo tales como utilizar forraje diversificado, mantener áreas forestales, reducir uso de agroquímicos y de quemados de terreno, hacer rotaciones, llevar registros entre otros (CONABIO 2006, LEAD 2006, IPCC 2007, Ferguson *et al.* 2013). También se ha recomendado el uso de vegetación nativa en el trópico, ya que se ha demostrado un potencial de disminución hasta del 30 % de las emisiones de metano en bovinos, debido al consumo de plantas taniníferas (Gerber 2013); así como capturar carbono (Nahed *et al.* 2013a). No obstante lo anterior, los críticos de éstas propuestas, aseguran que los mencionados sistemas limitan su productividad para mantener la diversidad, por lo que no representan una alternativa para satisfacer la progresiva necesidad de producción de alimentos frente a los sistemas intensivos tecnificados; cuestionando a su vez, su eficacia para contribuir con la conservación de la biodiversidad al representar la fragmentación de hábitats y expansión sobre vegetación remanente (Green *et al.* 2005; Phalan *et al.*, 2011).

La práctica de la ganadería extensiva se traduce a un alto nivel de transformación de los ecosistemas, mientras que las alternativas propuestas para contrarrestar dichos efectos, aún no han encontrado el límite en que un sistema de producción ganadero puede ser productivo y a la vez, promover y sostener la diversidad vegetal. Esta investigación se enfoca en conocer las relaciones entre atributos estructurales y de composición vegetal, con la calidad y cantidad de forraje, así como el desarrollo de los animales, en potreros con diferentes niveles de complejidad estructural o heterogeneidad espacial del trópico subhúmedo. El entendimiento de dichas interacciones, permitirá determinar hasta dónde una mayor diversidad y complejidad en la estructura vegetal, representan mayor acceso de nutrientes para el ganado, reflejado en términos de mejora en la producción animal. Para lo anterior, se deberán evaluar la composición botánica, densidad y diversidad vegetal, la materia seca y calidad nutricional de la fitomasa forrajera, la composición botánica de la dieta y la condición corporal en bovinos en trópico subhúmedo. Lo anterior, permitirá generar propuestas para mejorar la producción bovina en agostaderos y conservar la diversidad vegetal, rescatar el conocimiento local del uso de la vegetación forrajera, así como realizar propuestas de política pública para el sector. También aportará elementos en futuras investigaciones, incluyendo aquellas de tipo experimental.

La hipótesis afirma que en los potreros de vegetación secundaria del trópico subhúmedo se encontrará que:

- a) La diversidad vegetal está relacionada con la calidad nutricional de la comunidad vegetal.
- b) Una mayor diversidad vegetal ofrece mayor número de individuos de especies forrajeras.
- c) A mayor cantidad de forraje potencialmente comestible, mayor abundancia de especies forrajeras y mayor ganancia de peso.

Dicha relación varía en lluvias y secas.

En tanto que el objetivo general de la investigación fue determinar la relación entre las variaciones en frecuencia, densidad, cobertura y diversidad de la vegetación, con la calidad químico-nutricional de las especies forrajeras, la cantidad de fitomasa potencial; con el peso en ganado bovino, en potreros con vegetación diversa, del trópico subhúmedo, durante lluvias y secas.

Los objetivos particulares fueron:

- a) Evaluar indicadores productivos (peso) de ganado bovino.
- b) Identificar las especies que componen la comunidad vegetal de los estratos herbáceo (gramíneo y no gramíneo), arbustivo y arbóreo.
- c) Evaluar riqueza, frecuencia, densidad, cobertura, dominancia, similitud y diversidad vegetal de especies.
- d) Estimar la fitomasa potencialmente consumible.
- e) Conocer las especies vegetales consumidas por el ganado bovino
- f) Analizar la composición químico-nutricional y degradabilidad ruminal de las principales especies identificadas como forrajeras.

Capítulo 2 Revisión de la bibliografía

La tendencia en los consumidores de países desarrollados es a disminuir el consumo de carne; no obstante, se estiman 75 kg/carne/año por persona, superior a los 33 kg de los países subdesarrollados. En México se reporta un consumo de 41 kg/carne/año por persona y un consumo nacional de carne bovina de 1.855 millones de toneladas anuales (FAO 2013, SIAP 2015).

La producción de carne de res en 2014, fue de 67.8 y 1.808 millones de toneladas en el mundo y en México, respectivamente. En el año 2015, Yucatán tuvo una producción de 31 408 toneladas, ocupando el lugar número 23 de producción en el país (INEGI 2011, SIAP 2015). Las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) por parte de la ganadería, han sido monitoreadas en el marco del Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés). Se ha determinado que la ganadería origina el 14.5 % de los GEI emitidos por actividades antropogénicas en el planeta (FAO 2013). En México, el metano por fermentación entérica asciende al 5 % del total de GEI emitido (CICC 2009, SEMARNAT 2015). En tanto que la expansión ganadera ocupa el 30 % de la superficie mundial, utilizando el 22 % de la extensión agrícola, para cultivar alimento para el ganado (LEAD 2006).

A la ganadería se le atribuye la pérdida de la mitad de la cobertura arbórea del país, principalmente, por el cambio de uso de suelo para conversión a potreros. Sumado a lo anterior, se tiene que el remanente de vegetación natural con potencial ganadero, está rebasado. Dicho potencial se estima en el 47%, siendo que la ocupación ganadera es del 56% de la superficie nacional (CICC 2009, SEMARNAT 2006) Además de la deforestación y el sobrepastoreo (que

suma hasta 43% de las áreas pastoreadas), la compactación del suelo, la consecuente pérdida de fertilidad y erosión asociados a las prácticas agropecuarias, son causa de la degradación del 17.5 % de los suelos de México (SEMARNAT 2006). Lo anterior contribuye al cambio climático global, altera los ciclos biogeoquímicos y ocasiona disminución de la biodiversidad, así como de los servicios ambientales (CICC 2009, SEMARNAT 2015) Cabe mencionar que a pesar de la extensa ocupación del ganado en el territorio nacional y el impacto ecológico negativo mencionados previamente; la aportación del sector ganadero al Producto Interno Bruto (PIB), no rebasa el 3.8% (INEGI 2010, SIAP 2010).

El constante cambio de uso de suelo por conversión a potreros, sus impactos negativos al ambiente, el bajo rendimiento de carne y leche por hectárea y la pérdida de servicios ecosistémicos ocasionados por la ganadería extensiva; han llevado a la comunidad científica a plantearse un nuevo paradigma de producción, que diseñe y maneje una matriz de paisaje agropecuario para la conservación, el mantenimiento de los servicios ambientales y la adaptación a las modificaciones climáticas (FAO 2006, Murgueitio *et al.* 2011, Vermeulen 2014).

En la construcción de los nuevos paradigmas en los sistemas de producción ganadera, debe considerarse que la responsabilidad en los cambios en los sistemas de ganadería extensiva, no solo recae en los productores porque los productores son solo parte de un sistema complejo de mercado definido en gran medida por los hábitos de consumo (Leff 2004, Pollan 2008, Caparrós 2014). Por lo que es necesario modificar dichos hábitos (FAO 2013); los cuales deben dejar de responder a intereses económicos de la industria alimenticia y de la comida rápida. El consumo de productos locales y la producción orgánica han sido algunas opciones parciales y aisladas, relacionadas más con la conciencia de las personas para querer implementar cambios en sus dietas o con tener el poder adquisitivo para adquirir los sobrepuestos que conlleva los productos orgánicos certificados (Pollan 2008). Por eso la responsabilidad para lograr cambios en los paradigmas de consumo de carne y leche, también está en los científicos en nutrición humana, en los gobiernos, en las instituciones educativas y en la industria alimentaria.

2.1 Seguridad alimentaria y cambio climático

No obstante que México tiene suficiencia en la oferta alimentaria, existen 53.3 millones de personas con desnutrición asociada a la pobreza. De ahí que la problemática no radica en la oferta, sino en la carencia de acceso a los alimentos (CONEVAL 2012, Urquia 2013). Las áreas rurales del país, concentran el 80 % de la población con algún nivel de inseguridad alimentaria. Yucatán no es la excepción, casi la mitad de su población (996 900 personas) vive en condición de pobreza, cifra muy similar a la población indígena (981 490 personas) (CONEVAL 2012, INEGI 2012). Ante ésta situación y en el marco de los compromisos realizados por México ante la Organización de las Naciones Unidas (ONU), relacionados con la mitigación del hambre; el gobierno implementó la política pública “Cruzadas contra el hambre” (CICC 2009). Para lo cual, La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) implementa el programa PROSPERA, dirigido al sector en pobreza extrema. Incluye fomento productivo a los pequeños productores familiares, de traspatios rurales y urbanos (SEDESOL 2015). Por su parte, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) implementa los programas “Uso sustentable de recursos naturales para la producción primaria” y “Fomento ganadero”. Dichos programas brindan apoyos económicos, tecnológicos y de capacitación, encaminados a alcanzar la soberanía alimentaria, a través de mejorar la producción animal con enfoque sustentable (CICC 2009, SAGARPA 2012).

En lo relacionado a las políticas públicas para el cambio climático; en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; México planteó la meta de disminuir las emisiones de GEI un 30 % para el 2020 (CICC 2009). Con esta meta, los programas de SAGARPA, comienzan a evaluar indicadores de sustentabilidad como la cobertura vegetal en unidades de producción pecuaria con pastoreo extensivo, con el objetivo de mitigar las emisiones de carbono y metano por efecto de la ganadería (CICC 2009, SAGARPA 2012). Las críticas que ha recibido la política “Cruzadas contra el hambre”, van dirigidas a su sentido asistencialista y a la falta de claridad en las estrategias, además de considerarla una réplica de políticas caducas de Brasil (CIDAC 2014, CONEVAL 2015). Además, debe considerarse que el aumento en los volúmenes de producción ganadera por sí misma, no resuelve el problema de alimentación mundial ni erradica el hambre. Lo anterior, debido a que los mecanismos de acceso a los alimentos (regidos por la economía y políticas públicas), así como el tipo de consumo, exigen al sector aumentar la producción de manera permanente (Pollan 2008, Caparrós 2014). Dichos

mecanismos, hacen posible que 1 mil millones de personas vivan en condición de pobreza alimentaria, cuando se producen alimentos suficientes para abastecer a 12 mil millones (Ziegler citado por Caparrós 2012).

En relación a las políticas públicas para la mitigación de los GEI en el sector pecuario, se resalta la contradicción intrínseca que existe en el sistema económico actual donde el desarrollo se expresa mediante el aumento de la producción y en términos del Producto Interno Bruto, cuando son las mismas prácticas de producción y consumo que generan las cantidades de emisiones GEI causantes del cambio climático global (Leff 2004). De ésta manera, al igual que la política “Cruzadas contra el hambre”, las medidas de mitigación de emisiones de GEI, son paliativas, insuficientes, tardías. Están entrampadas entre seguir indefinidamente emitiendo contaminantes, generando hambre y la inmediata necesidad de mantener los servicios ecosistémicos que proveen entre otros, agua y alimentos.

2.2 Alternativas para la ganadería extensiva

Los expertos refieren la reconversión ganadera como alternativa a los impactos negativos al ambiente, ocasionados por la ganadería extensiva; donde se reemplace a los monocultivos por especies perennes, leñosas, pastos con menor requerimiento hídrico, policultivos y cultivos tradicionales (CICC 2009). También se sugiere fomentar la silvopastura con vegetación secundaria, en plantaciones forestales y frutales, cortinas rompe vientos y cercas vivas, callejones, silvopastoril intensivo y bancos de proteína y energía (Murgueitio *et al.* 2011, Nahed *et al.* 2013) Para la mitigación de emisiones de GEI, se ha planteado entre otras medidas, el consumo de forraje nativo, debido el efecto de las plantas taniníferas en la reducción de la metanogénesis ruminal mediante la disminución de la formación de hidrógeno (Gerber *et al.* 2013, FAO 2013). La implementación de alternativas de pastoreo extensivo como los sistemas silvopastoriles, si bien, no soportan alto número de especies nativas; mantienen ciertos servicios ecosistémicos (Perfecto y Vandermeer 2010) al incorporar árboles y arbustos nativos, con el fin de rehabilitar la producción de ganado y la conservación biológica del paisaje agropecuario. Los sistemas silvopastoriles intensivos, integran la combinación de árboles, en alta densidad (e.g. 10, 000 plantas por Ha), asociación de gramíneas, riego y cercas eléctricas. Logrando en algunos casos de éxito, elevar los indicadores productivos y reproductivos (Cuadro 1). Los árboles nativos de los sistemas silvopastoriles, juegan un papel importante en la adaptación y mitigación al cambio climático e incluso pueden usarse como pago por servicios ambientales

(Perfecto y Vandermeer 2010, Murgueitio *et al.* 2011, Gerber 2013, Nahed *et al.* 2013a)

2.3 Sistemas de pastoreo mejorados y agrosilvopastoriles como alternativa en la producción ganadera

La producción bovina en el trópico se caracteriza por la presencia de sistemas de doble propósito tradicionales (SDPT) o no tecnificados, basados en pastura de gramíneas nativas o introducidas/naturalizadas, sin uso de fertilizantes, riego ni cercas eléctricas. Los rendimientos son bajos y oscilan entre 253 y 488 g diarios en toretes. Lo anterior se debe principalmente, a la falta de implementación de los paquetes tecnológicos y de organización entre los productores, así como a la estacionalidad y el impacto del ambiente en la planta y en el animal (Améndola *et al.* 2005, Gallardo 2010). Los sistemas de doble propósito mejorados (SDPM) se caracterizan por la asociación de gramíneas mejoradas y leguminosas como *Leucaena leucocephala*, así como por el uso de fertilizantes. Los SDPM también pueden ser sistemas agrosilvopastoriles (ASSP) con diferentes grados de tecnificación como el uso de riego, cercas eléctricas y con uso de árboles y arbustos. Los ASSP se han manejado como una alternativa para implementar la productividad y conservar los servicios ecosistémicos, debido a que los árboles de la vegetación secundaria interactúan con las especies forrajeras y los animales en un sistema de manejo integral, incluso con especies de árboles con interés económico (Pezo e Ibrahim, 1998). De esta forma, los ASSP pueden incrementar la biodiversidad y ayudar a conectar fragmentos de vegetación primaria (Murgueitio *et al.* 2008). Asimismo, tienen el potencial de fijar cantidades significativas de carbono al suelo y en la fitomasa (Pfaff *et al.* 2000) y de incrementar la infiltración de agua al suelo (Pagiola *et al.* 2007). De esta forma podrían reducir los efectos negativos de la ganadería sobre el ecosistema y de favorecer la prestación de servicios ecosistémicos (Murgueitio *et al.* 2011). Según Murgueitio *et al.* (2011), los ASSP pueden optimizar la eficiencia de los procesos biológicos como la fotosíntesis, la fijación de nitrógeno, la solubilidad del fósforo y el mejorar la actividad biológica del suelo, reduciendo el uso de insumos. Estos autores sostienen que los ASSP, permiten interconectividad entre parches remanentes de vegetación primaria o secundaria. A lo anterior se agrega que los SSP pueden incluso aumentar la producción de leche y de carne por ha al año (Fernández 2006, Green *et al.* 2005, Murgueitio *et al.* 2011). En este sentido, los SDPM con asociación de gramíneas y leguminosas, presentaron incrementos en la ganancia diaria de peso, en la producción diaria

de leche, en el número de cabezas por ha de los agostaderos, acortamiento de intervalos intrapartos, así como aumento en las tasas de parición y de peso en animales finalizados, comparados con SDPT (ver Cuadro 1) (Améndola *et al.* 2005).

Cuadro 1. Brecha tecnológica entre sistemas doble propósito tradicional y sistema doble propósito mejorado en el trópico mexicano.

Variable	SDPT	SDPM	Diferencia (%)
No. de cabezas por ha	1.47	2.57	75
Tasa de parición, %	56	75	34
Intervalo de parición, días	649	484	-25
Rendimiento de leche l/vaca en ordeño/día	3.7	6.8	84
Ganancia de peso en los bueyes/g/día	253	758	200
Ganancia de peso en los bueyes/kg/año	118	643	445
Peso de faena, kg	403	450	12
Edad faena, meses	41	22	-46

Nota: SDPT = sistemas doble propósito tradicional (gramíneas nativas o pasturas de gramíneas introducidas/naturalizadas); SDPM = sistemas doble propósito mejorado (mayor tecnología de pasturas, como asociación gramíneas-leguminosas y fertilización).

Fuente: Améndola *et al.* 2005.

En tanto que en Chiapas y Tabasco, Nahed *et al.* (2013), encontraron en sistemas doble propósito con componentes de gramíneas introducidas y nativas con arbustivas y arbóreas nativas dispersas, tasas de parición entre el 42 y 75 %, una carga animal entre 1.4 y 2.2 unidades animales (UA) ha/año, una producción de 4.7 L. de leche al día por vaca y venta de becerros entre 8 y 10 meses de edad.

En un sentido crítico, debe considerarse que los ecosistemas con mayor diversidad y complejidad estructural de la vegetación, proveen mayores

servicios ecosistémicos, pero que bajo las prácticas de manejo convencionales pueden ser menos productivos que los sistemas tecnificados con manejo de pastos mejorados, por lo que se deben buscar formas más eficientes de manejo y resaltar los servicios ambientales que aportan (Janzen 2011, Murgueitio *et al.* 2011, Phalan *et al.* 2011); así como evaluar la viabilidad del costo de inversión y mantenimiento de los sistemas agrosilvopastoriles para los pequeños productores rurales del país.

2.4 Ganadería en la vegetación natural de México

No obstante que México está dentro de los 10 países con mayor superficie de bosques primarios (3%) y entre los países mega diversos, ha perdido la mitad de su cobertura arbórea original (CONABIO 2010, SEMARNAT 2012). Se estima que la vegetación natural abarca el 69.5 % de la superficie nacional, con diferentes niveles de sucesión. El 49.5 % de ésta vegetación natural, es primaria y el 46 % se considera agostaderos con potencial forrajero (vegetación forrajera) (CICC 2012, SEMARNAT 2012). De ésta manera, la ocupación ganadera de 56 % señalada previamente, rebasa a la superficie de agostaderos; lo cual se explica por la ocupación de ganado en pastizales naturales e inducidos y en superficie no apta para ganadería. Es relevante mencionar que los pastizales naturales, inducidos y cultivados suman 9 793 554 Ha. La distribución de los pastizales naturales está claramente definida. Se extiende desde el Altiplano a lo largo de la base de la Sierra Madre Occidental desde el noroeste de Chihuahua hasta el noreste de Jalisco y zonas vecinas de Guanajuato e incluye también el extremo noreste de Sonora. La distribución de los pastizales inducidos, es difícil diferenciarla de los pastizales cultivados (INEGI 2009, SEMARNAT 2015). La expansión de pastizales inducidos o cultivados, representa el reemplazo de vegetación natural por especies gramíneas y leguminosas mejoradas, la introducción de especies exóticas a las comunidades y la simplificación de la complejidad de la vegetación, con la consecuente pérdida de diversidad y servicios ecosistémicos (Challenger *et al.* 1998, Murgueitio *et al.* 2011, Perfecto *et al.* 2010).

La ganadería en México se ha basado en el aporte de los forrajes de los agostaderos, los esquilmos agrícolas, las praderas cultivadas, así como en los cultivos forrajeros. De la producción forrajera nacional, el 29.3 % es producida en agostadero, el 41.9% en las praderas, el 4.9% es producido por cultivos forrajeros y el 23.9%, es obtenido de los esquilmos agrícolas (Villegas *et al.* 2001). Las praderas cultivadas han resultado una alternativa para abaratar costos de producción en los ranchos ganaderos, por la calidad, cantidad, corto tiempo de establecimiento y buena aceptación por el ganado de los pastos

seleccionados, pero con la dificultad de adaptación en ciertos climas y suelos (Villegas *et al.* 2001, Améndola *et al.* 2005, Gallardo 2010). Siendo que la forma más común y económica de alimentar al ganado en el país, es con la vegetación natural de los agostaderos, existe dependencia a la estacionalidad (Villegas *et al.* 2001).

La actividad ganadera está definida conforme las eco regiones del país (Améndola *et al.* 2005). Se considera una eco región a un área geográficamente distintiva, la cual contiene a un conjunto de comunidades naturales que comparten gran parte de sus especies, condiciones ambientales y dinámicas ecológicas (Dinerstein *et al.* 1995). Las eco regiones ganaderas de la superficie nacional se resumen en: Grandes planicies (abarca la porción norte de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas); Desiertos de América del Norte (Baja California y la parte norte-centro de México); California mediterránea (la porción de clima mediterráneo de Baja California); Elevaciones semiáridas meridionales (se caracteriza por paisajes compuestos por colinas, valles bajos y planicies de los estados del norte, oeste y centro del país); Sierras templadas (comprende la región de las zonas montañosas, dominan los bosques de coníferas y de encinos); Selvas cálido-secas (colinda con las Sierras templadas, se presenta de manera discontinua a lo largo del territorio mexicano, incluyendo el norte de la Península de Yucatán y la franja sur de la Península de Baja California); Selvas cálido-húmedas (desde el norte de Veracruz en la Planicie Costera del Golfo hasta la Península de Yucatán y las porciones bajas de la Sierra Madre de Chiapas, así como en la Planicie Costera del Pacífico) (García y CONABIO 1998a, García y CONABIO 1998b, García y CONABIO 1998c).

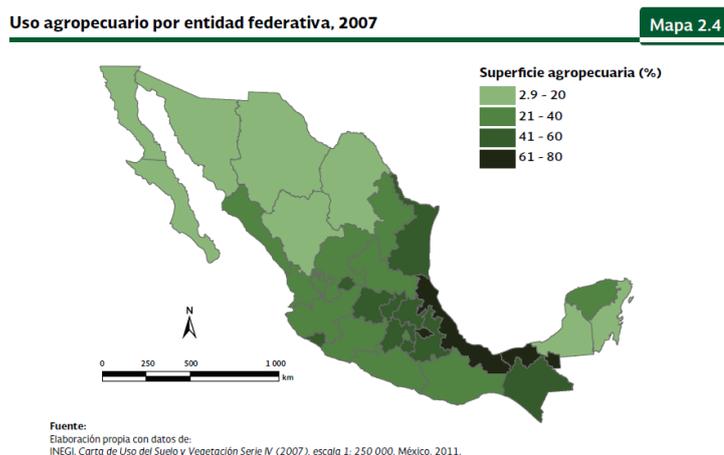


Figura 1. Porcentaje de superficie ocupada por la actividad agropecuaria en los Estados Unidos Mexicanos. Fuente: SEMARNAT 2012 (vigente del 2007).

El inventario bovino nacional, asciende a 32 504 461 cabezas. El trópico alberga al 63.5 % del hato y cuenta con la mayor superficie ganadera (Figura 1) (SEMARNAT 2012, SIAP 2015). El sistema de producción dominante en la región tropical es el doble propósito (DP), presente en el 60 % de unidades de producción ganadera (COLPOS 2003, CICC 2009, Gallardo *et al.* 2010, SIAP 2015). En cuanto a la distribución de la producción bovina de carne en el país, el 33% se localiza en las regiones áridas y semiáridas. La región templada aporta el 31.6%. El trópico húmedo y seco, el 35.4%. En éste último son características las razas cebuínas y cruza con razas europeas, convirtiéndose en el proveedor de becerros para engorda y finalización en corrales nacionales y de carne en canal para el abasto (Villegas *et al.* 2001, SAGARPA 2006, SIAP 2010).

2.5 Ganadería en Yucatán

Yucatán cuenta con una superficie de 39, 612.2 km², de los cuales 5.7 % está ocupado por actividades agrícolas; 17 % por pastizales; 35 % por selva y el 39 % por vegetación secundaria (INEGI 2012). Las prácticas agropecuarias de roza, tumba, quema entre otros, han impactado la vegetación natural (Flores y Espejel 1994). En relación al porcentaje de territorio ocupado por bovinos, se reporta entre el 30% y el 60.6% (Osorio 1999, SEMARNAT 2006). El inventario bovino es de 593 425 cabezas de ganado y una producción de 31 408 toneladas de carne en canal (SIAP 2014 y 2015). Las prácticas agropecuarias de roza, tumba y quema, han favorecido la presencia de diferentes etapas de sucesión secundaria en la vegetación (Flores y Espejel 1994).

El municipio de Tzucacab, se encuentra en la región sur del estado y está clasificado como de muy alta marginación. Se calcula que en el municipio existen 250 productores ganaderos, con un rango aproximado entre 20 y 30 cabezas de animales cada una, para venta de carne y cría. El alimento de los animales depende de las lluvias, por lo que en época de secas hay escasez, pérdidas económicas e incluso la muerte de los animales. A lo anterior se suma la falta de asesoría técnica y recursos económicos para enfrentar problemas como brucelosis y tuberculosis (PROFEMOR 2005). El municipio de Tzucacab reportó una producción de 228, 000 litros de leche (INEGI 2010). Un inventario de 15, 062 cabezas de ganado bovino y 316 toneladas de carne en canal (INEGI 2011).

2.6 Diversidad vegetal

La biodiversidad se define como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente (incluye la diversidad vegetal), los ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. La biodiversidad se relaciona directamente con la diversidad de estructura y procesos de los ecosistemas, que generan y mantienen los suelos, permiten la captación y reciclamiento del agua y la regulación del clima, entre muchos otros procesos que soportan la vida en el planeta (servicios ambientales). Es por esta razón que la biodiversidad se considera la clave de la conservación (CDB 1992, FAO 2007). México participa en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB 1992), donde adquirió el compromiso de conservar y promover el uso sustentable de su biodiversidad. Para tal fin, implementó la Estrategia global para la conservación vegetal (GSPC; por sus siglas en inglés); donde se propone detener la pérdida de la diversidad vegetal mediante su conservación, restauración y uso sustentable. De esta manera, el uso sustentable de la vegetación secundaria como recurso forrajero, cobra importancia en la conservación de los servicios ambientales, así como en los compromisos internacionales establecidos por México.

2.7 La vegetación secundaria como forraje

La sucesión secundaria es la recuperación de una comunidad vegetal pre existente, que fue alterada por algún disturbio natural o antropogénico, como fuego, herbivoría o actividades culturales. A menudo persiste un legado biológico como un banco de semillas en el suelo. A través del tiempo, la sucesión tiene variaciones en la abundancia de las plantas y en la composición botánica, los estadios jóvenes de sucesión se caracterizan por especies con poca tolerancia a la sombra y por ser tolerantes al pastoreo. En el modelo de sucesión progresiva, posterior al disturbio y con el paso del tiempo, la vegetación incrementa la diversidad de especies, incrementa la complejidad, aumenta la biomasa. Las etapas maduras de sucesión vegetal, tienden a la estabilidad florística (Glenn-Lewin et al, 1992; Villegas et al, 2001).

En Yucatán, la vegetación secundaria es aprovechada por las comunidades indígenas en las actividades agrícolas y para servicios de aprovisionamiento, la cual han sido ampliamente descritas a través de la etnobotánica y la etnobiología (González *et al.* 2014). El estudio del uso forrajero en la

vegetación secundaria, aún es incipiente y las aproximaciones han sido enfocadas principalmente a las descripciones nutricionales de árboles y arbustos de interés forrajero y al comportamiento trófico de rumiantes domésticos (Velázquez *et al.* 2010, Avilés *et al.* 2007, Caamal 2008, Flores y Bautista 2012, González *et al.* 2014a).

La composición botánica y estructura de la vegetación secundaria es muy característica y es conocida por las comunidades mayas de manera general como “hubche”. El hubche agrupa diferentes unidades ambientales según la etapa seral, a partir de la última cosecha agrícola hasta la selva. Se distinguen entre sí por la composición de la comunidad vegetal, estructura, altura, especies clave, y edad del disturbio, (González *et al.* 2014). Cada etapa seral incluye información clave para reconocer umbrales de manejo (Cuadro 2). Las actividades productivas más comunes del hubche son: colecta de leña, colecta de madera, recolecta de especies vegetales, corte de guano, cacería, apicultura y reforestación (González *et al.* 2014). De ésta manera, el hubche representa una fuente de forraje para el ganado bovino que ha sido utilizado por los pequeños productores indígenas.

En otras regiones ecogánaderas del país, las áreas de vegetación secundaria aprovechada por el ganado son conocidas como “acahual” o “agostaderos”. La composición botánica es diferente al hubche y dominan plantas como el huizache (*Acacia* spp) u otro tipo de especies como el mezquite (*Prosopis* spp.).

Cuadro 2. Etapas de hubche y especies vegetales clave en una selva subhúmeda de Yucatán

Etapa	Especie clave
Sak'aab (2 a 3 años)	Tajonal (<i>Viguiera dentata</i>)
Sak'aab hubche (-5 años)	Bejucos
Hubche (5 a 8 años)	Guano (<i>Sabal mexicana</i>), Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i>)
Ka'anal-hubche' (8-15 años)	Tsalam (<i>Lysiloma latisiliquum</i>), cha'ka (<i>Bursera simaruba</i>)
Kelenche (16-30 años)	Zapote (<i>Manilkara zaptoa</i>), pich (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)
Ka'anal k'aax (30-50 años)	Bojon (<i>Cordia</i> sp), chit (<i>Thrinax radiata</i>)
Suhuy K'aax Noj Káax (>50 años)	pa'sak (<i>Simaruba glauca</i>)

Fuente: González *et al.* 2014a

Los indígenas mayas productores de ganado en Mesoamérica; cuentan con un antecedente mayor a 3 000 años de uso tradicional de los recursos naturales, manejo y domesticación de plantas (Faust 2001); por lo que también juegan un papel importante en la conservación de recursos naturales, en el ingreso y alimentación indígena (Jiménez 2008, Ellis y Swift 1988). La población rural marginada y los pequeños productores, son más vulnerables al cambio climático y a la inseguridad alimentaria por depender directamente del ciclo del agua y estar expuestos a las variaciones de temperatura y fenómenos meteorológicos. De la misma forma, los bovinos en el trópico también son más vulnerables, debido a la exposición cada vez mayor a las altas temperaturas y radiación solar, a las sequías prolongadas y la consecuente falta de agua y forraje que ocasionan pérdidas económicas e incluso, la disminución del hato nacional (SAGARPA 2012, Vermeulen 2014). Además, mitigan la pobreza, conservan la biodiversidad, capturan bióxido de carbono y los bovinos emiten menores cantidades de metano debido al efecto de las plantas silvestres sobre la población microbiana ruminal (FAO 2014, Gerber *et al.* 2013).

Se ha encontrado que las características de la estructura de la vegetación secundaria se relacionan con el rendimiento y la calidad nutricional. Es así como un mayor o menor rendimiento de la vegetación nativa en agostaderos, se debe a la composición botánica; debido a que existen especies dificultosas de restaurar y a que cuando hay mayor presencia de especies preferidas, el ganado las consumirá con mayor frecuencia ocasionando la disminución del tejido vegetal, de la densidad y eventualmente su desaparición; permaneciendo otras plantas no palatables lo cual a la larga ocasionará disminución del rendimiento forrajero (Aguado 1994, Holechek *et al.* 1987).

En relación al promedio de rendimiento de la materia seca de la vegetación secundaria con potencial forrajero en México, se reporta lo siguiente: menos de 500 kg/MS/ha/año, en el 76 % de la superficie con vegetación forrajera; entre 500 y 2 000 kg/MS/ha/año, en el 14 % y mayores a 2 000 kg/MS/ha/año, solo se encuentra en el 10% de dicha vegetación forrajera. En tanto que el rango promedio de capacidad de carga animal oscila entre 0.0125 a 1.25 UA/ha/año a lo largo del país. En el trópico se reporta un rango de carga animal de 0.08 a 0.5 UA/ha/año en vegetación natural (Améndola *et al.* 2005, CICC 2009) y el rendimiento de la vegetación secundaria oscila entre 821 hasta 2 000 kg MS / ha / año (CICC 2009, Escamilla, 2005).

En la Península de Yucatán se han cuantificado 196 especies forrajeras para ganado bovino, porcino y ovino; de las cuales, 36 especies son utilizadas por el ganado bovino. Estas especies pertenecen principalmente a las familias *Fabaceae* y *Pocaceae* (72 y 29 especies respectivamente), seguidas por las

familias *Convolvulaceae* (8), *Solanaceae* (7), *Asteraceae* (6), *Malpighiaceae* (6), *Malvaceae* (6), *Nyctagenaceae* (5), *Verbenaceae* (5), *Amaranthaceae* (5) y otras con menor importancia (Flores y Bautista 2012).

La vegetación secundaria en las regiones tropicales tiene potencial para la producción animal, sin embargo, todavía se requiere un mayor conocimiento de su composición, su aporte a las especies de ganado de acuerdo a estados fisiológicos, y las relaciones que puede haber entre la estructura y composición de las especies con el comportamiento y la productividad del ganado a través del tiempo.

2.8 La selva mediana subcaducifolia secundaria

Los bosques tropicales han sido transformados por actividades antropogénicas, creando un extenso sistema de paisajes secundarios que almacenan parcialmente la diversidad original (Gibson *et al.* 2011). Esta conversión de la vegetación a un estadio secundario genera efectos negativos como cambios en la composición florística, aumento en la susceptibilidad a la invasión de especies exóticas que reemplazan a las nativas, así como reducción de las tasas de captura de carbono (Bajo la categoría de vegetación secundaria se contemplan las comunidades naturales de plantas que se establecen como consecuencia de la destrucción total o parcial de la vegetación primaria o clímax, con una fisionomía y composición florística muy diferente a la original (Gómez y Vázquez 1985; Brown y Lugo 1990). En México la superficie ocupada por la vegetación secundaria es considerable, sobre todo en las regiones de clima húmedo y semihúmedo (Rzedowski, 1978), ocupando aproximadamente 45% del territorio nacional (González, 2004).

2.9 Composición química en gramíneas mejoradas y forrajes nativos tropicales

La eficiencia en los sistemas de producción ganadera basados en forrajes, como sucede en el trópico; depende de factores como el consumo voluntario, la composición química de los alimentos, la eficiencia del animal en su utilización, así como de la disponibilidad de proteína y energía del alimento (Nelson y Moser 1994). La disponibilidad de nutrientes en el alimento se determina mediante su composición química en cuanto a las concentraciones de sus componentes y puede limitar la extracción de substratos a los microorganismos ruminales; mediante las interacciones de los componentes del alimento, con la lignificación y otros factores de protección como la presencia de inhibidores (Van Soest 1993). Se considera que un forraje tiene alta calidad cuando tiene aproximadamente 70% de digestibilidad in Vitro de la

materia seca, menos de 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15% de proteína bruta (Di Marco 2011)

Los pastos nativos tropicales (como *Paspalum notatum*, *P. conjugatum*, *Axonopus affinis*) se caracterizan por un bajo contenido en proteína total y alto porcentaje en pared celular, disminuyendo la digestibilidad de la materia seca, haciéndolos poco productivos, ya que los nutrientes son tomados del suelo a tasas más lentas en comparación con las pasturas introducidas, aunque las primeras tienden a persistir a lo largo del tiempo (Pérez *et al.* 2001, Améndola *et al.* 2005). La dificultad de encontrar pastos de calidad en el trópico, se debe a las características de ubicación y condiciones climáticas donde en la época de sequía se limita la producción forrajera (Gallardo 2010). Por lo anterior, la investigación científica en producción de forrajes tropicales, busca especies vegetales que se adapten a la sequía, a las plagas, que brinden aportaciones nutricionales, materia seca suficientes y accesible para ser productivos (Améndola *et al.* 2005, Gallardo 2010). Para lo cual se ha optado por introducir pastos con mayor porcentaje de proteína, degradabilidad, mayor resistencia a la falta de agua y a las plagas de la región, así como resistencia a mayores cargas animales y rotaciones, tal como han sido los casos de los pastos de origen africano *Digitaria eriantha* (antes conocido como Pangola) y Estrella (*Cynodon nlemfuensis* - *Cynodon plectostachyus*), ambos pastos muy susceptibles a la plaga de mosca pinta o salivazo (*Aeneolamia postica*). A partir de los años ochenta, se comienza a trabajar con los los géneros *Brachiaria*, *Panicum* y *Andropogon*, en asociación con las leguminosas como *Arachis*, *Clitoria* y *Leucaena*, como fuente de proteína cruda (Lascano *et al.* 2002, Améndola *et al.* 2005, Risso *et al.* 2005, Avellaneda *et al.* 2007).

En cuanto a la utilización de forrajes nativos como alternativa a los pastos mejorados, se ha encontrado que una mayor diversidad y riqueza de especies representan mayor oferta forrajera con distinta calidad nutricional y mayor cantidad de proteína cruda. Lo cual dependerá de la especie, su madurez y condiciones de crecimiento. De ésta manera las plantas anuales, pueden incrementar el valor nutritivo en la madurez, a través del almacenamiento de nutrientes en las semillas (Van Soest 1982, Sús *et al.* 2007).

Uno de los nutrientes más abundantes en forrajes y cereales, son los carbohidratos, al constituir entre el 50 y el 80 % de su materia seca. Los pastos tropicales pueden contener como carbohidratos estructurales, entre 30 y 40 % de celulosa y el mismo porcentaje de hemicelulosa, mientras que la alfalfa contiene entre 20 y 35 % de celulosa y entre 8 y 10 % de hemicelulosa. La celulosa es el carbohidrato más abundante en el mundo, la mayor porción en la estructura de la pared celular de la planta y la principal substancia fibrosa. La

digestibilidad de la hemicelulosa está relacionada con el de la celulosa y negativamente con la lignificación. En tanto que la lignina es una clase de polímero de fenilpropano con grupos metoxílicos, con alto peso molecular que limita la disponibilidad de carbohidratos para la digestión de microorganismos y añade rigidez estructural a la pared celular (Van Soest 1982).

La fibra es uno de los componentes más importantes de los forrajes por su efecto en la calidad nutritiva de los mismos. La calidad nutricional de la fibra depende de su estructura y enlaces químicos, como la asociación de carbohidratos estructurales, celulosa, hemicelulosa y lignina. Los cuales se relacionan con el acceso al contenido celular de los nutrientes tales como el azúcar, almidón, proteína, ácidos orgánicos y lípidos. Por lo que resulta irreal, considerar que la fibra se relacione directamente con su valor nutricional (Van Soest 1982). Por lo anterior, el análisis de la fibra se basa en su grado de digestibilidad, de ésta manera se estableció la clasificación en 1) Digestible, se refiere al contenido celular. 2) Parcialmente digestible, incluye carbohidratos estructurales, celulosa y hemicelulosa, con digestibilidad variable. 3) Indigestible: ligninas y cutinas (Van Soest 1982). Un método para evaluar el contenido de fibra en el alimento, es la fibra detergente neutra. Consiste en rescatar el residuo remanente después de la digestión en una solución detergente. La fibra residual es predominantemente hemicelulosa, celulosa y lignina (A200 y A 2001). Es considerada como un limitante físico de consumo del alimentos (Bakker s/f) y es utilizada como predictor de digestibilidad de los alimentos. Basado en estadísticas (Ayala *et al.* 2006) sobre los valores nutricionales de forrajes nativos en trópico, se han reportado rangos entre 32% y 59% de fibra detergente neutra (FDN) (Cuadro 3). Con base al rango del *Pennisetum purpureum* que contiene entre 40 y 60 % de FDN (Shalemborg *et al.* 2014), se considera a los forrajes nativos con un valor de FDN bueno.

Al igual que la lignina, las plantas utilizan otros tipos de polifenoles como protección y defensa contra la herbivoría, como los compuestos secundarios (Ramos *et al.* 1998). En la vegetación secundaria, existe una gran diversidad de compuestos secundarios entre los que se encuentran los taninos (Gerber 2013) Los taninos son resistentes a la degradación hidrolítica del rumen. Los enlaces proteicos se rompen con los ácidos gástricos del abomaso. Además, los taninos en plantas silvestres tienen inhibidores celololíticos, ausentes en la mayoría de forrajes domesticados por lo que protegen a la proteína de la degradación ruminal (Van Soest 1982). Ciertos taninos pueden producir intoxicaciones subagudas e incluso producir la muerte, como los contenidos en las hojas de *Acacia angustissima* y *Quercus coccifera*, en los frutos de *Acacia nilotica*, *Terminalia oblonga* F. Muell., *Clidemia hirta* (L.) D. Don y hojas y bellotas verdes de *Quercus* spp. Los taninos también pueden disminuir

parásitos intestinales y disminuir las emisiones de metano (Mueller 2006, Gerber 2013). Las concentraciones de taninos en plantas forrajeras nativas, oscilan desde valores no detectables (ND), hasta 5.25 % antes de comenzar a afectar el complejo tanino-proteína e incluso, generar efectos tóxicos mencionados anteriormente (Barry 1999, Hervás 2003)

Otro elemento importante en la dieta de los rumiantes es la proteína, la cual en alimentación de rumiantes, se evalúa como proteína verdadera (amino ácidos contenidos en cadenas polipéptidas) y nitrógeno no proteico (amidas, nitratos, ciertas vitaminas, urea amino ácidos individuales). El análisis de proteína cruda determina el contenido de nitrógeno en los alimentos (Ayala *et al.* 2006). Se ha encontrado que los arbustos nativos forrajeros tienen valores altos de proteína, con rangos entre 11% al 38% (Cuadro 3).

Si bien existen estudios en el trópico, sobre selección de forrajes y las características nutricionales de forrajes tropicales nativos (Ayala *et al.* 2006, Avilés *et al.* 2007, Caamal 2008, Flores, Bautista 2012, González *et al.* 2012), se desconoce la importancia que tienen las especies forrajeras, en la estructura de la selva tropical secundaria consumida por bovinos; así como su potencial forrajero, lo que deriva en un gran desconocimiento de cómo aprovechar la vegetación secundaria como forraje en los trópicos.

2.10 Degradabilidad ruminal y energía metabolizable en forrajes nativos

La degradabilidad ruminal es un indicador de la disponibilidad de la energía y la proteína del alimento para el animal. Hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el rumen. Existen diferentes técnicas para analizar la degradabilidad ruminal. La degradabilidad de la materia seca *in situ* a las 48 hrs, se puede estimar por medio de muestras de alimento contenido en bolsas de nylon introducidas en el rumen, en animales fistulados (Barnes 1979, Bhargava y Ørskov 1987, Ørskov *et al.* 1980, Van Soest 1982, Ayala *et al.* 2006). Los factores ambientales tales como las condiciones de crecimiento, edad, suelo, clima, animales, enfermedades y plagas; afectan la composición química de la planta, así como su degradabilidad. Las plantas evolucionaron para protegerse de dichos factores mediante mecanismos de almacenamiento de nutrientes y mediante la resistencia estructural como la lignina y compuestos secundarios. Los efectos en la calidad de los forrajes pueden ser positivos como mayor degradabilidad con mayor exposición a la luz o negativos como menor degradabilidad por lignificación a causa de altas temperaturas (Van

Soest 1982). En cuanto a las gramas, en época de inflorescencia, la degradabilidad puede aumentar hasta en un 70 % (Monjardino 2010).

Referente a la degradabilidad de la materia seca (DMS) de especies nativas en la Península de Yucatán, Caamal (2008) señaló que ésta se desconoce en la mayoría de los forrajes nativos. No obstante, algunos autores reportan valores que fluctúan del 15.5 % al 68.8 % de degradabilidad de la materia seca (Cuadro 3) (Ayala *et al.* 2006, Caamal 2008, Flores y Bautista 2012).

Tanto los análisis de contenido de nutrientes, como de degradabilidad y la estimación de energía metabolizable; pueden ser un indicador potencial del rendimiento de los animales (Monjardino *et al.* 2010). Al respecto, se han reportado valores energéticos en arbustivas de sistemas agrícolas secos, entre 7 y 9 MJ/kg (Monjardino *et al.* 2010). Bhargava y Ørskov (1987) presentan datos de rastrojo con un rango de 6.51 a 9.19 MJ/kg/MS. Mientras que *Leucanea* nativa de Yucatán, 12.27 MJ/kg/MS (Ayala *et al.* 2006). Los métodos comunes para estimar la EM en la literatura revisada han sido por gas *in vitro* medido con bomba calorimétrica; estimaciones a partir de la FDA, del total de nutrientes, de la digestibilidad de la materia orgánica, restando la ceniza.

Las especies forrajeras nativas que consume el ganado bovino en el trópico, se caracterizan por su alto contenido proteico y gran variabilidad en contenido y DMS. Los reportes de DMS y EM son incipientes (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores nutricionales de forrajes nativos tropicales reportados en la literatura

Espece	FDN %	PC %	DIVM S %	DMS %	EM MJ/kg/MS	Bibliografía
<i>Acacia ehrenbergiana</i>	-	-	62	-	9.3	Elseed <i>et al.</i> 2002
<i>Acacia penatula</i>	59	12.5	-	61	-	Ayala <i>et al.</i> 2006
<i>Acacia seyal</i>	.	-	51.7	-	7.2	Elseed <i>et al.</i> 2002
<i>Atriplex nummularia</i>	-	18	72	-	-	Wilson-Harrington 1980
<i>Bahunia divaricata</i>	49.22	16.97		-	-	Zapata <i>et al.</i> 2009
<i>Bahunia ungulata</i>	42.4	13.2	-	68	-	López <i>et al.</i> 2007
<i>Bursera simaruba</i>	44.8	12.6	-	-	-	López <i>et al.</i> 2007
<i>Ehretia tinifolia</i>	65.7	15.7	-	-	-	Avilés <i>et al.</i> 2007
<i>Guazuma ulmifolia</i>	45.1	18.1	-	-	-	Avilés <i>et al.</i> 2007
<i>Leucoena leucocephala</i>	12.4	31		79.2	12.27	Ayala <i>et al.</i> 2006

A manera de conclusión de la revisión de la bibliografía, se plantea que el problema nacional de la producción de carne y leche, se relaciona entre otros, con el deterioro ambiental derivado del tipo de prácticas ganaderas dominantes (deforestación para establecimiento de potreros y erosión por sobrepastoreo). Los sistemas productivos que buscan conservar los servicios ecosistémicos, pueden ser menos productivos que los sistemas tecnificados con manejo de pastos mejorados, por lo que se deben buscar las compensaciones de los beneficios ambientales que aportan dichas alternativas, así como evaluar la viabilidad del costo de inversión y de su mantenimiento.

Por otro lado, debido a que la disponibilidad de nutrientes, el análisis del contenido de nutrientes, la degradabilidad y la estimación de energía metabolizable, pueden ser indicadores potenciales del rendimiento de los animales y debido a que una mayor diversidad y riqueza de especies representan mayor oferta forrajera con distinta calidad nutricional y mayor cantidad de proteína cruda, los sitios con mayor riqueza y diversidad de especies forrajeras nativas, podrían estar relacionadas con un mejor rendimiento en los animales.

Capítulo 3. Metodología

3.1 Localización de la investigación

La investigación se realizó durante los años 2013 y 2014, en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México (Anexo I), entre las coordenadas 19° 55' 823" y 20° 00' 873" latitud norte y 88° 57' 818" y 89° 02' 580" latitud oeste, con 165 msnm de altitud promedio. El suelo es de origen kárstico, caracterizado por la presencia de Leptosol, Cambisol y Luvisol (Flores y Bautista 2005). El clima es cálido subhúmedo (A_{w0}) (García 2004). La temperatura media anual durante el año 2015 fue 27.5 °C y la precipitación anual acumulada 1 210 mm (CONAGUA 2015). Se consultaron los registros mensuales de temperatura y precipitación de la base de datos de la estación meteorológica de Tantakín, Tzucacab, Yucatán de los años 2013 y 2014. El tipo de vegetación es selva mediana subcaducifolia secundaria (Flores y Espejel 1994, Zamora *et al.* 2009).

3.2 Descripción de los sitios de muestreo

Se trabajó en tres diferentes unidades de producción bovina (UPB) identificadas como 1, 2, y 3, dentro de un radio de 5 y 15 km. Las UPB fueron de doble propósito (*Bos taurus* x *Bos indicus*), con una población conformada en su mayoría (75 - 85 %) por vacas. La conformación del hato por cada UPB se muestra en el Cuadro 6. El criterio de selección de dichas UPB, consideró a la vegetación secundaria con presencia de árboles y arbustos; así como la

utilización de la misma como fuente principal de alimentación del ganado a lo largo de todo el año.

Cuadro 4. Estructura de los hatos de las unidades de producción bovina en Tzucacab, Yucatán.

Unidad de producción	Inventario (Número de animales)				
	Vacas	Toros	Vaquillas	Becerros	Toretas
1	38	1	7	2	0
2	18	1	8	3	0
3	74	4	7	7	4

3.3 Infraestructura de las unidades de producción bovina

Las UPB incluidas en la investigación se caracterizaron por tener diferentes grados de tecnificación. Contaron con un área de corrales con sombra, comederos, bebederos, manga de manejo y rampa de embarque, pozo y bomba de agua. Había cerca perimetral y las áreas de forrajeo podían o no estar divididas. La UPB 1 se distinguió por una rústica sala de ordeña manual y la UPB 3 tenía baño garrapaticida de inmersión.

Dentro de las áreas de forrajeo había depresiones en el suelo o en superficies de piedra, que en época de lluvias formaban depósitos naturales de agua (sartenejas y aguadas), por lo que el ganado no siempre acudía a los corrales en búsqueda de agua y podía quedarse hasta siete días en los potreros. En época de secas, al acabarse el agua en las depresiones del suelo mencionadas, los animales se trasladaban a los corrales de manejo en busca de agua en los bebederos. En ésta época, suelen pasar la noche en los corrales.

3.4 Descripción de las áreas de forrajeo

La superficie y carga animal de las UPB 1, 2 y 3, fueron 130 y 0.33; 108 y 0.19 y 800 y 0.10; hectáreas y unidades animales (UA) / ha / año respectivamente. En este estudio se consideró una UA equivalente a una vaca de 450 kg seca o con su cría menor a 6 meses de edad o su equivalente, que consume alrededor de 12 kilogramos de materia seca de forraje al día a lo largo del año (Global Rangelands 2016). El tamaño de los potreros osciló entre 10 y 40 ha.

Las áreas de forrajeo se distinguieron por tener diferentes estados de sucesión vegetal, mismos que se describen en el apartado 3.10. Las gramíneas se encontraron principalmente en la comunidad herbácea (CH), siendo que la UPB 1 contaba con 8 ha para el forrajeo en lluvias y secas, donde dominó *Ischaemum rugosum*, una gramínea invasora y maleza del arroz de importancia cuarentenaria (NOM-43-FITO-1999), reportada por CICY (2014) y por el productor, como forrajera. En la UPB 2 no hubo CH, en su lugar solo contaba con 2 ha de *Pennisetum purpureum*, utilizado como forraje de corte. El productor reportó no aplicar riego ni fertilizante al cultivo y un rendimiento de 30 T MS/ha, similar al reportado por Calzada *et al* (2014). La UPB 3, contó con 36 ha de pastizal degradado o enmontado de *Panicum maximum* durante época de lluvias del año 2013, el cual fue convertido a cultivo de maíz (*Zea mays*) en época de seca de 2014.

3.5 Manejo alimentario

La alimentación del hato se basó en la vegetación secundaria de la selva mediana subcaducifolia a lo largo del año, y suplementación con gramíneas e incluso con sal mineral y concentrada de las vacas de ordeña (como preparación para alguna feria ganadera). Los animales solían tener libre acceso a los potreros. En ocasiones eran dirigidos por el productor, a potreros más lejanos en búsqueda de forraje disponible. Los productores declararon que en época de secas, los animales consumían vainas, frutos y hojarasca caídos de los árboles. En las UPB 1 y 3, los animales fueron conducidos a criterio de los productores, hacia el área de pastizal. En la UPB 2, el productor cultivó y cortó el pasto para ofrecerlo como suplemento en los comederos en la época crítica de secas. En general, se mantuvo un periodo de retorno de los animales a las áreas de forrajeo de uno a tres meses, con un tiempo de permanencia variable, definida a criterio del productor con base en la disponibilidad de forraje. La UPB 1, por ser productora de leche, durante los primeros quince días de lactancia los becerros acompañaba a la madre al forrajeo, posteriormente el becerro se destinaba a otro potrero junto con los animales jóvenes lactantes, los cuales lactaban una sola vez al día, al momento de la ordeña. Una vez destetados, las vaquillas se unían al hato de animales adultos y los toretes se vendían.

3.6 Sanidad

Tanto en los potreros como en los corrales, abundaron las garrapatas del género *Rhipicephalus*. En las tres UPB se aplicaron baños garrapaticidas utilizando piretroides y amidinas de manera directa con baño de aspersion (UPB 1 y 2) o con baño de inmersión (UPB 3). La frecuencia de aplicación de los baños garrapaticidas fue a criterio del productor cuando se observaba mayor presencia de garrapatas en los animales. Se vacunó contra derriengue y pasteurela y se desparasitaron animales con ivermectinas. La UPB 3 también vacunó contra clostridiasis. Las principales causas de muerte en los animales fueron principalmente los accidentes. Durante el periodo de trabajo, hubo una muerte de un becerro por onfaloflebitis en la UPB 1 y un atascamiento, con la consecuente lesion, merma y venta de una vaca en una zona inundable en la UPB 2.

3.7 Manejo de registros

En las UPB 1 y 2, no se llevó ningún tipo de registro. En la UPB 3, se llevaron registros de aplicación de vacunas y baños garrapaticidas, de los nacimientos, así como de los animales vendidos, en tratamiento por enfermedad o pérdida o muerte. En ninguna de las UPB, se manejaron registros suficientes para estimar índices productivos ni reproductivos. En todas las UPB, el peso de los animales se conoce al momento de vender los, porque son llevados a la báscula comunitaria, de ésta manera la merma del trayecto la asume el productor.

3.8 Producción de leche

La única unidad productora de leche fue la UPB 1, donde el productor reportó un promedio de 6 litros diarios de leche por vaca, con un rango de 3 litros en secas y un máximo de 13 litros en lluvias. La UPB producía al menos 30 litros de leche diario. La ordeña se realizaba con apoyo del becerro de un cuarto de ubre. La leche se vendía fresca fuera de la UPB para elaboración de queso.

3.9 Evaluación del peso como indicador productivo

Para el pesaje de los animales se utilizó una báscula portátil marca Ohaus CW-11 (Ohaus Corporation, Pine Brook, NJ USA). El pesaje se realizó mensualmente durante un periodo de enero a noviembre del año 2014. Las vaquillas fue el grupo de animales más constante en su conformación para registrar la ganancia de peso y apreciar el crecimiento, ya que los toretes eran

vendidos al destete. Como complemento al grupo de vaquillas, se pesaron becerros y becerras, toretes, vacas y toros cuando estuvieron presentes. El número de animales pesados fue variable (Cuadro 6), debido a que en ocasiones no se tenía éxito en encontrarlos en los potreros y a que en época de lluvias, algunos caminos de las UPB se inundaron impidiendo el tránsito del vehículo para llevar la plataforma de la báscula e incluso algunos corrales quedaban inhabilitados para realizar la actividad. La identificación de los animales para pesaje se realizó con el número de arete SINIIGA (Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado/Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), el número de hierro en caso de presentarse; con ayuda del productor, identificación con pintura y fotografías.

3.10 Estudio de la vegetación

Con base en la descripción de la sucesión vegetal de Flores (2001), la vegetación de las zonas de forrajero de las UPB se clasificó en comunidades forestal, arbustiva y herbácea. La Comunidad Forestal (CF) se caracterizó por la presencia de árboles con más de 8 m de altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm y de 10 a 15 años de abandono. En la Comunidad Arbustiva (CA) se encontraron árboles menores a 4 m de altura, DAP menor a 10 cm, con dominancia de arbustivas y de 2 a 10 años de abandono y Comunidad Herbácea (CH), con presencia de herbáceas, gramíneas, lianas o bejucos y de 2 a 4 años de abandono. Una de las UPB no tuvo CH y otra la perdió en secas.

3.11 Descripción del estudio de la vegetación

Se caracterizó la vegetación de una selva mediana subcaducifolia en distintas etapas sucesionales para conocer el nivel de dominancia de las especies forrajeras a través del índice del valor de importancia relativa (VIR). Se analizaron las diferencias en la abundancia de especies forrajeras entre comunidades vegetales. Se consideró fitomasa potencialmente consumible aquella que estuvo al alcance de los animales (Bello *et al.* 2001) cuyo contenido de materia seca se estimó en los estratos leñoso y herbáceo de la CF, CA y CH durante la época de lluvias (octubre y noviembre de 2013) y secas (abril y mayo de 2014). Se estimó el contenido de materia seca de la hojarasca en la época de secas en los estratos leñoso y herbáceo. Se determinaron los contenidos químico – nutritivos, degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca a las 48 h y la concentración de energía metabolizable de las especies forrajeras recolectadas durante la época de lluvias en el área de estudio.

3.12 Muestreo de la vegetación

Se evaluó un primer grupo de variables conformado por la riqueza, abundancia, frecuencia, DAP y cobertura de todas las plantas encontradas, con la finalidad de estimar el índice de valor de importancia relativa (VIR) y conocer el nivel de dominancia de las especies forrajeras. Para lo anterior, en cada tipo de comunidad vegetal se recorrieron 75 m hacia el oeste de manera sistemática (Bautista *et al.*, 2004), para establecer los cuadrantes o marcos de muestreo. Se colocaron cuatro marcos de muestreo de 16 m² (4 x 4 m) para el estrato leñoso, con marcos anidados de 1 m² para el estrato herbáceo (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974, Bonham 1989). En la CF y CA se colocaron en total 24 marcos anidados por comunidad y en la CH solo se colocaron 12, debido a la ausencia del estrato leñoso y a que no siempre hubo una CH en las UPB.

Se calculó la representatividad del muestreo mediante una curva de acumulación de especies empleando el modelo de Chao 2 (EstimateS 9.1.0, Colwell 2013). Chao 2 es el estimador basado en la incidencia. Esto quiere decir que necesita datos de presencia-ausencia de una especie en una muestra dada, es decir, sólo si está la especie y cuántas veces está esa especie en el conjunto de muestras: $S_{est} = S_{obs} + (L^2 / 2M)$, donde: L es el número de especies que ocurren sólo en una muestra (especies “únicas”), y M es el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (especies “dobles” o “duplicadas”). Por ejemplo, si tenemos un conjunto de cuadrículas, necesitamos saber cuántas especies están en una cuadrícula y cuántas especies están en dos (Álvarez *et al.* 2006, Escalante s/f). Las especies se identificaron en el herbario “Alfredo Barrera Marín” de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán (FMVZ-UADY). El estatus de las especies encontradas se determinó mediante la NOM-059-SEMARNAT-2010, la NOM-043-FITO-1999, bibliografía publicada y bases de datos especializadas como www.tropico.org y www.cicy.mx. De la misma manera, el uso forrajero de las mismas se determinó a través de reportes y la experiencia de los productores.

En el presente estudio, se tomó la definición de riqueza dada por el número de especies presentes en una comunidad vegetal (Krebs, 1999). A través de éste atributo, se conoció la cantidad y las especies presentes en los potreros. Así mismo, permitió determinar cuántas y cuales especies vegetales forrajeras existen en el sitio.

Para el estudio de la frecuencia, se tomó como definición al porcentaje de especies presentes en una unidad muestral (Bonham 1989). Para realizar su cálculo se usó la siguiente fórmula:

$$f = \left(\frac{Ni}{Nt} \right) \times 100$$

Donde:

f = frecuencia relativa

Ni = número cuadrantes donde se interceptó la especie

Nt = número total de cuadros muestreados

(Bautista *et al.* 2004)

Se seleccionó éste atributo para conocer la proporción y distribución de las diferentes especies vegetales en los potreros, las tendencias sobre la organización de la vegetación y su extensión en el espacio (Greig-Smith 1964).

Para la estimación de la densidad, se refiere al número de individuos de cada especie por unidad de superficie. Este atributo dió las tendencias sobre la abundancia de las especies (Bonham 1989, Mueller-Dombois *et al.* 1974). Para las estimaciones de densidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$d = I/A$$

Donde:

d = densidad

I = número de individuos de la especie

A = área muestreada

(Sutherland 2006)

Los valores de densidad, permitió conocer cuántos individuos de especies con potencial forrajero, están presentes por unidad de superficie. Se utilizó el método de cuadrantes anidados de 1x1 m para el estrato herbáceo y 4x4 m para el arbustivo (Mueller-Dombois *et al.* 1974, Bonham 1989, Morales 2000), en la época de lluvia y secas durante un año.

La cobertura se expresó en cm^2 y se estimó de la siguiente manera:

- Cobertura absoluta en herbáceas: proyección vertical de la vegetación sobre la superficie del suelo:

$$\frac{\text{Diámetro 1} + \text{Diámetro 2}}{4} \times \pi$$

Donde $\pi = 3.1416$

- Área Basal en arbustivas: la suma por unidad de superficie de todos los fustes a nivel del DAP, expresada como:

$$\text{Área basal} = \text{DAP}^2 / (\pi \times 4)$$

Donde $\pi = 3.1416$

(Bonham 1989, Mueller-Dombois *et al.* 1974)

(a) Densidad Relativa. Estudia la fuerza numérica de una especie en relación con el número total de individuos de todas las especies y se puede calcular como: $DR = (\text{Número de individuos de la especie} / \text{Número de individuos de todas las especies}) * 100$.

(b) Frecuencia Relativa. Es el grado de dispersión de especies individuales en una cierta área en relación con el número de todas las especies presentes. $FR = (\text{Número de ocurrencia de la especie} / \text{Número de ocurrencia de todas las especies}) * 100$.

(c) Dominancia Relativa. La dominancia de una especie está determinada por su valor de cobertura basal. La dominancia relativa es el valor de cobertura de una especie en relación con el resto de las especies en el área. $DR = (\text{Área basal total de la especie} / \text{Área basal total de todas las especies}) * 100$ (Bonham 1989, Mueller-Dombois *et al.* 1974).

El índice de Valor de Importancia Relativa (VIR) se usa para determinar el valor de importancia general de cada especie en la estructura comunal. El VIR se calcula sumando los valores de DR, FR, y DR, por lo cual se expresa en una escala del 1 al 300. Es comúnmente usado para la caracterización botánica, debido a que contempla los tres aspectos para considerar a una planta como dominante, explicando así la estructura de la comunidad vegetal (Mueller-Dombois *et al.* 1974).

El índice Margalef, que mide la riqueza en cada parcela, se usó para estimar la diversidad de la selva mediana subcaducifolia. El Cuadro 5 presenta los valores de referencia de este índice (Ramírez, 2006).

Cuadro 5. Valores de referencia del índice de diversidad de Margalef

Número de especies	Margalef	Diversidad
Alfa	Alfa	Condición
1 - 5	≥ 1	Muy baja
> 5 - 10	> 1 - 2	Baja
> 10 - 15	> 2 - 2.7	Media
> 15 - 20	> 2.7 - 3	Alta
> 20	> 3	Muy alta

Fuente: Ramírez (2006).

El índice de Margalef se estimó con la siguiente fórmula (Magurran 1988):

$$D_{mg} = (S-1)/\ln N$$

Donde:

S = número de especies registradas

N = total del número de individuos sumados de todas las S especies

Ln = logaritmo natural

El índice de Shannon-Wiener se utilizó para estimar la biodiversidad específica de la vegetación, pues refleja las proporciones de riqueza y abundancia relativa. Se calculó con la siguiente ecuación (Magurran 1988):

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Dónde: H' es el índice de Shannon-Wiener, S es el número de especies, p_i , proporción de individuos de la especie con respecto al total de individuos (abundancia relativa de la especie = n_i/N) y ln es el logaritmo natural, con base 2.72.

3.13 Fitomasa potencialmente comestible

Se evaluó un segundo grupo de variables constituido por la fitomasa potencialmente comestible de la vegetación secundaria, la composición química – nutricional y degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca a las 48 horas y concentración de la energía metabolizable de especies forrajeras. Se consideró fitomasa potencialmente consumible aquella que estuvo al alcance de los animales (Bello *et al.* 2001) y se recolectó en los marcos de muestreo de 1 m² previamente establecidos, con fines de describir detalladamente el potencial forrajero de cada estrato de las comunidades vegetales. Para su muestreo se defolió manualmente el follaje, frutos, flores y tallos tiernos encontrados dentro de los marcos de 1 m² previamente establecidos y a una altura entre 5 y 170 cm. El material colectado se secó a 60 °C en una estufa de aire forzado durante 72 h (AOAC, 2000).

El muestreo de hojarasca se realizó únicamente en la época de secas, por ser la temporada de caducidad de hojas las cuales pueden ser consumidas por el ganado a falta de forraje verde (Soler 2008). Se recolectó directamente del suelo, descartando tierra, piedras, ramas y troncos de la CF y CA, utilizando los cuadrantes de 1 m² establecidos previamente.

3.14 Análisis nutricionales

El propósito de analizar la composición químico – nutritiva y determinar la degradabilidad ruminal y concentración de energía metabolizable, fue describir las características nutricionales de las especies forrajeras encontradas en la selva mediana subcaducifolia consumida por bovinos. Se incluyeron todas las plantas presentes en el estrato de 5 a 170 cm de altura, que en trabajos previos se han identificado como forrajeras (Ayala *et al.* 2006, Flores y Bautista 2012). La colecta se realizó en noviembre de 2013 considerando que la vegetación dominante se encontraría en floración (Flores 2001), reflejando así niveles óptimos de nutrientes para el ganado (Ayala *et al.* 2006). Se cortó manualmente 1 kg de hojas, frutos y tallos tiernos de las especies listadas como forrajeras y presentes en los sitios de muestreo.

3.15 Composición químico - nutritiva de especies forrajeras

Se determinó la fibra detergente neutra (FDN) mediante bolsas de filtrado, aplicando el método 6 de Ankom Technology (Ankom Technology A200 y A200I) (Van Soest *et al.*, 1991), proteína cruda (PC N x 6.25) con un analizador elemental (C, N), Lecco CN-2000 serie 3740 (Lecco, 2013) y taninos condensados (TC) utilizando el método colorimétrico de Vainillina-Ácido

Clorhídrico (Makkar y Becker, 1993) a 35 especies forrajeras dominantes, identificadas así después de calcular el VIR y a la hojarasca.

3.16 Degradabilidad ruminal y concentración de energía metabolizable

Se realizaron ensayos de degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca a las 48 h, a 29 especies forrajeras y a la hojarasca. Se utilizó la técnica de la bolsa de nylon con abertura de poro de 53 μm (Ørskov *et al.* 1980) en dos vacas (430 kg de peso vivo) canuladas en el rumen y alimentadas con 20 kg de *Pennisetum purpureum* (cv Taiwán), 4 kg de *Leucaena leucocephala* y 1 kg de concentrado (13.5 % de PC). Se estimó la energía metabolizable (EM) utilizando la Degradabilidad *in situ* de la materia seca (DisMS) con la ecuación:

$$\text{EM (MJ / kg)} = (2.27563 + 0.1073) \times \text{DisMS (Bhargava y Ørskov, 1987)}.$$

Debido a que la degradabilidad ruminal puede ser un indicador potencial del rendimiento de los animales (Monjardino *et al.* 2010), se tomó la DisMS a las 48 horas como indicador de calidad nutricional en las especies forrajeras analizadas y se estableció la siguiente clasificación por categorías: Excelente (E) (≥ 90 %); Muy Buena (MB) (≥ 80 y < 90 %); Buena (B) (≥ 70 y < 80 %), Regular (R) (≥ 60 y < 70 %) y Mala (< 60 %) (Di Marco 2011).

3.17 Análisis de datos

Para describir los niveles de dominancia se estimó el VIR (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974) de los estratos herbáceo y leñoso de todas las especies (forrajeras y no forrajeras). Los valores de abundancia, frecuencia, cobertura y DAP registrados en las unidades de producción se integraron en un solo grupo de datos para la CF, otro para la CA y un último para la CH. Se seleccionaron las especies forrajeras con mayor dominancia para someterse a análisis químico – nutricional.

3.18 Análisis estadísticos

Se eligió la variable abundancia absoluta, como indicador de proporción (Magurran, 1988) de especies forrajeras dentro de cada comunidad vegetal. Se realizaron análisis de varianza de la abundancia absoluta de especies forrajeras y de la fitomasa potencial, aplicando modelos factoriales de 2 x 2 (dos comunidades vegetales por dos épocas del año en leñosas) y 3 x 2 (tres comunidades vegetales por dos épocas del año en herbáceas) y se determinó la correlación entre variables nutricionales de las especies forrajeras por tipo de

comunidad en época de lluvias a través de la correlación de Pearson (Statistical Analysis System Inc. 2000; North Caroline; USA; versión 8.1.).

3.19 Datos complementarios

La determinación de las especies consumidas por los bovinos, se basó en la revisión bibliográfica y en una entrevista que se realizó al productor de la UPB 1, ya que fue quien demostró tener un mayor conocimiento de las plantas consumidas por los animales y los nombres de las mismas. Lo anterior para que a partir de la experiencia del productor se estableciera coincidencia con las especies reportadas como forrajeras en la literatura. La entrevista fue individual e informativa en la cual se tenía la opción de elegir el nombre científico de la planta, el nombre maya y el nombre común cuando se tenían. El productor se basó en el nombre maya y común para identificar si la planta era consumida, no era consumida o no sabe. La alternativa no sabe fue usada cuando el productor no sabía si la planta era consumida o no y cuando no la identificó porque no se contaba con un nombre maya ni común.

Capítulo 4 Resultados

4.1 Registros de temperatura y precipitación pluvial

La temperatura y precipitación pluvial promedio durante 2013 y 2014 se muestra en las Figuras 2 y 3. En 2013 la mínima fue 9 °C durante enero y febrero y la máxima 41 °C durante marzo y mayo. En el 2014 la mínima 8 °C en enero y la máxima 41 °C en abril. En cuanto a la precipitación pluvial en 2013 fue la mínima en marzo con 1 mm y la máxima en septiembre con 394 mm. En 2014 la mínima fue cero mm en abril y la máxima 199 mm en mayo.

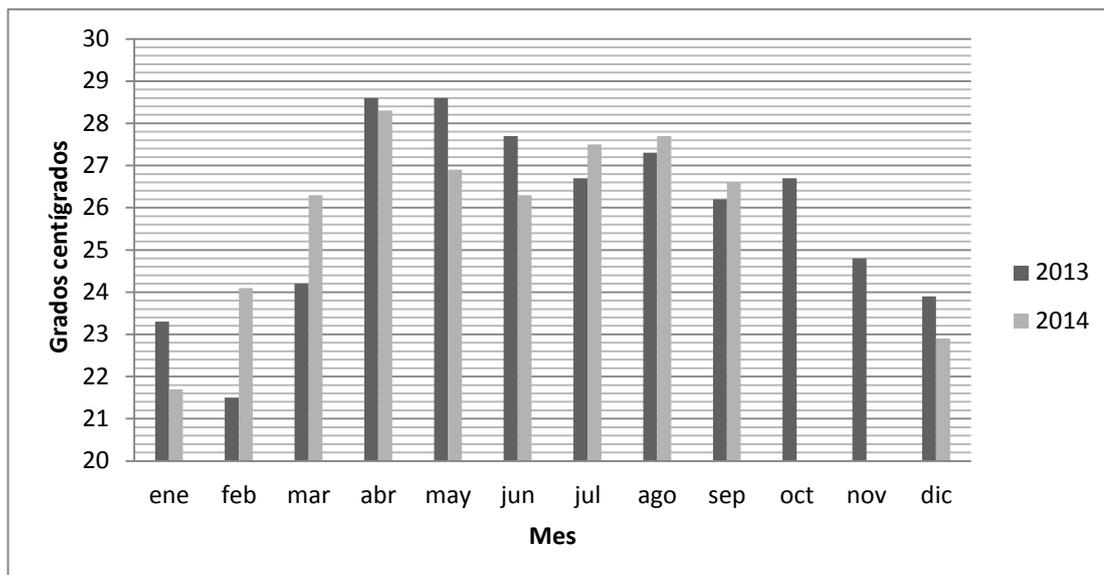


Figura 2. Temperatura °C promedio mensual durante los años 2013 y 2014 en Tzucacab, Yucatán.

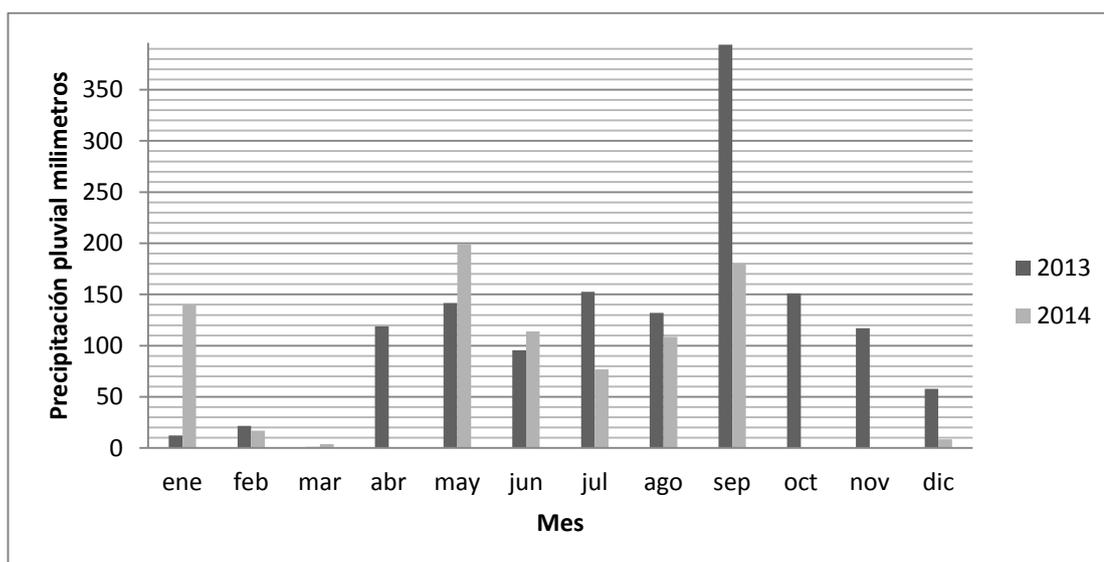


Figura 3. Milímetros de precipitación pluvial mensual acumulada durante los años 2013 y 2014 en Tzucacab, Yucatán. No se cuentan con los registros de octubre y noviembre de 2014.

4.2 Indicadores productivos

La tendencia en el comportamiento de la ganancia diaria de peso en vaquillas, fue aumentar numéricamente en lluvias y disminuir en secas. En la

UPB 1 (n=3), la ganancia diaria de peso promedio en vaquillas fue 311 g/día, durante abril a agosto del año 2014. En la UPB 2 (n=4), la ganancia de peso diaria promedio en vaquillas fue 32 g/día, durante los meses de enero a julio del 2014. Se observaron pérdidas de peso en la época crítica de secas (marzo) y al inicio de la época de lluvias (mayo). En la UPB 3 (n=13), la ganancia de peso diaria promedio en vaquillas fue 258 g/día de enero a octubre del 2014 (Figura 4).

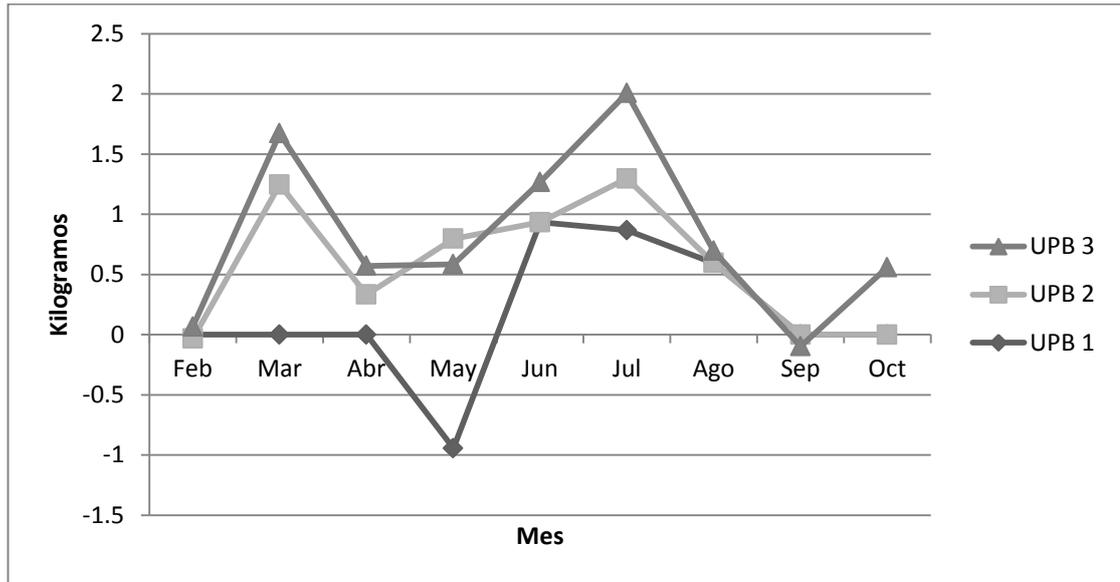


Figura 4. Ganancia de peso en vaquillas en la vegetación secundaria de una selva mediana subcaducifolia, Tizimín, Yucatán, 2014.

El comportamiento del peso en vacas (n=15) en la UPB1 se registró de marzo a agosto del año 2014 y el comportamiento del peso en becerras (n=2) y becerros (n=1) de junio a agosto del mismo año (Cuadro 6). El pesaje de animales se realizó hasta marzo debido a que el acceso a la UPB se mantuvo inundado posterior a la época de lluvias de 2013, impidiendo el acceso del vehículo y la báscula y plataforma portátil hasta la época de secas de 2014.

Cuadro 6. Cambios de peso en vacas y becerros pastando en sitios de vegetación secundaria la UPB 1 de marzo a agosto del año 2014.

Grupo	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Vacas	524	481	486	485	500	500
Becerras	ND	ND	ND	ND	138	165
Becerros	ND	ND	ND	ND	144	169

Nota: ND = no determinado

El comportamiento del peso de las vacas (n=10) en la UPB 2, se registró de enero a julio; en becerras (n=3) de marzo a mayo y en toretes (n=1) de marzo a junio del 2014 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Cambios de peso de ganado bovino pastando en sitios de vegetación secundaria en la UPB 2 de enero a julio del año 2014.

Grupo	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul
Vacas	269	351	398	397	379	352	400
Becerras	ND	ND	124	157	148	ND	ND
Toretos	ND	ND	255	260	252	264	ND

Nota: ND = no determinado

En tanto que el comportamiento del peso de vacas (n=11), en la UPB 3 se registró de enero a octubre; de becerros (n=1) de marzo a mayo; de becerras (n=4) y de marzo a agosto y los toretes (n=6). Se registró una ganancia de peso promedio en toretes de 300 g/día durante enero a marzo del 2014 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Cambios de peso de ganado bovino pastando en vegetación secundaria en la UPB 3 de enero a octubre del año 2014

	Ene	Feb	Mar	abr	may	Jun	Jul	Ago	sep	oct
Vaquillas	224	218	231	243	252	254	254	250	261	294
Vacas	315	488	502	452	469	463	ND	ND	ND	ND
Becerras	ND	ND	162	162	175	202	ND	ND	ND	ND
Becerros	ND	ND	135	153	167	206	ND	ND	ND	ND
Toretas	214	223	240	ND						

Nota: ND = no determinado

4.3 Análisis de la vegetación secundaria

Se registraron 1 745 individuos, distribuidos en 49 familias y 154 especies (Anexo 7). Si bien no se alcanzó asíntota en la curva de acumulación de especies (172-180 spp.), conforme se incrementó la información con base en el número de cuadrantes utilizados, se obtuvo una representación entre el 85 y 89 % de las especies (Figura 5).

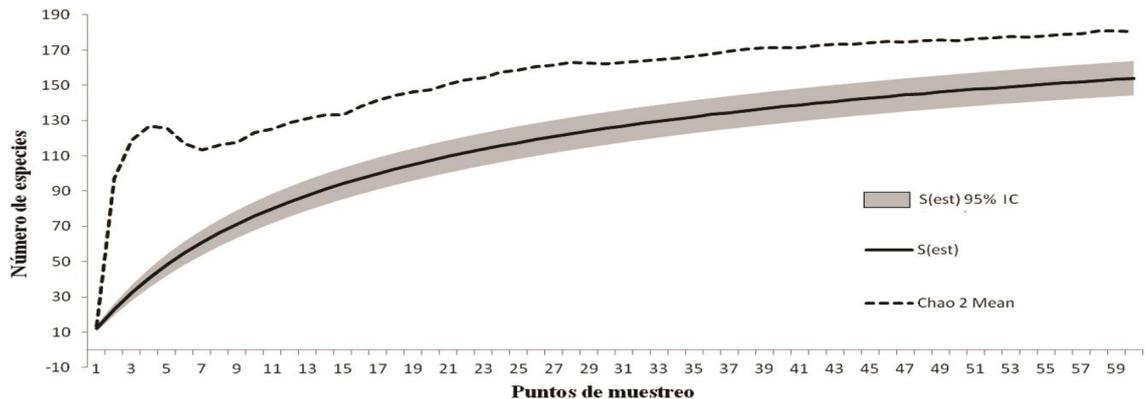


Figura 5. Curva de acumulación de riqueza de especies y los modelos de Chao 2

La riqueza en época de lluvias del año 2013 se conformó por 128 especies y en secas del 2014, por 114 especies. Se encontraron 68 especies en común en lluvias y secas. En total fueron 154 especies representadas en 49 familias de las cuales, 173 especies fueron nativas (Anexo 7). Las especies *Stenandrium nanum* (Standl.) T.F. Daniel., *Calea urticifolia* (Mill.) DC., *Guettarda gaumeri* Standl., *Randia longiloba* Hemsl., *Sideroxylon americanum* (Miller) Pennington, *Hybanthus yucatanensis* Millsp., *Diospyros anisandra* Blake., *Diospyros yucatanensis* Lundell., *Echinodorus nymphaeifolius* (Griseb.) Buchenau y *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl. *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl.; son endémicas. *Echinodorus nymphaeifolius* (Griseb.) Buchenau, está amenazada, al igual que se encuentra amenazada *Zamia prasina* W. Bull (CICY 2004, NOM-059-SEMARNAT-2010). La especie *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl., tiene controlado su comercio para evitar que sea incompatible con su permanencia en su hábitat (CITES II).

De acuerdo con lo reportado en la literatura en estudios anteriores *Hybanthus yucatanensis* tiene uso forrajero (CICY 2014), *Echinodorus nymphaeifolius*, es alimento para aves domésticas. Se encontraron nueve especies de gramíneas de las cuales, *Megathyrsus maximus* Jacq. (pasto guinea), es una especie

introducida con interés forrajero. La gramínea *Ischaemum rugosum* Salisb, está reportada como maleza de importancia cuarentenaria, en la NOM-043-FITO-1999 mientras que los productores y la bibliografía la reportan con uso forrajero (CICY 2014) y los productores no la reportan como maleza para el cultivo del maíz. La riqueza de especies forrajeras fue 57, agrupadas en 24 familias. El rango de porcentaje de especies forrajeras en el estrato herbáceo fue 15 – 47 % y en el estrato leñoso fue 12 – 40 % durante el periodo de lluvias. En el estrato herbáceo fue 23 – 69 % y en el estrato leñoso 21 – 57 % en secas (Cuadros 9 y 10).

En cuanto a los valores de importancia del índice (VIR) encontrados, los valores más altos correspondieron a especies reportadas en la literatura con uso forrajero (Cuadro 9). El análisis del VIR completo con todas las especies encontradas en el muestreo, se presenta en los Anexos (del 8 al 33).

Las siguientes especies se caracterizaron por tener mayor importancia y por estar presentes tanto en lluvias como en secas: *Ischaemum rugosum*, *Celosia virgata*, *Piscidia piscipula* y el género *Acacia*; todas, reportadas con uso forrajero, excepto *Acacia collinsii* (Ayala *et al.* 2006, Caamal 2008; Flores y Bautista 2012). La familia encontrada de mayor importancia fue la *Fabaceae*.

Cuadro 9. Valores de importancia relativa de las especies forrajeras en la vegetación secundaria de la selva mediana subcaducifolia, en lluvias y secas en Tizimín, Yucatán

Comunidad Forestal	Época de lluvias de 2013				Época de secas de 2014			
	Familia	Especie	Nivel VIR	VIR %	Familia	Especie	Nivel VIR	VIR %
Estrato leñoso. Entre 1 y 4 m de alto promedio	<i>Arecaceae</i>	<i>Sabal yapa</i>	1	39.45	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum hirtum</i>	1	36.61
	<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia divaricata</i>	2	38.34	<i>Violaceae</i>	<i>Hybanthus yucatanensis</i>	2	24.03
	<i>Violaceae</i>	<i>Hybanthus yucatanensis</i>	3	34.29	<i>Malvaceae</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	5	19.15
	<i>Fabaceae</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	4	29.56	<i>Fabaceae</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	6	17.15
Estrato herbáceo	<i>Poaceae</i>	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	1	44.87	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Celosia virgata</i>	2	18.6
	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Celosia virgata</i>	2	45.18	<i>Poaceae</i>	<i>Lasiacis divaricata</i>	7	14.44
	<i>Fabaceae</i>	<i>Mucuna pruriens</i>	7	18.47	<i>Fabaceae</i>	<i>Dalbergia glabra</i>	8	13.39
	<i>Marantaceae</i>	<i>Maranta arundinacea</i>	11	9.79	<i>Malvaceae</i>	<i>Sida acuta</i>	15	7.97

Cuadro 9. Valores de importancia relativa de las especies forrajeras en la vegetación secundaria de la selva mediana subcaducifolia, en lluvias y secas en Tizimín, Yucatán (continuación)

Comunidad Arbustiva	Época de lluvias de 2013				Época de secas de 2014			
	Familia	Especie	Nivel VIR	VIR %	Familia	Especie	Nivel VIR	VIR %
Estratovegetal leñoso.	<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia unguolata</i>	1	111.76	<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia unguolata</i>	1	26.5
Entre 0.5 y 2 m de alto promedio	<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia pennatula</i>	2	34.57	<i>Arecaceae</i>	<i>Sabal yapa</i>	2	24.65
	<i>Fabaceae</i>	<i>Senna uniflora</i>	3	24.94	<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia collinsii</i>	3	22.27
	<i>Fabaceae</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	4	21.62	<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia pennatula</i>	4	20.43
Estrato vegetal herbáceo	<i>Lamiaceae</i>	<i>Hyptis suaveolens</i>	1	46.87	<i>Poaceae</i>	<i>Ischaemum rugosum</i>	1	54.12
	<i>Poaceae</i>	<i>Ischaemum rugosum</i>	2	45.5	<i>Poaceae</i>	<i>Panicum maximum</i>	5	19.73
	<i>Poaceae</i>	<i>Lasciasis ruscifolia</i>	12	7.29	<i>Fabaceae</i>	<i>Desmodium incanum</i>	6	19.56
	<i>Poaceae</i>	<i>Paspalum langei</i>	15	5.22	<i>Malvaceae</i>	<i>Sida acuta</i>	14	5.2

Cuadro 9. Valores de importancia relativa de las especies forrajeras en la vegetación secundaria de la selva mediana subcaducifolia, en lluvias y secas en Tizimín, Yucatán (continuación)

Comunidad Herbácea	Época de lluvias de 2013				Época de secas de 2014			
	Familia	Especie	Nivel VIR	VIR %	Familia	Especie	Nivel VIR	VIR %
	Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	3	19.68	Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	2	24.03
	Fabaceae	<i>Mucuna pruriens</i>	4	16.97	Asteraceae	<i>Melanthera angustifolia</i>	4	13.93
	Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i>	5	13.22	Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	13	8.26

VIR: Índice de valor de importancia relativa en escala de 1 a 300

F: uso forrajero, según la bibliografía

CF: Comunidad Forestal, CA: Comunidad Arbustiva, CH: Comunidad Herbácea, Herb: herbáceas, Leñ: leñosas

4.4 Diversidad de especies

La diversidad de especies en todas las UPB se muestra alta en el índice de Margalef y de mediana a alta según según el índice de Shannon-Weiner (Cuadro 10). Los valores más bajos de diversidad se observaron en la Comunidad Herbácea.

Cuadro 10. Índices de diversidad vegetal en una selva mediana subcaducifolia

UPB	Comunidad Forestal		Comunidad Arbustiva		Comunidad Herbácea	
	Shannon-		Shannon-		Shannon-	
	Margalef	Wiener	Margalef	Wiener	Margalef	Wiener
1	6.31	2.69	6.52	3.17	3.37	2.19
2	6.7	3.16	6.65	2.78	NA	NA
3	5.89	3.13	5.03	2.83	4.83	2.98

NA=No aplica

4.5 Fitomasa potencialmente comestible

La fitomasa potencialmente comestible de la vegetación secundaria fue 3 272 kg MS / ha en lluvias y 1 454 kg MS / ha en secas a través de todos los estratos y comunidades. El promedio de materia seca de la fitomasa encontrada a lo largo de todo el periodo de muestreo en las UPB 1, 2 y 3 fue 2 928, 650 y 1 268 kg MS / ha; respectivamente (Figura 6). La mayor aportación de hojarasca fue por parte de las comunidades Forestal y Arbustiva (Figura 7).

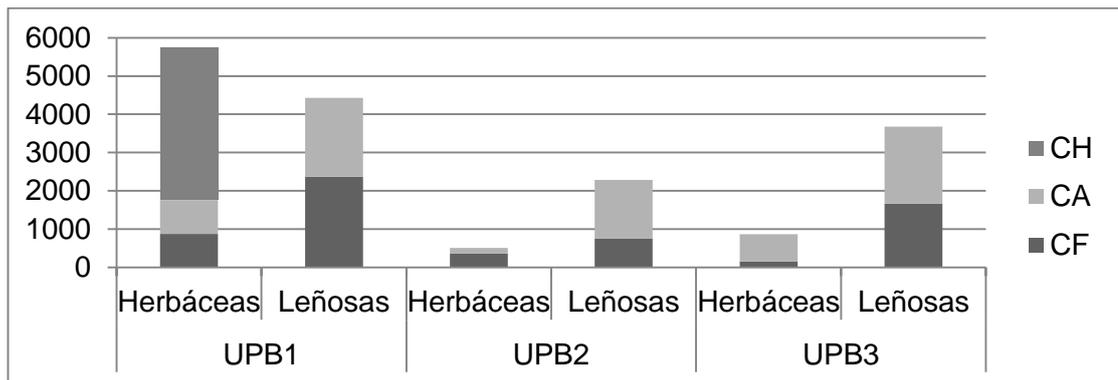


Figura 6. Rendimiento de la materia seca de la vegetación (kg MS / ha) de las unidades de producción bovina en época de lluvias del 2013

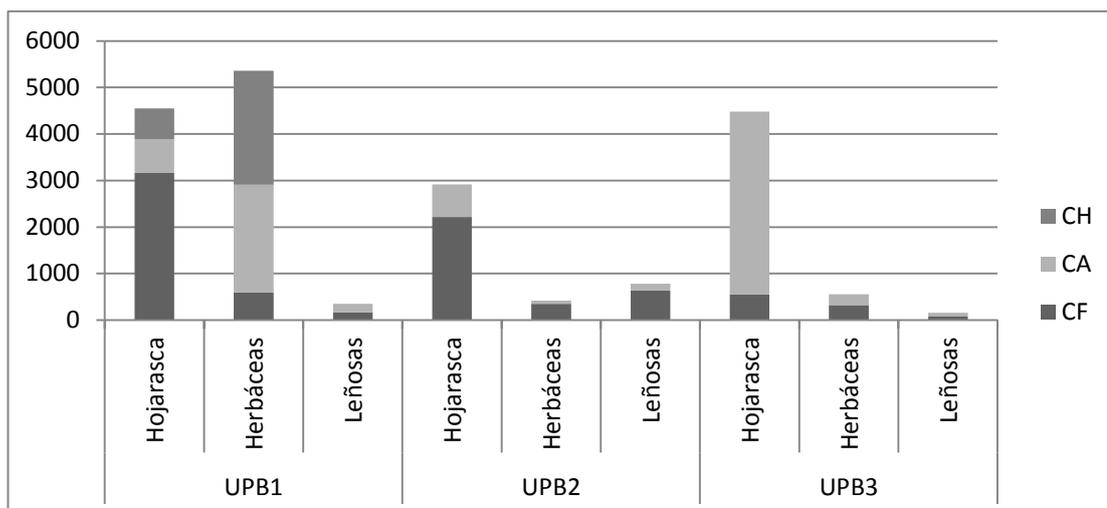


Figura 7. Rendimiento de la materia seca de la vegetación y hojarasca (kg MS / ha) de las unidades de producción bovina en época de secas del 2014

4.6 Análisis nutricionales

Según la clasificación de calidad nutricional de forraje establecida en el apartado 3.16, se encontró el siguiente número de especies por categoría: Excelente (4), Muy Buena (5), Buena (9), Regular (3) y Mala (8) (Cuadro 11).

El porcentaje de FDN, PC y TC en las 35 plantas forrajeras analizadas, presentaron una amplia gama de valores. Se encontraron 17 especies con menos del 50 % de FDN y 14 especies con más del 15 % de PC. No se detectaron taninos condensados en 15 especies, mientras que 15 especies tuvieron concentraciones menores a 5.25 %. Las herbáceas *Viguiera dentata* y *Hamelia patens* y en la subarborescente *Senna uniflora* fueron degradadas a más del 90 %. Los valores más altos de EM estuvieron en un rango de 11.23 a 12.95 MJ kg/MS La *Leucaena* tiene 10.61 MJ kg / MS. Los altos valores de DisMS coinciden con las altas concentraciones de EM (Cuadro 11).

Cuadro 11 Análisis químico-nutricional de las especies forrajeras en una selva mediana subcaducifolia secundaria

Especie	Tipo de vida	Parte muestreada	FDN %	PC %	TC %	DisMS	EM (MJ kg/MS)	Clasificación
<i>Melanthera angustifolia</i>	herbácea	hojas	35.15	14.95	0.24	ND	ND	-
<i>Cyperus odoratus</i>	herbácea	hojas e inflorescencia	62.13	8.1	2.41	ND	ND	-
<i>Sida acuta</i>	subarbusto	hojas	43.68	15.24	2.87	ND	ND	-
<i>Psychotria nervosa</i>	Arbusto	hojas	43.74	16.92	7.93	ND	ND	-
<i>Solanum hirtum</i>	Arbusto	hojas	54.44	5.29	0.75	ND	ND	-
<i>Cnidioscolus aconitifolius</i>	arbusto	hojas	23.04	33.53	ND	99.67	12.96	E
<i>Viguiera dentata</i>	herbácea	hojas, tallos tiernos y flores	24.34	21.25	ND	99.5	12.95	E
<i>Hamelia patens</i>	herbácea	hojas, tallos tiernos y flores	41.43	22.96	2.99	97.93	12.78	E
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	herbácea	hojas, tallos tiernos y flores	37.58	23.51	ND	89.03	11.83	MB
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	árbol o arbusto	hojas	52.84	16.04	.	87.71	11.69	MB
<i>Malvaviscus arboreus</i>	arbusto	hojas, flor y fruto	38.33	11.74	1.39	84.36	11.33	MB

Cuadro 11. Análisis químico-nutricional de las especies forrajeras en la selva mediana subcaducifolia secundaria (Continuación)

Especie	Tipo de vida	Parte muestreada	FDN %	PC %	TC %	DisMS	EM (MJ kg/MS)	Clasificación
<i>Lasiacis ruscifolia</i>	herbácea	hojas, tallos tiernos e inflorescencia	49.18	14.79	ND	83.43	11.23	MB
<i>Byrsonima crassifolia</i>	árbol	hojas	46.26	17.5	ND	82.97	11.18	MB
<i>Celosia virgata</i>	herbácea	hojas, tallos tiernos y flores	46.34	19.6	ND	77.78	10.62	B
<i>Guazuma ulmifolia</i>	árbol	hojas	55.7	12.77	ND	77.46	10.59	B
<i>Guettarda combsii</i>	Árbol	hojas y tallos tiernos	47.03	7.05	2.51	76.5	10.48	B
<i>Cissus verticillata</i>	Bejuco	hojas y frutos	26.15	14.62	ND	75.37	10.36	B
<i>Sabal yapa</i>	árbol	hojas	53.38	11.46	ND	75.34	10.36	B
<i>Merremia aegyptia</i>	herbácea	hojas	56.15	17.65	0.39	74.415	10.26	B
<i>Paspalum plicatulum</i>	herbácea	hojas e inflorescencia	64.54	6.21	0.26	71.43	9.94	B
<i>Callicarpa acuminata</i>	arbusto	hojas y flores	57.06	14.61	ND	70.42	9.83	B

Cuadro 11. Análisis químico-nutricional de las especies forrajeras en la selva mediana subcaducifolia secundaria (Continuación)

Especie	Tipo de vida	Parte muestreada	FDN %	PC %	TC %	DisMS	EM (MJ kg/MS)	Clasificación
<i>Maranta arundinacea</i>	herbácea	hojas, tallos tiernos y flores	62.53	9.81	ND	70.4102	9.83	B
<i>Cordia globosa</i>	arbusto	hojas, tallos tiernos, flores y frutos	53.12	12.37	ND	69.5684	9.74	R
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Árbol	hojas	49.73	10.08	7.93	63.95	9.14	-
<i>Ischaemum rugosum</i>	herbácea	hojas	77.02	7.08	ND	62.32	8.95	-
<i>Hyptis suaveolens</i>	subarbusto	hojas y flores	58.05	13.17	0.11	59.835	8.695	M
<i>Paspalum langei</i> (E. Fourn) Nash	herbácea	hojas	70.09	6.7	ND	55.57	8.235	-
<i>Carica papaya</i>	árbol	hojas	22.25	29.39	0.7	53.585	8.025	M
<i>Piscidia piscipula</i>	árbol	hojas	41.74	15.33	0.69	52.57	7.915	M

Cuadro 11. Análisis químico-nutricional de las especies forrajeras en la selva mediana subcaducifolia secundaria (Continuación)

Especie	Tipo de vida	Parte muestreada	FDN %	PC %	TC %	DisMS	EM (MJ kg/MS)	Clasificación
<i>Bauhinia unguolata</i>	árbol	hojas y tallos tiernos	57.23	11.16	ND	49.38	7.57	M
<i>Cyperus haspan</i>	herbácea	hojas	70.9	8.98	ND	49.275	7.56	M
<i>Dalbergia glabra</i>	árbol, arbusto o bejuco	hojas	55.27	17.75	1.67	43.215	6.915	M
<i>Ehretia tinifolia</i>	árbol	hojas	52.28	11.57	0.16	38.52	6.41	M
<i>Panicum maximum</i>	herbácea	hojas	69.94	6.26	0.25		ND	-

Nota 1. FDN: Fibra detergente neutra; PC: Proteína cruda; TC: Taninos concentrados; DegIsMS: Degradabilidad *in situ* de la materia seca;

Nota 2. EM = (0.15*Deg/sMS)

Nota 3. Clasificación de la calidad nutricional de las especies vegetales, en función al porcentaje de DisMS a las 48 h. E = excelente, MB = muy buena, B = buena, R = regular y M = mala

Los de valores de la composición química – nutricional y degradabilidad ruminal fueron: FDN entre 42.45 y 53.79 %; PC entre 8.04 y 13.19 %, TC entre no detectable (ND) y 1.16 %, DegisMS a las 48 h entre 39.68 y 59.89 % y energía metabolizable entre 6.53 y 8.7 %.

Cuadro 12. Análisis de composición química – nutricional y degradabilidad ruminal de la material seca a las 48 horas de hojarasca en una selva tropical en época de secas

UPB	Comunidad vegetal	FDN (%)	PC (%)	TC (%)	Degradabilidad ruminal (%)	EM (MJ/kg MS)
1	CA	45.38	9.48	ND	50.26	7.67
2	CA	53.79	11.13	1.16	49.38	7.57
3	CA	49.41	12.14	ND	39.68	6.53
1	CF	42.45	12.89	ND	53.04	7.97
2	CF	43.58	8.04	0.57	59.89	8.7
3	CF	53.78	13.19	ND	44.97	7.1

4.7 Resultados estadísticos

Se encontró una baja correlación negativa (rangos de R_o entre -0.413 y -0.498) entre el contenido de FDN y el porcentaje de DegisMS ($P \leq 0.04$), en todas las comunidades vegetales y los estratos excepto en las herbáceas de la CH, donde no se encontró correlación ($P = 0.534$). Se encontró una alta correlación negativa (rangos de R_o entre -0.678 y -0.905) entre el contenido de FDN y PC ($P < 0.007$), en todas la comunidades vegetales y estratos. Se encontró una correlación positiva variable (rangos de R_o entre 0.498 y 0.749) entre el contenido de PC y el porcentaje de DegisMS ($P \leq 0.001$), en todas las comunidades vegetales y los estratos excepto en las herbáceas de la CH, donde no se encontró correlación ($P = 0.317$). Se encontró una baja correlación negativa ($R_o = -0.458$) entre el contenido de TC y DegisMS ($P = 0.042$) en las herbáceas de la CF (Cuadro 13).

Cuadro 13. Correlación de Pearson entre la composición química – nutricional y la degradabilidad ruminal *in situ* a las 48 h en una selva subtropical en época de lluvias.

Comunidad vegetal	Estrato vegetal	Valor de N	Nutrientes/DegisMS		Correlación (Ro)	Valor de P
CA	Leñosas	19	FDN	DegisMS	-0.450	0.060
			FDN	PC	-0.678	0.001
			PC	DegisMS	0.536	0.021
CF	Leñosas	27	FDN	DegisMS	-0.413	0.032
			FDN	PC	-0.905	<0.000
			PC	DegisMS	0.666	<0.000
CF	Herbáceas	20	FDN	DegisMS	-0.498	0.025
			FDN	PC	-0.855	<0.000
			PC	DegisMS	0.749	0.000
			TC	DegisMS	-0.458	0.042
CA	Herbáceas	17	FDN	DegisMS	-0.472	0.064
			FDN	PC	-0.905	<0.000
			PC	DegisMS	0.498	<0.049
CH	Herbáceas	10	FDN	PC	-0.786	0.007

Nota: CA = comunidad arbustiva; CF = comunidad forestal; CH = comunidad herbácea; FDN = fibra detergente neutra; PC = proteína cruda; TC = taninos condensados; DegisMS = degradabilidad *in situ* de la materia seca a las 48 h; Ro = correlación de Pearson; P = valor de significancia.

En cuanto a la abundancia de especies forrajeras; se encontró interacción por efecto de época y comunidad en la abundancia de especies forrajeras leñosas ($P = 0.010$), siendo mayor en lluvias en la Comunidad Forestal ($P < 0.000$) y en secas en la Comunidad Arbustiva ($P = 0.0019$) (Cuadro 14). En el estrato leñoso forrajero hubo mayor fitomasa potencialmente comestible en la Comunidad Arbórea en lluvias ($2\ 030 \pm 741$ kg MS / ha), explicado por el efecto de la época ($P < 0.0001$). En el estrato herbáceo se encontró mayor fitomasa potencialmente comestible en la Comunidad Herbácea ($3\ 977 \pm 2\ 299$ kg MS / ha en lluvias y $2\ 451 \pm 3\ 336$ kg MS / ha en secas) explicado por el efecto de la comunidad ($P = 0.011$) (Cuadro 14).

Cuadro 14. Diferencias en la abundancia de especies forrajeras y en la fitomasa potencialmente comestible en una selva subtropical en lluvias y secas.

Comunidad vegetal	CF		CA		CH		P > F	EE
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas		
Estrato leñoso								
Número de individuos	52.8a	14.8d	29.8b	16.8c	.	.	< 0.0001	2.991
Materia seca kg MS/ha	1 868.4a	293.9b	1 861.2a	115.8b	.	.	0.0001	0.426
Estrato herbáceo								17.058
Número de individuos	16.3b	4.5c	40a	20b	36a	13b	0.0005	
Materia seca kg MS/ha	512.7c	425c	552c	872c	3 977.2a	2 451a	0.0574	3.622

Nota: La materia seca se refiere a la fitomasa potencial recolectada de la planta (hojas y tallos tiernos).

CF: Comunidad Forestal; CA: Comunidad Arbustiva; CH: Comunidad Herbacea; P > F: probabilidad de rechazar la hipótesis nula; EE: error estándar.

En los valores que no comparten literal, se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

4.8 Datos complementarios

Según la entrevista realizada al productor de la UPB 1, de las 57 especies reportadas forrajeras en la literatura, se identificaron 23 especies consumidas por los bovinos, mientras 7 especies se identificaron no consumidas y 27 no se sabe. La familia con más especies forrajeras fue *Fabaceae* (Cuadro 15).

Cuadro 15. Relación de familias y número de especies forrajeras declaradas consumidas por el productor de la unidad de producción bovina 1.

Familia	Num. de especies consumidas	Num. de especies no consumida	Num. de especies que no se sabe
Amaranthaceae		1	
Arecaceae	1		1
Asteraceae	1		2
Boraginaceae	2		
Bromeliaceae			1
Burseraceae	1		
Convolvulaceae			1
Cyperaceae			2
Dioscoreaceae			1
Euphorbiaceae			1
Fabaceae	10	2	7
Lamiaceae	1		2
Malvaceae Juss.	2		1
Marantaceae		1	
Malpighiaceae			1
Nyctaginaceae			1
Picramniaceae			1
Poaceae	4	1	1
Rubiaceae	1	1	1
Sapotaceae			1
Solanaceae			1

Familia	Num. de especies consumidas	Num. de especies no consumida	Num. de especies que no se sabe
Violaceae		1	
Vitaceae			1
Total	23	7	27
Convolvulaceae			1
Cyperaceae			2
Dioscoreaceae			1
Euphorbiaceae			1
Fabaceae	10	2	7
Lamiaceae	1		2
Malvaceae Juss.	2		1
Marantaceae		1	
Malpighiaceae			1
Nyctaginaceae			1
Picramniaceae			1
Poaceae	4	1	1
Rubiaceae	1	1	1
Sapotaceae			1
Solanaceae			1
Violaceae		1	
Vitaceae			1
Total	23	7	27

Capítulo 5. Discusión

La información obtenida a partir del registro del pesaje de animales, solo se consideró como observaciones aisladas que pueden sugerir ciertas tendencias del comportamiento del peso en bovinos en la vegetación secundaria en una selva mediana subcaducifolia. Si bien, el número de datos no permite la inferencia estadística, el valor de los mismos consiste en que fueron obtenidos en las condiciones reales en que operan los productores.

La primera época de disminución de peso en vaquillas se explicó por la sequía (marzo – abril) en donde disminuyó la precipitación pluvial, aumentó la temperatura y disminuyó la materia seca del forraje. Posteriormente sobrevino una época de ganancia de peso que coincidió con el aumento de la precipitación pluvial, disminución de la temperatura y aumento de la materia seca de la vegetación (junio – julio). La segunda época de disminución de peso (agosto – septiembre) se puede atribuir a factores no evaluados como afectación en la conducta trófica relacionada con la lluvia, abundancia de garrapatas u otros factores de salud (Figuras 2, 3, 4, 6 y 7).

La baja ganancia de peso de la UPB 2, se explica por la baja fitomasa potencial, derivada a su vez, de la ausencia de la Comunidad Herbácea y de gramíneas (Figuras 6 y 7). Si bien contó con área de cultivo de pasto de corte, sólo lo ofreció en época de seca, lo que podría indicar insuficiencia de materia seca en la dieta de los animales.

El comportamiento del peso en las vaquillas y toretes, indicó un sistema de producción ganadero de subsistencia con una ganancia de peso modesto en la época de lluvias, similar a los sistemas de doble propósito tradicionales (Cuadro 1), que permite al productor ciertos ingresos con la venta de destetes y leche. Mientras que en las época de secas, los animales obtienen exitosamente alimento suficiente para su mantenimiento.

En relación a la vegetación y de acuerdo al modelo de Singletons, la representatividad del muestreo de la vegetación es confiable debido al descenso de la curva en la porción final, lo cual indica la tendencia de desaparición de especies presentes en un solo punto de muestreo (Álvarez *et al.* 2006). La presencia de especies endémicas sugiere cierto nivel de conservación en la selva mediana subcaducifolia. La dominancia de la familia *Fabaceae* se explica por ser una de las familias más importantes de la flora del trópico (Flores 2001). Los valores del VIR de las especies más importantes, sugieren cierto nivel de heterogeneidad en la vegetación, con una diversidad media alta de Margalef y Shannon-Wiener (Cuadros 9 y 10). Por otro lado la elevada riqueza y la diversidad encontrada en los sitios estudiados en general, se explica por la dinámica ganadera – agrícola que ocasiona etapas jóvenes de

sucesión, aún en las zonas arboladas, ya que éstas también son perturbadas por el pastoreo (Gleen *et al.* 1992).

Por lo que respecta a de las especies forrajeras, la riqueza se considera alta en contraste con las 8 especies encontradas en el municipio Tzucacab, Yucatán por Zamora (2009) y las 35 especies para bovinos en la Península de Yucatán (Flores y Bautista, 2012). La familia *Fabaceae* fue la más representada y dominante de las especies forrajeras, por lo que ha sido considerada un forraje importante en la producción animal (NAS 1979). Mientras que la alta diversidad encontrada en los sitios pastoreados por bovinos, ofreció al ganado un alto número de especies forrajeras; las cuales ocuparon los primeros lugares de importancia en la estructura de la vegetación.

Por otro lado el efecto de la época y la comunidad ($P = 0.01$) encontrada en el individuos de especies forrajeras y un mayor número de individuos ($P = 0.001$) de especies forrajeras en la Comunidad Arbustiva en secas, sugiere que la abundancia de especies forrajeras se ve afectada por la composición vegetal, misma que se define por el tiempo de sucesión vegetal (Glenn-Lewin *et al.*, 1992; Villegas *et al.*, 2001) y por la época del año, no por la diversidad vegetal. Lo anterior en virtud de que la diversidad entre la Comunidad Forestal y la Comunidad Arbustiva fueron muy cercanas (Cuadro 10). La disminución de individuos de especies forrajeras en la CF en secas puede explicarse por la presencia de especies con mayor susceptibilidad a la sequía y a un mayor efecto del pastoreo del ganado.

En cuanto a la abundancia de especies forrajeras en la Comunidad Forestal, se vio más favorecida en especies leñosas en lluvias y la Comunidad Arbustiva se vio menos afectada en secas, haciendo de la CA un reservorio de alimento en la época crítica de sequía. La varianza elevada en la abundancia de herbáceas en la CF, se explica por la poca tolerancia de éste estrato a la sombra (Gleen-Lewin *et al.*, 1992), por lo que distintas condiciones de luz creadas por el estrato leñoso pueden variar dentro del mismo sitio originando constantes diferencias en su abundancia.

La fitomasa potencialmente comestible, se observó una varianza elevada, la cual se explica por la presencia de afloraciones de roca donde no se encontró vegetación; característico de los Leptosoles (Flores y Bautista, 2005). El aporte de fitomasa potencial de la CH, debido a la presencia de herbáceas y gramíneas, podría ser un elemento clave para complementar la fuente de alimento para el ganado en la selva subtropical secundaria; ya que las gramíneas han sido asociadas tradicionalmente a la ganadería por ser una fuente importante de materia seca, con capacidad de rebrote y resistencia al pastoreo que pueden tener buena calidad nutritiva (Villegas *et al.*, 2001).

El promedio de la materia seca (MS) encontrado en las UPB 1 y 3, estuvo dentro del rango reportado por CICC (2009) y Escamilla (2005) y en la UPB 2 estuvo por debajo del promedio mencionado. En tanto que carga animal utilizada coincide con la capacidad de carga descrita por CICC (2009) en la zona de estudio. La mayor cantidad de MS en la Comunidad Herbácea, se explicó por la presencia de la gramínea exótica *Ischaemum rugosum* en la UPB 1. La selva mediana subcaducifolia se caracteriza por una defoliación entre el 50 y 75 % (Flores y Espejel, 1994), indicando que la presencia de fitomasa potencial en secas podría significar un recurso alimenticio estratégico para la sobrevivencia del ganado, además de la hojarasca y vainas (Pettit et al, 2011).

Si bien la ganadería tradicional en el sur de Yucatán, se basa en alimentación con pastos de temporal (Osorio y Marfil, 1999); posiblemente la presencia de áreas en etapas sucesionales jóvenes (con gramíneas), intermedias (con leñosas) y maduras (con árboles desarrollados); podría estar vinculado con prácticas de pastoreo en época de lluvias y secas. Ya que no se cuentan con informes en los sitios de estudio de fitomasa potencial, los resultados obtenidos son muy importantes para lograr un mejor aprovechamiento del recurso forrajero en éstos sistemas de producción en la región.

Los análisis de composición químico - nutricional en plantas forrajeras; señalan una excelente calidad nutritiva de la vegetación secundaria (Cuadro 11). En coincidencia con lo encontrado por otros autores (Ayala *et al.* 2006, Palma *et al.* 2011), destacó un elevado valor proteico en la vegetación nativa. El amplio rango de valores detectados en la FDN así como de degradabilidad ruminal y contenido de EM, sugieren que la diversidad vegetal se relaciona con diferentes niveles de acceso a los nutrientes (Van Soest 1982, Monjardino *et al.* 2010). De esta manera se infiere que las altas concentraciones de proteína y contenido celular, no están siempre disponibles para el animal de manera proporcional a la concentración del nutriente en la planta. La elevada proporción de plantas cuyos taninos no fueron detectados (ND) difiere de lo reportado en la literatura en cuanto a la presencia de éste compuesto en plantas nativas (Gerber *et al.* 2013). La presencia de metabolitos secundarios (taninos condensados) en las plantas evaluadas consideradas como forrajeras, podrían inducir a la mitigación en la producción de metano entérico, al modificar los consorcios microbianos en el rumen y en consecuencia modificar los productos de la fermentación (ácido acético, propiónico y butírico) de los carbohidratos del rumen (Gerber *et al.* 2013).

Las especies con bajas concentraciones de FDN, elevadas DisMS y concentración de EM, podrían promover un mayor consumo voluntario (Dulphy y Demarquilly 1994) y una tasa de pasaje más rápida por el rumen (Ku *et al.* 1999) lo que podría representar una posible fuente de energía de rápida

disponibilidad ruminal que permita maximizar la síntesis de proteína microbiana en el rumen, así como incrementar el aporte de nitrógeno microbiano al intestino delgado (Sauvant y Van Milgen 1995). La elevada degradabilidad y energía metabolizable (EM) de *Viguiera dentata*, *Hamelia patens*, *Senna uniflora* e *Hybanthus yucatanensis*, las hace relevantes como recurso forrajero. El aporte de EM de las especies analizadas es similar los reportados en estudios previos (Ayala *et al* 2006, Monjardino *et al* 2007), dichas especies son importantes en la comunidad vegetal y a excepción de *Viguiera dentata*, son perennes. Lo que indica un excelente recurso forrajero accesible para el animal en términos físico y de nutrientes presente en la época crítica de sequía. Los altos valores de DegisMS coinciden con las altas concentraciones de EM, sugiriendo la presencia de almidones o algún tipo de carbohidrato altamente energético similar al de los granos o frutos en herbáceas. Lo anterior puede deberse a que al momento de ser muestreadas y al estar en época de floración, se tomaran flores, frutos y semillas.

Los valores de la composición química – nutricional de la hojarasca, así como la DegisMS y la EM, fueron variables y sobre sale la baja DegisMS y contenidos de EM. No obstante lo anterior, su presencia en la época crítica de secas, junto con las vainas y frutos en el suelo, representa una fuente de energía y nutrientes que podría ser vital para el mantenimiento de los bovinos.

La correlación negativa encontrada entre el contenido de FDN y el porcentaje de DegisMS, coincide con los hallazgos de otros autores (Van Soes 1982) y se explica por el contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina no degradable. Por los valores de FDN y DegisMS encontrados, se infiere una tendencia en las especies forrajeras analizadas, a contener bajos contenidos de FDN, lo que se puede correlacionar con una mayor DegisMS.

Por otro lado, la correlación negativa encontrada entre la FDN y la PC se puede deber a una menor cantidad de proteínas ligadas a la pared celular (Sniffen *et al* 1992, Bolívar e Ibrahim s/f), posiblemente relacionada con la época de lluvias y los estados de desarrollo de las plantas. De la misma forma la correlación positiva entre PC y DegisMS, sugiere un mayor contenido de proteínas solubles (Bolívar e Ibrahim s/f) (Cuadro 13).

La correlación negativa encontrada ($P = 0.042$) entre los taninos condensados y la degradabilidad ruminal en las forrajeras herbáceas de la Comunidad Forestal, puede explicarse por la composición botánica de las especies forrajeras analizadas, no por la diversidad vegetal. Lo anterior, debido a que la CF obtuvo los índices de diversidad más altos (hasta 6.7 del índice de Margalef y hasta 3.16 del índice de Shannon-Wiener. Cuadro 10) y no se encontró

correlación ($P = 0.364$) entre el contenido de TC y la DegisMS entre las especies forrajeras arbóreas de la misma comunidad. Si bien se encontraron especies con TC en todas las comunidades vegetales, los resultados indican una tendencia de especies con mayor contenido de TC en las herbáceas de la CF (Cuadros 9 y 11), lo que pudo haber ocasionado la disminución de la degradabilidad. Autores como Asquith y Buttler (1986) señalan que los taninos condensados pueden bloquear la actividad de las proteínas enzimáticas disminuyendo la digestibilidad y la absorción de las mismas.

No se observaron patrones definidos relativos a la composición botánica, o tipo de comunidad en los cambios en la intensidad de la correlación hallada entre la FDN y DegisMS; FDN y PC y PC DegisMS.

El no haber encontrado correlación entre PC y DegisMS ; FDN y DegisMS ($P > 0.05$) en las herbáceas de la Comunidad Herbáceas, puede explicarse por un menor número de especies forrajeras ($N = 10$). Debe considerarse que no se analizó la composición botánica de todas las especies identificadas como forrajeras, lo que podría afectar la interpretación de los resultados. De la misma forma, pudo afectar el diseño del muestreo.

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

En cuanto a la hipótesis planteada se concluye que en una selva mediana subcaducifolia secundaria con niveles medios altos de diversidad:

a) No se encontró evidencia de que los cambios en la diversidad vegetal esté relacionada con la calidad nutricional de la comunidad vegetal. La calidad nutricional de la comunidad vegetal pudiera estar relacionada con la composición botánica y a su vez, por la etapa sucesional de la vegetación.

b) No se encontró evidencia de que una mayor diversidad vegetal ofrezca mayor número de individuos de especies forrajeras. Los factores que explicaron un mayor número de individuos de especies forrajeras fueron la época del año y la etapa de sucesión vegetal

c) Se encontraron patrones que indican una tendencia a obtener mayores ganancias de peso cuando hay mayor cantidad de forraje potencialmente comestible; pero no se encontró algún patrón que indique una mayor ganancia de peso y una mayor fitomasa potencialmente comestible asociados a una mayor abundancia de especies forrajeras.

La vegetación secundaria se la selva mediana subcaducifolia estudiada, demostró tener alimento suficiente y diverso para el mantenimiento de los

animales en la época de secas, con ganancias de peso similares a los sistemas doble propósito tradicionales. El conocimiento y entendimiento de los cambios en la vegetación secundaria a través del tiempo; puede permitir guiar a los animales hacia sitios que permitan la ganancia de peso en época de lluvia y dietas de mantenimiento durante la sequía, así como dar un manejo favorable a la sucesión vegetal y al forrajero. Mientras que el uso de la vegetación secundaria podría ayudar a conectar fragmentos de vegetación primaria (Murgueitio et al. 2008) y el favorecer la dominancia de especies forrajeras de la familia Fabaceae, podría optimizar la eficiencia de servicios ambientales como la fijación de nitrógeno, la solubilidad del fósforo y mejorar la actividad biológica del suelo (Murgueitio et al. 2011).

Existen prácticas ganaderas diferentes al establecimiento de pastizales inducidos, con limitado uso de insumos externos y baja tecnificación, donde se aprovecha la vegetación nativa de la selva mediana subcaducifolia secundaria, permitiendo la permanencia de especies nativas y ganancias de peso en gando doble propósito similar a a pastizales no tecnificados. La presencia de áreas con poaceas en la vegetación secundaria, podría ser clave para un mejor comportamiento productivo en lluvias. En tanto que las áreas arboladas, ofrecen forraje con elevada concentración de energía y proteína cruda. Por otro lado, la resistencia a la sequía de especies en etapas intermedias de sucesión podrían representar un reservorio de materia seca para la época crítica. Por lo que las diferentes etapas sucesionales representaron una oferta alimentaria complementaria para el ganado a lo largo del año.

Se recomienda en futuras investigaciones, realizar estudios sobre las especies que consumen los bovinos en cada tipo comunidad vegetal, así como estimar el consumo voluntario y la composición botánica de la dieta en época de lluvias y secas, para entender a mayor profundidad el aprovechamiento que se hace de la oferta alimentaria que tiene la selva mediana subcaducifolia secundaria. De igual forma, se recomienda realizar estudios experimentales de manejo dirigido a favorecer la presencia de especies representativas del ecosistema estudiado como *Brosimum alicastrum* y *Guazuma ulmifolia*, por sus destacadas cualidades nutricionales en ruminates. Así mismo, se recomienda realizar estudios agronómicos y de respuesta al pastoreo de *Mucuna pruriens*, *Cnidocolus aconitifolius*, *Lasiacis ruscifolia*, *Malvaviscus arboreus*, *Sena uniflora*, *Viguiera dentata*, por sus elevada calidad nutricional, degradabilidad ruminal y concentración de energía metabolizable.

7. Bibliografía

- Aguado, S. G. A. 1994. Análisis de algunos efectos del pastoreo en agostaderos del Altiplano Central. Folleto técnico # 4. Campo Experimental Vaquerías. Centro de Investigaciones del Pacífico Centro. INIFAP. 16 pp.
- Alvarado I. Noviembre 2013. Comunicación personal.
- Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, et al. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Améndola R., Castillo E., Arturo P. 2005. Perfiles por país del recurso pastura/forraje. México II.
http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/spanishtrad/Mexico_sp/Mexico_sp.htm
Fecha de consulta: 04 de abril del 2012.
- Ankom Technology. S/F. Neutral Detergent Fiber in Feeds - Filter Bag Technique (for A200 and A200I). NDF Method Method 6.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 17th ed. Gaithersburg, MD, USA. 2200 pp.
- Asquith T y Buttler L. 1986. Interactions of condensed tannins with selected proteins. *Phytochemistry* 25:1591–1593.
- Avellaneda C, González M., Pinos R., Hernández G., Montañez V., Ayala O. 2007. Enzimas fibrolíticas exógenas en la digestibilidad *in vitro* de cinco ecotipos de *Brachiaria*. *Agronomía mesoamericana* 18(1):11-17.
- Ayala B., Cetina G., Capetillo L., Zapata C., Sandoval C. 2006. Composición química – nutricional de árboles forrajeros. Universidad Autónoma de Yucatán. ISBN: 970-94223-2-4. Mérida, Yucatán, México. 55 pp.
- Barnes R, Marten G. Recent developments in predicting forage quality. *J Anim Sci* 1979; 48:1554-1561.
- Bautista, Z.F., Delfín G.H., Delgado C.M. & Palacio P.J. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Instituto Nacional de Ecología, México.
- Bautista F., Zinck J. 2010. Construction of an Yucatec Maya soil classification and comparison with the WRB framework. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 6:7. <http://www.ethnobiomed.com/content/6/1/7>. Fecha de consulta: 26 de diciembre del 2012.
- Bello J, Gallina S, Equihua M. 2001. Characterization and habitat preferences by white-tailed deer in Mexico. *J. Range Manage.* 54: 537–545.
- Bhargava P, Orskov E. 1987. Fort he use of nylon bag technique in the evaluation of feedstuffs. *Feedingstuff Evaluation and Experimental Development Services*. The Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen, AB2 9SB. Escocia. 20 pp.
- Bonham C. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. Editorial John Wiley and Sons, Inc. ISBN 0-471-04880-1. EUA. 315 pp.
- Bolívar D, Ibrahim M. s/f. Solubilidad de la proteína y degradabilidad ruminal de *Brachiaria humidicola* en un sistema silvopastoril con *Acacia mangium*.
https://www.academia.edu/29977002/Solubilidad_de_la_prote%C3%ADna_y_d

egradabilidad_ruminal_de_Brachiaria_humdicola_en_un_sistema_silvopastoril_ con_Acacia_mangium

- Boval M, Fanchone A., Archime`de H y Gibb M. 2007. Effect of structure of a tropical pasture on ingestive behaviour, digestibility of diet and daily intake by grazing cattle. *Grass and forage science*, 62, 44–54.
- Brown S y Lugo A. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of tropical ecology*, 6(1), 1-32.
- Caamal C. 2008. Identificación y caracterización bromatológica de especies nativas en el estado de Quintana Roo con potencial forrajero. Tesis de licenciatura en Ingeniería Agronomía. Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Juan Sarabia, Quintana Roo, México. 64 pp.
- Campos P., Taveres C., Miranda G., Martins M., Ávila P., Días M., Ferreira X. 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Livestock Science*. 141 (2-3): 166-172.
- Caparrós M. 2014. El hambre. Grupo editorial Planeta. México DF. 610 pp.
- CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica) 1992. Organización de las Naciones Unidas. <http://www.cbd.int/convention/text/> Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2012.
- CICC 2009. 5ª Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/685.pdf> . Fecha de consulta: 07 de mayo de 2015.
- CICY. Centro de Investigación Científica de Yucatán. 2014. Flora de la Península de Yucatán. http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha_virtual.php?especie=550 Fecha de consulta 04 de enero del 2014.
- CIDAC 2014. Centro de Investigación para el Desarrollo A.C. Cruzadas vs Hambre, más asistencialismo. El economista. <http://eleconomista.com.mx/sociedad/2014/06/05/cruzada-vs-hambre-mas-asistencialismo> Fecha de consulta: 06 de marzo del 2015.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, 2012-2030. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/emcv/pdf/EMCV_Completa_Baja.pdf Fecha de consulta: 06 de marzo del 2015
- CONABIO. 2014. Malezas de México. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/acanthaceae/elytraria-imbricata/fichas/ficha.htm>. Fecha de consulta: 05 de diciembre del 2014
- CONAPO 2015. Consejo Nacional de Población. Proyecciones de la población 2010-2050. <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>. Fecha de consulta: 17 de febrero del 2015.
- CONEVAL 2015. Cruzada contra el Hambe, imprecisa y basada en un modelo caduco: CONEVAL. Aristeui noticias. <http://aristeguinoicias.com/0210/mexico/cruzada-contra-el-hambre-imprecisa-y-basada-en-un-modelo-caduco-coneval/>
- COLPOS 2003. Colegio de Postgraduados, Fundación Produce Veracruz, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena de

- bovinos de doble propósito en el Estado de Veracruz. 131 pp. <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/Publicacion/Archivos/penit110.pdf> Fecha de consulta: 25 de abril del 2013.
- CONABIO 2006. Comisión Nacional para el Conocimiento y usos de la Biodiversidad. Capital natural y bienestar social. ISBN 970 9000 39 X. México, DF. 71 pp.
- CONANP 2011. Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso. Koleff P., Urquiza T. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. ISBN 978-607-7607-58-8. México. 249 pp.
- Cooperrider, A.Y., Boyd R.J. y Stuart H.R. 1986. Inventory and monitoring of wildlife habitat. US. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center, Co. XVIII, 858 pp.
- Challenger A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado presente y futuro. CONABIO, Instituto de Biología UNAM y Sierra Madre A.C. México. Pp. 530-531, 586-587.
- Delgado C, Rosegrant M, Steingield S, Ehui S, Courbois C. 1999. Livestock to 2020. The next food revolution. Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper 28. IFPRI, FAO e ILCA.
- Delgado D, La O, Santos Y. 2002. Determinación del valor nutritivo del follaje de los árboles forrajeros tropicales: *Brosimum alicastrum* y *Bahunia galpinii*. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 36 (4).
- Delgado H. 2014. Datos no publicados.
- Di Marco O. 2011. Estimador de calidad de los forrajes. Sitio Argentino de Producción Animal. www.produccion-animal.com.ar. Fecha de consulta 03 de marzo de 2015.
- Dinerstein E., Olsen D, Graham D, Webster A, Primm S, Book-binder, Ledec G. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Bank, WWF. Washington D.C., USA.
- Dulphy JP, Demarquilly C. 1994. The regulation and prediction of feed intake in ruminants in relation to feed characteristics. Livestock Production Science. 39: 1-13.
- Ellis J., Swift D. 1998. Stability of African pastoral ecosystems: Alternate paradigms and implications for development. Journal of Range Management. 41:450-459
- Escalante T. Sin Fecha. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. <http://www.elementos.buap.mx/num52/htm/53.htm>. Fecha de consulta: 26 de diciembre de 2016.
- Escamilla BA, Quintal TF, Medina LF, Guzman A, Pérez E, Calvo IL, 2005. Relaciones suelo-planta en ecosistemas naturales de la península de Yucatán: comunidades dominadas por palmas. En: Bautista F, Palacio G editores Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología 159 - 172.
- FAO 2006. Livestock's long shadow. Environmental issues and options. Roma, Italia. 416 pp. <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM> Fecha de consulta: Noviembre del 2013.
- FAO 2007. El marco estratégico para la FAO 2000-2015. FAO, Roma. Italia

- FAO 2013. Tackling climate change through livestock. A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 139 p.
- Faust, B. 2001. Maya environmental successes and failures in the Yucatan Peninsula. *Environmental Science and Policy* 4:153-169.
- Ferguson G, Diemont A, Alfaro A, Martin F, Nahed T, Álvarez S, Pinto R. 2013. Sustainability of holistic and conventional cattle ranching in the seasonally dry tropics of Chiapas, México. *Agricultural Systems* 120: 38-48.
- Fernández C.L. 2006. Efecto del grado y tipo de arborización en la producción de leche en Camagüey. Tesis de Maestría en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas Camilo Cien Fuegos, Matanzas, Cuba 73 pp. <http://biblioteca.ihatuey.cu/links/pdf/tesis/tesism/luisfernandez.pdf> Fecha de consulta: miércoles 14 de marzo del 2012.
- Flores G., Espejel I. 1994. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán. Sostenibilidad Maya. Fascículo 3. ISBN 9686843442. Mérida, Yucatán, México. 135 pp.
- Flores G., Bautista F. 2012. El conocimiento de los mayas yucatecos en el manejo del bosque tropical estacional: las plantas forrajeras. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83:503-518.
- Gallardo F. 2010. Estudio y análisis del mercado de los productos del sistema bovinos doble propósito en el estado de Veracruz. pg 13. <http://www.funprover.org/Estudios%20Estrategicos%20Ovinos,%20Toronja%20y%20Bovinos%20Doble%20Proposito%20Colpos%20Veracruz/Estudioyanalisisbovinos.pdf> Fecha de consulta: martes 04 de abril del 2012.
- García, E., Conabio. 1998a. Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García), escala 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Mexico.
- García, E., Conabio. 1998b. Precipitación total anual. Escala 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Mexico.
- García, E., Conabio. 1998c. Iso termas medias anuales. Escala 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Mexico.
- Garrido, E., y F. Mann. 1981. Composición química, digestibilidad y valor energético de una pradera de pastoreo a través del año. 59 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- Gerber P, Hederson B, Makkar H. 2013. Mitigación de las emisiones de gases con efecto invernadero en la producción ganadera. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 261 p.
- Gibson L, Lee T, Koh L, Brook B, Gardner A, Barlow J, *et al.* 2011. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, 478(7369), 378-381.
- Glenn-Lewin DC, Peet RK, Veblen TT, 1992. Plant succession. Theory and prediction. Chapman & Hall. Cambridge, UK. 359 PP.
- Global Rangeland. 2016. SRM Glossary. <https://globalrangelands.org/glossary/A?term=>. Fecha de consulta: 26 de diciembre de 2016
- Gobierno del Estado de Yucatán 2012. <http://www.yucatan.gob.mx/estado/municipios/> Fecha de consulta: martes 26 de marzo del 2013.

- Goering H, Van Soest P. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agric. Handbook No. 379. ARS, USDA, Washington, DC.
- Gómez F. 2008. Evaluación de la vegetación en un bosque de encino, bajo pastoreo de alta densidad con diferentes tiempos de exclusión. Tesis de maestría en ciencias de la producción y de la salud animal. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria. México D.F. 78 pp.
- Gómez A, Vázquez C. 1985. Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México, 2, 1-25.
- González G, García E, Casas A, Dupuy J. 2014. Conocimiento tradicional maya sobre la dinámica sucesional de la selva. Un caso de estudio en la Península de Yucatán. Etnobiología 12 (1)
- González F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Instituto Nacional de Ecología, México, DF. 77 pp.
- Green R.E., Cornell S.J., Scharlemann J.P y Balmford A. 2005. Farming and the fate of wild nature. Science. 307:550-555.
- Greig-Smith P. 1964. Quantitative plant ecology. Segunda edición. Butterworth and Co. London. Inglaterra. 198 pp.
- Hernández X. 1985. Xolocotzia. Revista de Geografía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. México. 428 pp.
- Herd D., Sprott L. 1987. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. Technical bulletin. The Texas A&M University System.
- Holechek J. 1982. Sample preparation techniques for microhistological analysis. Journal of Range Management. 35: 267-268.
- Holechek J., Berry T. y Vavra M. 1987. Grazing system influences on cattle performance on mountain range. Journal of Range Management 40 (1): 55-59.
- Huerta M. y Guerrero V. 2004. Ecología de comunidades. Primera Edición. Editado por la Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Km 15.5 Carretera a Nogales, Zapopan, Jalisco. 124 pp.
- INEGI. 2002. Colección: Cuadernos estadísticos municipales y delegacionales. Edición 2002.
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem02/estatal/yuc/m058/index.htm> Fecha de consulta: 30 de marzo del 2013.
- INEGI. 2002a. Colección: Cuadernos estadísticos municipales y delegacionales. Edición 2002.
https://www.google.com.mx/webhp?source=search_app#hl=es&client=psy-ab&q=cuaderno+estad%C3%ADstico+municipal+ganadera++tizim%C3%ADn%2C+yucat%C3%A1n+2002&oq=cuaderno+estad%C3%ADstico+municipal+ganadera++tizim%C3%ADn%2C+yucat%C3%A1n+2002&gs_l=serp.3...10966.11616.7.12654.3.3.0.0.0.162.455.0j3.3.0...0.0...1c.1.7.psy-ab.2iwjzFVQGN&pbx=1&bav=on.2.or.r_cp.r_qf.&fp=3d89a565dd6086ad&biw=1024&bih=600 Fecha de consulta: 31 de marzo del 2013.
- INEGI, Conabio e INE. 2009. Ecorregiones terrestres de México, escala 1:1 000 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto Nacional de Ecología, México.

- INEGI 2010. Economía. Producto Interno Bruto. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/cuadrosestadisticos/GeneraCuadro.aspx?s=est&nc=785&c=24393> Fecha de consulta: 05 de Abril de 2012.
- INEGI 2011. Anuario estadístico de Yucatán 2011/Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Gobierno del Estado de Yucatán. ISSN 01888404. México. Pp 447-494.
- INEGI 2012. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2011. ISSN 0188-8692. México. 155 pp.
http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aeum/2011/Aeum11_1.pdf
 Fecha de consulta: 26 de marzo del 2013.
- IPCC 2007. Climate Change. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III of the Fourth Assessment Report of the IPCC. Capítulos 8 y 12. <http://www.ipcc-wg3.de/publications/assessment-reports/ar4/working-group-iii-fourth-assessment-report> Fecha de consulta: 19 de abril del 2012.
- Janzen H. 2011. What place for livestock on a re-greened earth?. *Animal Feed Science and Technology* 166-167:783-796.
- Jiménez G., M. López-Carmona, J. Nahed-Toral, S. Ochoa-Gaona, B. de Jong. 2008. Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México. *Vet. Méx.* 39 (2):199-213.
- Krebs Ch. 1999. *Ecological methodology*. Addison-Welsey Education Publishers. ISBN 0321021738. USA. 581 pp.
- Ku J. 2015. Comunicación personal.
- Ku J, Ramírez L, Jiménez G, Alayón J, *et al.* 1999. Árboles y Arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 143, Roma, Italia.
- Larrahondo J. 1985. Productos naturales: pruebas químicas iniciales en una planta. Guía de estudio del Departamento de Química. Universidad del Valle. 10 pp.
- Lascano C., Pérez R., Plazas C., Medrano J., Pérez O., Argel O. 2002. Pasto Toledo (*Brachiaria brizanta* CIAT 26110). Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. CORPOICA. CIAT. Cali, Colombia. 22 pp.
- Laurance WF. 2008. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biological Conservation*. 141:1731-1744.
- LEAD (The Livestock Environment and Development). 2006. *Livestock long shadow. Environmental issues and options*. ISBN 978 2 5 105571 7. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 416 pp.
- Lecco, 2013. TruMac CN. Carbon/Nitrogen Determinator. Instruction Manual. Version 1.3x. Part number 200-725 No. HQ-Q-994. Lecco Corporation.
- Leff E. 2004. *Racionalidad ambiental*. Siglo XXI. Primera edición. México D.F. 536 pp.
- López H, Rivera L, Ortega R, Escobedo M, Magaña M, Sanginés G, Sierra V. 2008. Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo. *Técnica Pecuaria México*. 46 (2): 205-215
- Magurran E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. London, Chapman and Hall. 192 pp.

- Makkar H, Becker K. 1993. Vanillin-HCl method for condensed tannins: effect of organic solvents used for extraction of tannins. *Journal of Chemical Ecology*. 19 (4): 613 - 621.
- Márquez M. et al. 2009. Estado de degradación del suelo en los pastizales de la cuenca del río Juchipila. VI Simposio Internacional de Pastizales. 4 al 7 de noviembre del 2009. Universidad Autónoma de Nuevo León, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. <http://www.patrocipes.org.mx/publicaciones/pastizales/SimposioPastizales6/pastizala.pdf> Fecha de consulta: 05 de abril del 2012.
- Monjardino M, Revell D, Pannell D. 2010. The potential contribution of forage shrubs to economic returns and environmental management in Australian dryland agricultural systems. *Agricultural Systems* 103 (2010) 187–197.
- Morales T. 2000. Comportamiento animal, conducta ingestiva y calidad forrajera en un sistema silvopastoril de sucesión natural para producción de leche. Tesis de maestría en producción animal tropical. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán. México. 82 pp.
- Mueller-Dombois D. y H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology* Wiley. New York. 547 pp.
- Murguettio E, Cuartas C y Naranjo J (Eds). 2008. *Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo*. Fundación CIPAV. Calí, Colombia. 490 pp.
- Murguettio E, Call Z, Uribe F, Calle A, Solorio B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261: 1654-1663.
- Nahed T, Valdivieso P, Aguilar J, Cámara C, Grande C. 2013a. Silvopastoral systems with traditional management in southeastern México: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production. *Journal of Cleaner Production* (57):266-279
- Nahed T, Sánchez B, Mena Y, Ruiz R, Aguilar J, Castel J, Asis R, Orantes Z, Manzur C, Cruz L, Delgadillo P. 2013b. Feasibility of converting agrosilvopastoral systems of dairy cattle to the organic production model in southeastern Mexico. *Journal of Cleaner Production* 4: 136-145.
- NAS (National Academic Science). 1979. *Tropical legumes: resources for the future* national. Academic Science. Washington D. C. 331 P.
- Orsvok E., Hovell F., De B., Mould F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feed supplements. *Tropical Animal Production*. 5:195.
- Osorio D, Marfil A. 1999. Caracterización de la ganadería lechera del estado de Yucatán, México. *Rev Biomed* 10, 217-227.
- Pagiola S, Ramírez E, Gobbi J, Haan C, Ibrahim M, Murguettio E, Ruíz P. 2007. Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua. *Ecological Economics* 64: 374-385.
- Palma G, Nahed T, Sanginés G. 2011. *Alternativas para una reconversión ganadera sustentable. Agroforestería pecuaria en México*. Universidad de Colima. ISBN 978-607-7797-03-6. Colima, México. 187 pp
- Pérez P, Alarcón J, Mendoza M, Bárcena G, Hernández G, Herrera H. 2001. Efecto de un banco de proteína de kudzu en la ganancia de peso en toros en pastoreo de estrella africana. *Técnica pecuaria en México*. 39 (1). Pp 39-52.
- Perfecto I y Vandermeer J. 2010. The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. *PNAS*. 107(13):5786-5791

- Pezo D, Ibrahim M. 1998. Sistemas silvopastoriles. Colección de Modelos de Enseñanza Agroforestal No. 2. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE.
- Pfaff, A.S.P., Kerr, S., Hughes, R.F., Liu, S., Sanchez-Azofeifa, G.A., Schimel, D., Tosi, J. & Watson, V. 2000. The Kyoto protocol and payments for tropical forest: an interdisciplinary method for estimating carbon-offset supply and increasing the feasibility of carbon market under the CDM. *Ecological Economics* 35: 203-221.
- Phalan B., Balmford A., Green R., Scarlemann J. 2011. Minimising the harm to the biodiversity of producing more food globally. *Food Policy*. 36:572-571.
- Pollan M. 2008. In defense of food: an eater's manifesto. Penguin Press. USA. 256 pp.
- Pomareda E. 2010. Gestión de fincas ganaderas para generar beneficios económicos directos y conservar la biodiversidad. VI Congreso de Agrosilvoforestería Panamá.
- PROGAN S/F. Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo. Guía PROGAN. Programa de uso sustentable de recursos naturales para la producción primaria. Componente Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN). Coordinación general de ganadería. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.
- PROFEMOR. 2005. Diagnóstico participativo. Programa de Fortalecimiento a Empresas y Organización Rural. Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable de Tzucacab, Yucatán.
<http://www.docstoc.com/docs/3266571/Consejo-Municipal-de-Desarrollo-Rural-Sustentable-de-Tzucacab-Yucatn-DIAGNOSTICO>
 Fecha de consulta: 30 de marzo del 2013.
- Provenza F. 2003. Foraging Behavior: Managing to survive in a world of change. behavioral principles for human, animal, vegetation and ecosystem management. Department of Forest, Range, and Wildlife Science. Utah State University. USA. 63 pp.
- Ramírez A. 2006 Ecología métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 271 p.
- Ramos G, Frutos F, Girález, A. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Archivos de Zootecnia*. 47: 597-620.
- Restrepo S. 2002. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en trópico seco, cañas Costa Rica. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. 102 pp.
- Risso, C, Suely P, Borges V,. 2005. Meiotic Behavior in interspecific hybrids between *Brachiaria ruziziensis* and *Brachiaria brizantha* (Pocaceae). *Euphytica* 145:155-159.
- Rosales M. S/F. Mezclas de forrajes: Uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. II Conferencia Electrónica sobre Agrosilvoforestería para la Producción Animal en América Latina (Agrofor2).
<http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>
 Fecha de consulta: 16 de diciembre del 2012.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México. 504 pp.

- SAGARPA. 2012. México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático. SAGARPA- FAO.
<http://www.sagarpa.gob.mx/programas2/evaluacionesExternas/Lists/Otros%20Estudios/Attachments/37/Cambio%20Climatico.pdf> Fecha de consulta: 06 de marzo del 2015
- SEDESOL. 2015. <http://www.gob.mx/sedesol> Fecha de consulta: febrero 2015.
- Sauvant D, Van Milgen J, 1995. Dynamic aspects of carbohydrate and protein breakdown and the associated microbial matter synthesis. En: Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. W. v. Engelhard S, Leonhard-Marek, Breves G, Diessecke D (Eds). Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Germany, pp 71-91.
- SEMARNAT. 2006. El medio ambiente en México: en resumen. Capítulo 2. Vegetación y uso de Suelo. SEMARNAT. ISBN 968-817-777-6. México D.F.
http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/02_vegetacion/cap2.html#10
 Fecha de consulta: 05 de abril del 2012
- SEMARNAT. 2015. Sistema Nacional de Indicadores Ambientales-SNIA.
<http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales/snia> Fecha de consulta: 04 de marzo del 2015.
- SIAP. 2010. Anuario Agropecuario. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=285&Itemid=391 Fecha de consulta: 05 de abril de 2012.
- SIAP. 2015. Resumen nacional. Producción, precio, valor, animales sacrificados y peso
<http://www.siap.gob.mx/resumen-nacional-pecuario/> Fecha de consulta : 28 de enero de 2015
- Sniffen C, O'Connor P, Van Soest D, y Russel J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II carbohydrate and protein availability. Journal Animal of Science. 70:3562-3577
- Süss K, Storm Ch, Zimmermann K, Schwabe A. 2007. The interrelationship between productivity, plant species richness and livestock diet: a question of scale?. Applied Vegetation Science 10: 169-182.
- Soler P, Berroterán J, Gil J, Acosta R. 2008. Producción de la hojarasca de la vegetación nativa en llanos 435 altos centrales de Venezuela. Zootecnia Tropical 26 (3): 265-268. 436.
- Sparks, D.R., and J.C. Malechek. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. J. Range Manage., 21: 264-265.
- Tilman D, Wedin D. y Knops J. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. Nature. 379:718-720.
- Terán S, Rasmussen C. 2009. La milpa de los mayas. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN 978-607-02-0686-3.
- Tscharntke T, Klein A. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity—ecosystem service management. Ecol. Lett. 8: 857–874.
- Urquia N. 2013. FAO recomienda evitar asistencialismo. El economista. 1 de mayo del 2013.

<http://eleconomista.com.mx/sociedad/2013/05/01/fao-recomienda-evitar-asistencialismo> Fecha de consulta: 06 de marzo del 2015.

- Van Soest PJ. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.
- Van Soest PJ. 1993. Forage cell wall structure and digestibility. American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science Society of America.
<https://dl.sciencesocieties.org/publications/books/tocs/acsesspublicati/foragecellwalls>. Fecha de consulta 06 de marzo de 2015.
- Vermeulen SJ. 2014. Climate change, food security and small-scale producers. CCAFS Info Brief. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen (Dinamarca). Disponible en línea en: www.ccafs.cgiar.org
- Villegas D., Bolaños M., Olgún P. 2001. La ganadería en México. Instituto de Geografía UNAM. ISBN 968-856-918-6. Ciudad Universitaria. México D.F. 158 pp.
- Zamora C., Flores G., Ruenes M. 2009. Flora útil y su manejo en el cono sur del Estado de Yucatán, México. Polibotánica. 28: 227-250.
- Zapata B., Bautista Z., Astier C. 2009. Caracterización forrajera de un sistema silvopastoril de vegetación secundaria con base en la aptitud de suelo. Técnica Pecuaria México 47 (3): 257-270.

Anexo 1. Caracterización del componente leñoso de la selva mediana subcaducifolia secundaria en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México.

Gómez T, Albor C, Tun J, González C, López S, Ku C.

RESUMEN

El sureste mexicano posee una de las masas forestales tropicales más transformadas por el sector agropecuario, por ello es prioritario caracterizar las comunidades vegetales secundarias para la generación de directrices hacia su conservación. El objetivo del presente estudio fue determinar la composición, riqueza, diversidad y estructura del componente leñoso de la selva mediana subcaducifolia secundaria de la zona sur del estado de Yucatán. El método de muestreo se basó en diez cuadros de 10 x 10 m (0.1 ha), establecidos en vegetación secundaria de entre 10 y 20 años de reposo. Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener, el valor de importancia relativa (VIR) y construyeron histogramas de estructura vertical y horizontal. Se registraron 524 individuos leñosos pertenecientes a 66 especies, 52 géneros y 24 familias, entre las cuales figuran siete especies endémicas. El valor de diversidad obtenido fue de 3.6. La estructura se caracterizó por albergar el mayor número de individuos en las clases inferiores de alturas (51.9 %) y diámetros (48 %). Según el VIR, las especies dominantes fueron *Piscidia piscipula*, *Guazuma ulmifolia* y *Enterolobium cyclocarpum*, y Fabaceae con sus 24 especies albergó el 50.01 % del índice. La selva mediana subcaducifolia secundaria del sur del estado de Yucatán, presenta buen desarrollo estructural, elevada diversidad y riqueza taxonómica, así como alberga especies endémicas y características de esta comunidad vegetal. Los resultados enfatizan la importancia de la vegetación secundaria para la conservación de la flora leñosa de la porción sur del estado de Yucatán.

Palabras clave: diversidad; estructura; riqueza; sureste de México; vegetación secundaria.

ABSTRACT

The Southeast Mexico has one of the tropical forests more transformed by agricultural and livestock activities, so it is a priority to characterize the secondary plant communities to generate guidelines to conservation. The aim of this study was to determine the composition, richness, diversity and structure of the woody component of a secondary deciduous tropical forest of the southern of Yucatan. The sampling method was based in ten quadrants of 10 x 10 m (0.1 ha) which was established in secondary vegetation between 10 and 20 years of rest. It was calculated the Shannon-Wiener diversity index, the relative importance value (RIV) and there were built vertical and horizontal histograms of the vegetation structure. A number of 524 woody individuals were registered belonging to 66 species, 52 genera, and 24 families, including seven endemic species. The obtained diversity value was 3.6. The structure was characterized by holding the largest number of individuals in the lower heights (51.9%) and diameters (48%). Based on the RIV it was found that the dominant species were *Piscidia piscipula*, *Guazuma ulmifolia* and *Enterolobium cyclocarpum*, and that Fabaceae accounted for the 50.01 % of the index with 24 species. The results emphasize the role of secondary vegetation for the woody flora conservation of the southern of Yucatan state.

Key words: diversity; structure; richness; Southeast Mexico; secondary vegetation.

INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales son ecosistemas relevantes para el mantenimiento de la biodiversidad, sin embargo a nivel mundial han sido transformados por actividades antropogénicas, creando un extenso sistema de paisajes secundarios que almacenan parcialmente la diversidad original (Gibson et al., 2011). Bajo la categoría de vegetación secundaria se contemplan las comunidades naturales de plantas que se establecen como consecuencia de la destrucción total o parcial de la vegetación primaria o clímax, con una fisionomía y composición florística muy diferente a la original (Gómez-Pompa & Vázquez-Yanes, 1985; Brown & Lugo, 1990). En México la superficie ocupada por la vegetación secundaria es considerable, sobre todo en las regiones de clima húmedo y semihúmedo (Rzedowski, 1978), ocupando aproximadamente 45% del territorio nacional (González-Medrano, 2004).

La península de Yucatán se encuentra compuesta en su totalidad por vegetación secundaria con un alto grado de fragmentación y diferentes estados sucesionales, en donde incluso las zonas con un mayor estado de conservación muestran relictos de manejo humano por parte de la cultura maya (Gómez-Pompa, Flores & Sosa, 1987; Rico-Gray & García-Franco, 1992; Turner et al., 2001). El estado de Yucatán es el que presenta la mayor transformación del paisaje en la península, con únicamente el 12% de su territorio bajo un estado de conservación óptimo (Chiappy et al., 2000; Chiappy & Gama, 2004).

Los estudios de la vegetación secundaria en la península de Yucatán son escasos y generalmente descriptivos, existiendo algunos estudios cuantitativos sobre la estructura de la vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia (Mizrahi et al., 1997; Ceccon et al., 2002; González-Iturbide, et al., 2002; Leirana-Alcocer et al., 2009), sin embargo este tipo de análisis es aun inexistente para la selva mediana subcaducifolia de la zona sur del estado de Yucatán.

La selva mediana subcaducifolia tiene uno de sus mayores reservorios en la península de Yucatán (Miranda & Hernández-X., 1963; Rzedowski, 1978; Pennington & Sarukhán, 2005), siendo el segundo tipo de vegetación con mayor superficie (Carnevali et al., 2003). En el estado de Yucatán se distribuye principalmente en la región sur, en donde se caracteriza por un estrato arbóreo con alturas entre 10 y 30 m, con una elevada riqueza y endemismo del componente leñoso, así como por la dominancia de especies leñosas como *Bursera simaruba*, *Croton reflexifolius*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Lysiloma latisiliquum*, *Manilkara zapota* y *Phyllostylon brasiliense* (Flores & Espejel, 1994; Zamora, 2007; Palma, 2009; Gutiérrez-Báez, 2010). Debido a lo anterior el presente estudio tiene como objetivo analizar los parámetros estructurales, la diversidad y la composición florística, del componente leñoso de la selva mediana subcaducifolia secundaria del municipio de Tzucacab.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El área de estudio se ubica en el municipio de Tzucacab, al sur del estado de Yucatán, México (19°38' - 20°09' N y 88°59' - 89°14' W). La superficie del municipio es de aproximadamente 77,000 ha y alberga a más de 14,000 habitantes. Su altitud varía entre 10 y 150 msnm, con clima cálido subhúmedo (Awo'') con lluvias en verano y suelos kársticos dominados por litosoles (INEGI, 2012); su temperatura media anual es de 25.5 °C y la precipitación total anual de 1,244.7 mm (CNA, 2014). Sus principales actividades económicas son la agricultura, ganadería y apicultura. La vegetación de la zona de estudio pertenece principalmente a selva mediana subcaducifolia con dominancia de *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum* y *Vitex gaumeri* (Miranda & Hernández-X., 1978; Zamora et al., 2008), y en menor medida existen otras formaciones vegetales como la selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, selva baja subperennifolia y sabana (Zamora, 2007).

Selección de puntos de muestreo y estructura de la vegetación. Se muestreo selva mediana subcaducifolia secundaria de entre 10 y 20 años de reposo al desmonte, previamente utilizada para ganadería extensiva y cultivo de maíz bajo el sistema tradicional de roza, tumba y quema. Los puntos de muestreo fueron ubicados con apoyo de guías locales, y después de realizar observaciones de campo, se consideraron similares respecto a sus características fisiográficas e historia de manejo. Los muestreos se realizaron entre los meses de marzo-noviembre del 2014, mediante un método basado en diez cuadros de 10 x 10 m (0.1 ha) según lo propuesto por Gentry (1988). En cada cuadrante se realizaron mediciones de diámetro a la altura del pecho (DAP), estimación de altura e identificación taxonómica, a los organismos (árboles, arbustos y lianas leñosas) con un DAP \geq a 1 cm y con una altura \geq a 1.5 m. Los organismos fértiles o estériles no identificados en campo, fueron colectados y transportados al herbario "Alfredo Barrera Marín" de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) para su determinación y resguardo.

Análisis de datos. La determinación de la representatividad del muestreo se realizó mediante una curva de acumulación de especies empleando los modelos de Chao 2, Bootstrap y Singletons (Moreno et al., 2011), estos modelos fueron corridos con el programa *Estimate S* versión 9.1.0 (Colwell, 2013). Para la estimación de la diversidad se utilizó el índice de Shannon-Wiener (Magurran, 1988) y se aplicó el modelo de Bootstrap a un intervalo de confianza del 95%. Ambos análisis fueron realizados con el programa *Species Diversity and Richness 3.02* (PISCES Conservation Ltd, 2002). Para la descripción de las estructuras horizontal y vertical del componente leñoso, se consideraron clases diamétricas y de alturas con base a Palma (2009). Para conocer la dominancia de las especies del componente leñoso fue utilizado el Valor de Importancia Relativa (VIR), el cual contempla la densidad, frecuencia y dominancia de las especies estandarizadas a valores relativos (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

RESULTADOS

Curva de acumulación de especies. De acuerdo con los modelos de Chao 2 y de Bootstrap, la curva de acumulación de riqueza específica observada (66 spp.) no alcanzó la asíntota (77-79 spp.), sin embargo se obtuvo una representación entre el 83 y 85 %, donde el índice de Chao 2 resultó el más riguroso. De acuerdo al modelo de Singletons el muestreo puede ser considerado confiable debido al descenso de su curva en su porción final, lo cual indica la tendencia de desaparición de especies presentes en un solo punto de muestreo (Fig. 1).

Composición florística. En el sitio de muestreo se registraron 524 individuos leñosos pertenecientes a 66 especies, 52 géneros y 24 familias, entre las cuales se encuentran 7 especies endémicas: *Acacia dolichostachya*, *A. gaumeri*, *Croton arboreus*, *Guettarda gaumeri*, *Havardia albicans*, *Lonchocarpus xuul* y *Randia longiloba*.

Las familias mejor representadas en base al número de especies fueron: Fabaceae (24), Rubiaceae (7) y Malvaceae (4), las cuales representan 53 % del total de especies registradas. Tres de las familias restantes poseen 3 especies, cuatro poseen 2 especies y catorce están representadas por 1 especie. Los géneros con mayor riqueza específica fueron *Acacia* (6) y *Diospyros* (3), los restantes cincuenta géneros poseen menos de tres especies.

Las especies con mayor abundancia fueron *Bauhinia unguolata* (42), *Piscidia piscipula* (40), *Senna villosa* (34), *Hybanthus yucatanensis* (32), *Bauhinia divaricata* (31) y *Diospyros yatesiana* (31); las cuales representan 40.1 % del total de individuos registrados. Entre las especies consideradas “raras” debido a que únicamente se registró un individuo estuvieron *Chiococca alba*, *Croton arboreus*, *Cupania dentata*, *Malpighia glabra* y *Vitex gaumeri*.

Índices de diversidad. El valor de diversidad de Shannon-Wiener fue de 3.6 y mediante el uso del modelo Bootstrap, el rango de diversidad posible para datos con acomodo similar fue de 3.4 - 3.7.

Estructura. La distribución de individuos en las clases de alturas, nos muestran que la clase de 1.5 - 4.4 m tuvo 272 individuos correspondientes al 51.9% del total registrado, así como 47 especies (71.2 %) que poseen al menos un individuo en esta clase. La distribución de los individuos en las clases de alturas, sigue el característico patrón de J-invertida, el cual indica que conforme se avanza a las clases superiores disminuye el número de individuos que poseen (Fig. 2). Las especies con mayor altura registrada (15 m) fueron *Acacia dolichostachya*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Diospyros yucatanensis* y *Vitex gaumeri*.

La estructura horizontal se caracterizó por la presencia de especies con diámetros pequeños (42 especies con al menos un individuo en la clase inferior), debido a que 254 individuos (48 %) se ubican en la clase de 1-5.9 cm (Fig. 3). En la última clase diamétrica (≥ 21 cm) se observó un aumento en el número de individuos respecto a su predecesora (16-20.9 cm), equivalente al 34% ($38-51=13$ individuos). Los individuos con los mayores diámetros pertenecieron a *Acacia dolichostachya*, *Ehretia tinifolia*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Guazuma ulmifolia*.

Las especies ubicadas en las clases inferiores para ambos parámetros (altura y diámetro), representan un rico estrato arbustivo donde destacan por su abundancia: *Acacia collinsii*, *A. farnesiana*, *A. cornígera*, *Bauhinia divaricata*, *B. unguolata*, *Hybanthus yucatanensis*, *Senna villosa* y *Xylosma flexuosa*.

Valor de importancia relativa (VIR). Con base en el análisis VIR (Anexo 1), se encontró que 5 especies concentran un 33.38 % del valor total del índice, 10 especies albergaron 49.31 % y la familia Fabaceae con sus 24 especies albergó el 50.01 % del VIR.

El primer lugar en el índice VIR de *Piscidia piscipula*, se debió a que fue la especie con mayor dominancia y frecuencia relativa entre las especies registradas. *Guazuma ulmifolia* y *Enterolobium cyclocarpum* ocuparon el segundo y tercer lugar respectivamente, debido a sus elevadas dominancias relativas, a pesar de la baja densidad y frecuencia de *E. cyclocarpum*. La

especie con mayor densidad relativa fue *Bauhinia unguolata* quien ocupó el cuarto lugar del VIR.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En referencia a la riqueza taxonómica, se observa alta variabilidad entre nuestros resultados y los de estudios de selva mediana subcaducifolia conservada de la región (Zamora et al., 2008; Palma, 2009; Gutiérrez-Báez et al., 2012 a, b), principalmente a nivel género y especie. Esto es atribuible a diferencias en los métodos de muestreo y a las condiciones microtopográficas y edáficas correlacionadas con la distribución de las especies (Cortés-Castelán e Islebe, 2005). Lo anterior concuerda con estudios que han concluido que la riqueza taxonómica no es un factor significativo para diferenciar etapas serales de la vegetación en la península de Yucatán (Leirana-Alcocer et al., 2009; Dupuy et al., 2012; García-Licona et al., 2014).

El primer lugar en riqueza del género *Acacia* concuerda con lo reportado por Palma (2009) para la selva mediana subcaducifolia del Área Natural Protegida Estatal San Juan Bautista Tabí caracterizada por sus antecedentes agropecuarios, con Rzedowski (1978) para la vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia y por Flores (2001) para la selva baja caducifolia secundaria. A diferencia del presente estudio, el género *Diospyros* es comúnmente el más rico en especies en la selva mediana subcaducifolia conservada (Zamora et al., 2008; Palma, 2009; Gutiérrez-Báez et al., 2014), esto posiblemente se relacione con el manejo y protección que le proporcionaban los primeros habitantes de las selvas mexicanas y centroamericanas (Gómez-Pompa, 1971).

La diversidad encontrada (3.6) y el rango de diversidad posible (3.4 – 3.7), es similar a lo registrado para selvas maduras en la región (Zamora et al., 2008; Palma, 2009; Gutiérrez-Báez et al., 2012 a, b). En cuanto a la composición florística es importante denotar la ausencia de especies características de este

tipo de vegetación como *Caesalpinia gaumeri*, *Ceiba pentandra*, *Croton reflexifolius*, *Diospyros tetrasperma*, *Lonchocarpus rugosus* y *Manilkara zapota* (Miranda y Hernández-X., 1978; Flores & Espejel, 1994; Zamora et al., 2008). En la zona sur del estado, se ha encontrado que especies como las anteriores son desplazadas por pioneras de amplia distribución como *Guazuma ulmifolia*, *Mimosa bahamensis*, *Piscidia piscipula* y *Trichilia glabra* (Navarro, 2001; Gaumer-Araujo, 2009).

Los valores máximos en el VIR de *Piscidia piscipula*, *Guazuma ulmifolia* y *Enterolobium cyclocarpum*, difieren de los estudios en zonas conservadas que señalan como especies dominantes de la selva mediana subcaducifolia a *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum*, *Manilkara zapota*, *Lonchocarpus xuul*, *Coccoloba cozumelensis* y *Phyllostylon brasiliense* (Zamora et al., 2008; Palma, 2009; Gutiérrez et al., 2012 a, b, 2014). La dominancia de *P. piscipula* es una tendencia encontrada en estudios de vegetación secundaria (Pool, 2000; Zamora, 2007; Gaumer-Araujo, 2009), debido a su alta tasa de establecimiento, rápido crecimiento y tolerancia a diferentes tipos de suelo sujetos a actividades agropecuarias (Zapata, 2006). La ubicación de *Vitex gaumeri* y *Croton arboreus* entre las especies “raras” debido a que solo se les registro un solo individuo, y la presencia de *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum*, *Havardia albicans* y *Lonchocarpus xuul* por debajo de las 15 especies con mayor VIR, sugieren cambios importantes en la dominancia de las especies, debido a que las especies mencionadas son reportadas como características y dominantes de este tipo de vegetación en la región (Miranda y Hernández-X., 1978; Flores & Espejel, 1994; Navarro, 2001; Zamora 2007; Palma, 2009).

En la estructura vertical, el patrón de J-invertida característico de las selvas de la península de Yucatán indica que la vegetación mantiene procesos de recambio natural (García-Licona et al., 2014). La clase de altura de 1.5 a 4.4 m fue la mejor representada (51.9 %) y la menos fue la ≥ 10.5 m (12.78 %), esto es similar a lo encontrado en selvas conservadas de la región como el parque estatal de Kabah (50.35 %; 11.92 %) y la Reserva Biocultural del Puuc (45.52

%; 14.71 %) (Palma, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2012a). La estructura horizontal presenta la mayor cantidad de individuos en la clase diamétrica inferior al igual que en estudios de zonas conservadas (Navarro, 2001; Zamora 2008; Gutiérrez *et al.*, 2012a). Sin embargo, no presenta el típico patrón de J-invertida por el aumento de individuos en la última clase (≥ 21 cm), debido a individuos de especies con propiedades forrajeras, sombra o belleza escénica (*Ehretia tinifolia*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Guazuma ulmifolia*) que no fueron removidos de la zona por las actividades agropecuarias. Los resultados sugieren que selvas secundarias como la del presente estudio (10-20 años de reposo), se encuentran próximas a alcanzar madurez estructural de las selvas conservadas de la región (≥ 50 años).

El presente trabajo concluye que la selva mediana subcaducifolia secundaria del municipio de Tzucacab, se caracteriza por su componente leñoso dominado por especies pioneras principalmente de la familia Fabaceae, una baja diversidad y un notorio cambio en su composición florística si se compara con selvas maduras de la región. No obstante, su estructura, riqueza taxonómica y la presencia de especies endémicas y características de esta comunidad vegetal, denotan su importancia biológica y potencial regenerativo, por lo cual es necesario la toma de medidas de conservación para el mantenimiento de la flora leñosa en la porción sur del estado de Yucatán.

AGRADECIMIENTOS

Al financiamiento PAPIIT101813 y IV200715UNAM. A Ignacio Alvarado, Rigoberto Ek y José Alberto Erales por el apoyo para trabajar en las unidades de producción estudiadas. A Sandra López Manzanero, Jorge de la Cruz, Arturo Cantón, Cristina Mota y Josué Ayuso, por su apoyo para los muestreos. Al Herbario Alfredo Barrera Marín de la UADY por el préstamo de material y la consulta de ejemplares.

REFERENCIAS

- Brown, S., & Lugo, A. E. (1990). Tropical secondary forests. *Journal of tropical ecology*, 6(1), 1-32.
- Carnevali, G., Ramírez-Morillo, I., & González-Iturbe, J. A. (2003). *Flora y vegetación de la Península de Yucatán*. En: Colunga-García, P., & Larqué-Saavedra, A. (eds). *Naturaleza y Sociedad del Área Maya: pasado, presente y futuro*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. Mérida. Yucatán. pp. 53-68.
- Ceccon. E., I. Olmsted, C. Vázquez-Yanes & J. Campos-Alves, 2002. "Vegetation and soil properties in two tropical dry forests of differing regeneration status in Yucatan". *Agrociencia*, 36(5): 621631.
- Chiappy, C., & Gama, L. (2004). Modificaciones y fragmentación de los geocomplejos tropicales de la península de Yucatán. *Universidad y Ciencia*, 1, 17-25.
- Chiappy, C., Gama, L., Giddings, L., Rico-Gray, V., & Velázquez, A. (2000). Caracterización de los paisajes terrestres actuales de la península de Yucatán. *Investigaciones geográficas*, 42, 28-39.
- CNA (Comisión Nacional del Agua). (2014). *Base de datos climatológicos de la estación Ingenio Catmis, Tzucacab, Yucatán*. <http://smn.cna.gob.mx/>.
- Colwell, R. K. (2013). *Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Versión 9.1.
- Cortés-Castelán, J. C., & Islebe, G. A. (2005). Influencia de factores ambientales en la distribución de especies arbóreas en las selvas del sureste de México. *Revista de Biología tropical*, 53(1/2), 115.
- Dupuy, J. M., Hernández-Stefanoni, J. L., Hernández-Juárez, R. A., Tetetla-Rangel, E., López-Martínez, J. O., Leyequién-Abarca, E., ... & May-Pat, F. (2012). Patterns and correlates of tropical dry forest structure and composition in a highly replicated chronosequence in Yucatan, Mexico. *Biotropica*, 44(2), 151-162.
- Flores, J. S. (2001). *Leguminosae: florística, etnobotánica y ecología*. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán. 320 pp.

- Flores, J. S., & Espejel, I. (1994). *Tipos de vegetación de la Península de Yucatán*. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán. 135 pp.
- García-Licona, J. B., Esparza-Olguín, L. G., & Martínez-Romero, E. (2014). Estructura y composición de la vegetación leñosa de selvas en diferentes estadios sucesionales en el ejido El Carmen II, Calakmul, México. *Polibotánica*, 38, 01-26.
- Gaumer-Araujo, R. (2009). *Estructura, composición y potencial maderable de la vegetación secundaria con diferente uso de suelo en el rancho Hobonil, Yucatán, México* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Gentry, A. H. (1988). Changes in plan community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann.Mo.Bot.Gard.* 75, 1-34.
- Gibson, L., Lee, T. M., Koh, L. P., Brook, B. W., Gardner, T. A., Barlow, J., ... & Sodhi, N. S. (2011). Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, 478(7369), 378-381.
- Gómez-Pompa, A. (1971). Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. *Biotropica*, 3(2): 125-135.
- Gómez-Pompa, A., & Vázquez-Yanes, C. (1985). Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*, 2, 1-25.
- Gómez-Pompa, A., Flores, J. S., & Sosa, V. (1987). The 'pet kot': a man-made tropical forest of the Maya. *Interciencia*, 12:10-15.
- González-Iturbe, J. A., Olmsted I., & Tun-Dzul, F. (2002). Tropical dry forest recovery after long term Henequén (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatán, México. *Forest Ecology and Management*, 167(1), 67-82.
- González-Medrano, F. (2004). *Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México*. Instituto Nacional de Ecología, México, DF. 77 pp.

- Gutiérrez-Báez, C., 2010. *Punto de Unión Territorial (PUT) de Yucatán: Caracterización del componente leñoso de la vegetación como indicadora para la propuesta de un Área Natural Protegida*. (Tesis de Maestría) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. México.
- Gutiérrez-Báez, C., Ortiz-Díaz, J. J., Flores-Guido, J. S., & Zamora-Crescencio, P. (2012 a). Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del Punto de Unión Territorial (PUT) de Yucatán, México. *Polibotánica*, 33, 151-174.
- Gutiérrez-Báez, C., Zamora-Crescencio, P. & Hernández-Mundo, S. C. (2012 b). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Mucuychacán, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 14(1), 9-16.
- Gutiérrez-Báez, C., Zamora-Crescencio, P. & Hernández-Mundo, S. C. (2014). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de san Agustín Olá, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 16(1), 17-24.
- INEGI (2012). *Anuario estadístico y geográfico del estado de Yucatán*. Ed. México, D.F.
- 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). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. 114 pp.
- Leirana-Alcocer, J. L., Hernández-Betancourt, S., Salinas-Peba, L., & Guerrero-González, L. (2009). Cambios en la estructura y composición de la vegetación relacionados con los años de abandono de tierras agropecuarias en la selva baja caducifolia espinosa de la reserva de Dzilam, Yucatán. *Polibotánica*, 27, 53-70.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*. London, Chapman and Hall. 192 pp.

- Miranda, F., & Hernández-X., E. (1978). *Vegetación de la península yucateca: rasgos fisiográficos, la vegetación* (segunda Ed.): Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura.
- Miranda, F., & Hernández-X., E. (1963). *Los tipos de vegetación de México y su clasificación*. Colegio de Postgraduados, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Mizrahi, A., Ramos Prado, J.M. & Jiménez-Osornio, J.J., 1997. "Composition, structure and management potencial of secondary dry tropical vegetation in two abandoned plantations of Yucatan, Mexico". *Forest Ecology and Management*, 94: 79-88.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1249-1261.
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons. Canadá.
- 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.
- Palma, G. A. (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.
- Pennington, T. D., & Sarukhan, J. (2005). *Arboles Tropicales de México. Manual Para Identificación de Las Principales Especies*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pisces Conservation Ltd. (2002). *Species Diversity & Richness III-Version 3.02*. England.
- Pool, C. A. P. (2000). *Composición, estructura y manejo actual de la vegetación secundaria en diferentes etapas de barbecho en Hocabá,*

Yucatán, México. (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. México.

- Rico-Gray, V., & García-Franco, J. G. (1992). Vegetation and soil seed bank of successional stages in tropical lowland deciduous forest. *Journal of Vegetation Science*, 3(5), 617-624.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México. 504 pp.
- Turner, B. L., Villar, S. C., Foster, D., Geoghegan, J., Keys, E., Klepeis, P., Lawrence, D., Macario, P., Manson, S., Ogneva-Himmelberger, Y., Plotkin, A. B., Perez, D., Chowdhury, R. R., Savitsky, B., Schneider, L., Schmook, B., & Vance, C. (2001). Deforestation in the southern Yucatán peninsular region: an integrative approach. *Forest Ecology and Management*, 154(3), 353-370.
- Zamora, P. (2007). *Caracterización de la vegetación y su manejo en el municipio de Tzucacab*. (Tesis de Maestría). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. México.
- Zamora, P., García, G., Flores, J. S. & Ortiz, J. J. (2008). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del estado de Yucatán, México. *Polibotánica*, 26, 39-66.
- Zapata, G. J. (2006). *Rendimiento y calidad de forraje durante la época de seca de *Leucaena leucocephala*, *Piscidia piscipula* y *Bauhinia divaricata*, integradas en la vegetación secundaria, en tres unidades de suelo al sur de Yucatán*. (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. México.

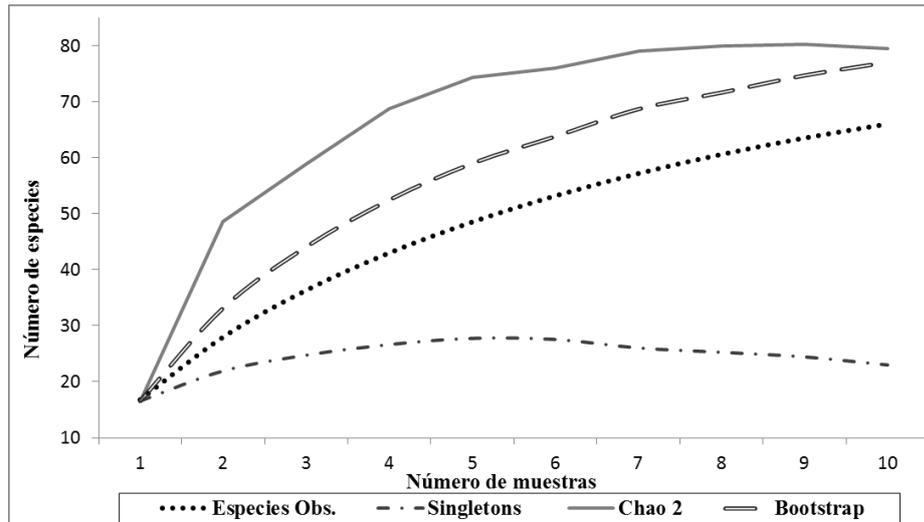


Fig. 1. Curva de acumulación de riqueza de especies y los modelos de Chao 2, Bootstrap y Singletons.

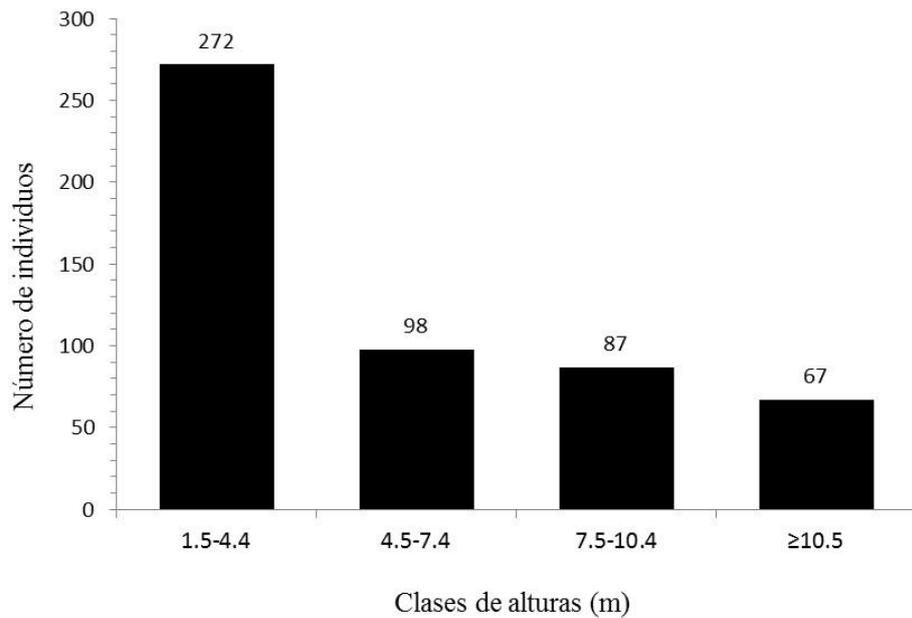


Fig. 2. Distribución de los individuos en las clases de alturas registradas en los puntos de muestreo.

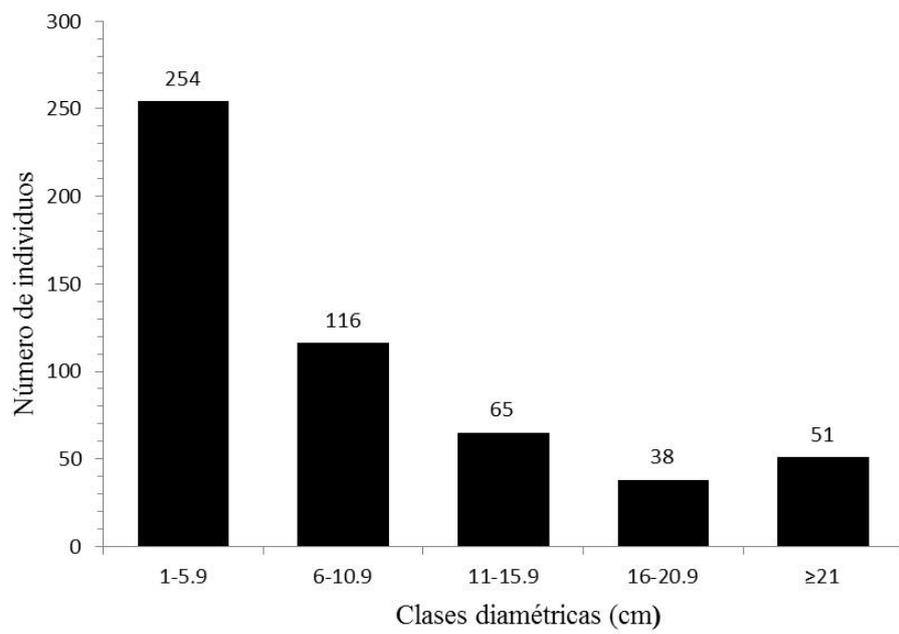


Fig. 3. Distribución de los individuos en las clases diamétricas registradas en los puntos de muestreo.

Anexo 1. Listado de la flora leñosa y valores de importancia de las especies presentes en las parcelas estudiadas en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México. *= Endémica de la península de Yucatán.

Familia	Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	VIR
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	7.63	5.23	17.76	30.63
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	4.20	3.49	16.31	23.99
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Griseb.	1.53	1.74	13.03	16.30
Fabaceae	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	8.02	1.74	5.09	14.84
Violaceae	<i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp.	6.11	4.65	3.64	14.40
Fabaceae	<i>Senna villosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby.	6.49	1.74	2.09	10.33
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	5.92	3.49	0.80	10.21
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	1.72	2.33	5.74	9.78

Anexo 1. Listado de la flora leñosa y valores de importancia de las especies presentes en las parcelas estudiadas en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México. *= Endémica de la península de Yucatán (continuación).

Familia	Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	VIR
Ebenaceae	<i>Diospyros yatesiana</i> Standl.	5.92	2.33	1.46	9.70
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	3.05	2.91	1.81	7.77
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	3.63	2.91	0.37	6.90
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.	2.86	2.91	0.96	6.73
Meliaceae	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	3.24	1.74	1.38	6.37
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i> Saff.	3.44	1.74	0.53	5.71
Fabaceae	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth	0.38	1.16	4.03	5.58
Malpighiaceae	<i>Bunchosia swartziana</i> Griseb.	2.10	2.91	0.43	5.44
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	2.67	2.33	0.43	5.43

Anexo 1. Listado de la flora leñosa y valores de importancia de las especies presentes en las parcelas estudiadas en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México. *= Endémica de la península de Yucatán (continuación).

Familia	Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	VIR
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	1.91	1.74	1.47	5.12
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	0.19	0.58	3.98	4.76
Anacardiaceae	<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	0.57	1.74	2.25	4.56
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.	2.29	1.74	0.35	4.38
Fabaceae	<i>Haemoatoxylum campechianum</i> L.	0.19	0.58	3.60	4.37
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana alba</i> Mill.	1.34	2.91	0.09	4.33
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	0.38	2.33	1.15	3.86

Anexo 1. Listado de la flora leñosa y valores de importancia de las especies presentes en las parcelas estudiadas en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México. *= Endémica de la península de Yucatán (continuación).

Familia	Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	VIR
Malvaceae	<i>Byttneria aculeata</i> (Jacq.) Jacq.	1.15	2.33	0.15	3.63
Lamiaceae	<i>Cornutia pyramidata</i> L.	0.57	1.16	1.83	3.57
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	1.15	2.33	0.06	3.53
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brand. Ex Standl.	0.95	1.16	1.35	3.47
Annonaceae	<i>Sapranthus campechianus</i> (Kunth) Standl.	1.15	1.74	0.54	3.43
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Mill.) T.D. Penn.	1.91	1.16	0.23	3.30
Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i> Sw.	0.76	2.33	0.08	3.17
Rubiaceae	* <i>Randia longiloba</i> Hemsl.	1.15	1.74	0.12	3.01

Anexo 1. Listado de la flora leñosa y valores de importancia de las especies presentes en las parcelas estudiadas en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México. *= Endémica de la península de Yucatán (continuación).

Familia	Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	VIR
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	0.76	1.74	0.49	3.00
Fabaceae	* <i>Acacia dolichostachya</i> S. F. Blake	0.76	1.16	0.74	2.67
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	0.57	1.16	0.80	2.54
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Willd.) Benth.	0.57	1.74	0.05	2.37
Fabaceae	* <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose.	0.76	1.16	0.42	2.34
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	0.95	1.16	0.09	2.20

Anexo 1. Listado de la flora leñosa y valores de importancia de las especies presentes en las parcelas estudiadas en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México. *= Endémica de la península de Yucatán (continuación).

Familia	Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	VIR
Fabaceae	* <i>Acacia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	0.38	1.74	0.03	2.16
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i> Urb.	0.57	1.16	0.21	1.94
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	0.38	0.58	0.92	1.88
Ebenaceae	<i>Diospyros</i> <i>yucatanensis</i> Lundell.	0.57	1.16	0.10	1.84
Simaroubaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	0.38	1.16	0.25	1.80
Fabaceae	<i>Calliandra</i> sp.	0.57	1.16	0.06	1.79
Meliaceae	<i>Trichilia glabra</i> L.	0.38	1.16	0.11	1.66
Fabaceae	* <i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	0.38	0.58	0.67	1.64

Fabaceae	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	0.38	1.16	0.06	1.60
Familia	Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	VIR
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	0.38	0.58	0.57	1.53
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	0.57	0.58	0.32	1.47
Nyctaginaceae	<i>Neea choriophylla</i> Standl.	0.57	0.58	0.02	1.17
Primulaceae	<i>Ardisia escallonioides</i> Schtdl. & Cham.	0.57	0.58	0.02	1.17
Rubiaceae	* <i>Guettarda gaumeri</i> Standl.	0.38	0.58	0.21	1.17
Fabaceae	<i>Senna uniflora</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby.	0.57	0.58	0.01	1.16
Rubiaceae	<i>Psychotria pubescens</i> Sw.	0.38	0.58	0.11	1.07

Euphorbiaceae	* <i>Croton arboreus</i> Millsp.	0.19	0.58	0.25	1.03
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i> C. Wright ex Becc.	0.38	0.58	0.06	1.02

Anexo 1. Listado de la flora leñosa y valores de importancia de las especies presentes en las parcelas estudiadas en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México. *= Endémica de la península de Yucatán (continuación).

Familia	Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	VIR
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	0.38	0.58	0.05	1.01
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i> L.	0.38	0.58	0.04	1.01
Lamiaceae	<i>Callicarpa acuminata</i> Kunth	0.38	0.58	0.04	1.00
Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	0.38	0.58	0.04	1.00
Ebenaceae	<i>Diospyros anisandra</i> Blake.	0.38	0.58	0.02	0.99

Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	0.38	0.58	0.02	0.98
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	0.19	0.58	0.06	0.83
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i> DC.	0.19	0.58	0.03	0.80

Familia	Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	VIR
Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	0.19	0.58	0.01	0.79
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	0.19	0.58	0.01	0.77
24 familias	66 especies	100	100	100	300

1 **Anexo 2. DOMINANCIA, COMPOSICIÓN QUÍMICA – NUTRITIVA DE ESPECIES**
2 **FORRAJERAS Y FITOMASA POTENCIAL EN UNA SELVA SECUNDARIA**

3
4 **DOMINANCE, CHEMICAL COMPOSITION AND POTENTIAL PHYTO BULK OF FORAGE**
5 **SPECIES IN A SUBTROPICAL SECONDARY FOREST**
6

7 Gómez T, González C, López S, Ku J, Albor C, Sanginés R.

8
9
10 **RESUMEN**

11
12 Se determinó la relación entre abundancia, dominancia y similitud de especies
13 forrajeras con la calidad nutritiva y cantidad de fitomasa potencial para la
14 alimentación de bovinos en sitios con vegetación forestal, arbustiva y herbácea, en
15 épocas seca y lluvias. Se encontraron 57 especies forrajeras agrupadas en 24
16 familias (dominando *Fabacea*). La abundancia de leñosas forrajeras fue mayor en
17 lluvias en la comunidad forestal ($P < 0.0001$; 52.8 ± 11.4) y en secas en la arbustiva
18 ($P = 0.002$; 14.80 ± 3.09). La similitud entre comunidades varió de 0.27 a 0.54. Las
19 especies forrajeras dominantes de la comunidad forestal en lluvias presentaron altos
20 valores nutricionales, degradabilidad ruminal (65.9–89.0%) y energía metabolizable
21 (9.35–11.52 MJ/kg MS). El mayor contenido de taninos fue en *Bauhinia divaricata*
22 (12.75 %). La fitomasa potencial rindió 3272 y 1454 kg MS/ha en lluvias y secas,
23 respectivamente, y fue mayor en herbáceas ($P < 0.0001$; 3977 ± 2299 y 2451 ± 3336 ,
24 respectivamente). Se encontró una gran diversidad de especies forrajeras, diferentes
25 en cada comunidad vegetal, y que difieren en calidad químico-nutritiva. En su
26 conjunto, la fitomasa potencial de todos los estratos y la variedad de nutrientes que
27 las especies contienen se complementan para alimentar bovinos a lo largo del año.

28
29 Palabras clave: nutrientes, diversidad, vegetación nativa, bovinos.

30
31
32 **ABSTRACT**

33
34 Abundance, dominance and similarity among forage species and their
35 relationship with the nutritional quality and available phyto bulk to feed cattle were
36 assessed in sites of forest, shrub and grass vegetation and their relationship during
37 the dry and rainy seasons. Fifty-seven forage species were identified and grouped
38 into 24 families (*Fabacea* being dominant). Abundance of woody forage was greater
39 during the rainy season in the forest community ($P < 0.0001$; 52.8 ± 11.4), and during
40 the dry season in the shrub community ($P = 0.002$; 14.80 ± 3.09). The similarity among
41 forage plant assemblages ranged from 0.27 to 0.54. The dominant forage species in
42 the forest community during the rainy season had high nutritional values, high
43 ruminal degradability (65.9-89.0%), and high levels of metabolizable energy (9.35-
44 11.52 MJ kg/MS). Tannin content was greatest in *Bauhinia divaricata* L. (12.75%).
45 Available biomass was between 3272 and 1454 kg DM/ha during the rainy and dry
46 seasons, respectively, and was greater in the herbaceous community ($P < 0.0001$;
47 3977 ± 2299 and 2451 ± 3336 , respectively). A wide variety of forage species were
48 observed, with different species in each site, and differing in their chemical and

49 nutritional qualities. The available biomass in all vegetation communities, the variety
50 of species, and their nutrient levels constitute forage available for cattle throughout
51 the year.

52
53 Keywords: nutrients, diversity, native vegetation, cattle.

54
55

56 INTRODUCCIÓN

57

58 La ganadería extensiva se practica aproximadamente en el 30 % de las
59 selvas o bosques tropicales del mundo (FAO, 2009) y se asocia con el cambio de
60 uso del suelo (FAO, 2013). Las prácticas ganaderas relacionadas con el cambio de
61 uso del suelo, ocasionan deforestación, disminución de la biodiversidad, de los
62 servicios ambientales y alteran los ciclos biogeoquímicos, contribuyendo al cambio
63 climático global (LEAD, 2006). Ante ésta problemática es imperativa la reconversión
64 ganadera hacia sistemas de producción amigables con el ambiente, donde se
65 reemplacen los monocultivos de gramíneas de variedades mejoradas, por pastos
66 con menor requerimiento hídrico y especies vegetales perennes; así como prácticas
67 de ramoneo en vegetación secundaria (Ferguson et al, 2013; Nahed et al, 2013).

68 Tradicionalmente, los sistemas de producción animal extensivos se basan en
69 monocultivos de gramíneas para proveer de biomasa y nutrientes al ganado (Ayala
70 et al, 2000), sin considerar que para establecer monocultivos, se desplaza la
71 vegetación nativa con potencial forrajero (Flores y Bautista, 2012). Se ha
72 documentado que éstas especies pueden contener proteína cruda superior al 12 %
73 de la MS, amplios rangos de fibra detergente neutra y degradabilidad ruminal
74 aceptable (Flores y Bautista, 2012, Rojas et al, 2016). A su calidad químico –
75 nutritiva, se asocia la presencia de metabolitos secundarios que tienen aplicaciones
76 biológicas importantes en la nutrición y salud animal; como los taninos condensados,
77 capaces de disminuir la carga de parásitos intestinales y las emisiones de metano
78 entérico de los rumiantes (Mueller, 2006; Gerber et al, 2013). Sin embargo, la
79 capacidad de carga animal de estos sitios donde se mantiene la vegetación arbórea
80 asociada a gramíneas, es aún una incógnita por resolver, de manera que sea
81 posible distribuir el manejo de la biomasa forrajera a través del año. Por otra parte,
82 se ha propuesto que el forraje disponible de la vegetación natural en la Península de
83 Yucatán, puede variar de 821 hasta 2 463 kg MS / ha / año, con una capacidad
84 variable de la carga animal entre 0.16 y 0.50 UA /ha / año, variación asociada al tipo
85 de vegetación y de suelo (CICC, 2009; Escamilla, 2005). Se conoce poco sobre su
86 productividad, las relaciones entre el forraje potencial para el ganado y los cambios
87 en la abundancia de las especies nativas a través de diferentes etapas sucesionales
88 de la selva mediana subcaducifolia; por lo que se requiere hacer diagnósticos que
89 permitan conocer dichas relaciones para lograr la optimización del aprovechamiento
90 y manejo de la biomasa disponibles con fines forrajeros, dirigidos hacia la
91 preservación de las comunidades vegetales. Por lo anterior, el objetivo de éste
92 trabajo fue determinar la relación entre la abundancia y similitud de plantas con
93 potencial forrajero tanto leñosas como herbáceas de la vegetación secundaria, con
94 la calidad nutritiva y cantidad de forraje potencial para ganado bovino. La hipótesis
95 que se plantea es que a mayor abundancia de plantas con potencial forrajero en la
96 vegetación secundaria, habrá mayor complementación de nutrientes y mayor
97 fitomasa potencial para el ganado.

98
99

MATERIALES Y MÉTODOS

100

101

Localización y descripción del área de estudio

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

La investigación se realizó durante los años 2013 y 2014, en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México, entre las coordenadas 19° 55' 823" y 20° 00' 873" latitud norte y 88° 57' 818" y 89° 02' 580" latitud oeste, con 165 msnm de altitud promedio. El suelo es de origen kárstico, caracterizado por la presencia de Leptosol, Cambisol y Luvisol (Flores y Bautista, 2005). El clima es cálido subhúmedo (Aw_0) (García, 2004). La temperatura media anual durante el año 2015 fue 27.5 °C y la precipitación anual acumulada 1 210 mm (CONAGUA, 2015). El tipo de vegetación es selva mediana subcaducifolia secundaria (Flores y Espejel, 1994, Zamora et al, 2009). Se evaluaron tres unidades de producción bovina (UPB) en un radio de 15 km. Las UPB estuvieron conformadas por animales de doble propósito (*Bos taurus* x *Bos indicus*), en su mayoría vacas (75 - 85 %). El tamaño de los potreros osciló entre 10 y 40 ha, con un periodo de descanso de pastoreo entre uno y tres meses. La alimentación de los bovinos se basó en el consumo de gramíneas y vegetación secundaria a lo largo de todo el año. Las superficie y carga animal de las UPB fueron 130 y 0.33; 108 y 0.19 y 800 y 0.10; hectáreas y UA / ha / año respectivamente, considerando una UA equivalente a un bovino de 450 kg de peso vivo.

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

Con base en la descripción de la sucesión vegetal de Flores (2001), se distinguieron a las comunidades forestal, arbustiva y herbácea. La Comunidad Forestal (CF) se caracterizó por la presencia de arboles con más de 8 m de altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm y de 10 a 15 años de abandono. En la Comunidad Arbustiva (CA) se encontraron árboles menores a 4 m de altura, DAP menor a 10 cm, con dominancia de arbustivas y de 2 a 10 años de abandono y Comunidad Herbácea (CH), con presencia de herbáceas, gramíneas, lianas o bejucos y de 2 a 4 años de abandono. Una de las UPB no tuvo CH y otra la perdió en secas.

130

131

132

Descripción del estudio

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

Se caracterizó la vegetación de una selva mediana subcaducifolia en distintas etapas sucesionales para conocer el nivel de dominancia de las especies forrajeras a través del índice del valor de importancia relativa (VIR). Se analizaron las diferencias en la abundancia de especies forrajeras entre comunidades vegetales. Se estimó el contenido de la materia seca de la fitomasa potencial en los estratos leñoso y herbáceo de la CF, CA y CH durante la época de lluvias (octubre y noviembre de 2013) y secas (abril y mayo de 2014). Se determinaron los contenidos químico – nutritivos, degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca a las 48 h y la concentración de energía metabolizable de las especies forrajeras recolectadas durante la época de lluvias en el área de estudio.

145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194

Muestreo de la vegetación

Se evaluó un primer grupo de variables conformado por la riqueza, abundancia, frecuencia, DAP y cobertura de todas las plantas encontradas, con la finalidad de estimar el VIR y conocer el nivel de dominancia de las especies forrajeras. Para lo anterior, en cada tipo de comunidad vegetal se recorrieron de manera sistemática (Bautista et al, 2004), 75 m hacia el Oeste. Al término del recorrido se inició el establecimiento de los marcos de muestreo, con una distancia de 10 metros entre cada uno. Se colocaron cuatro marcos de muestreo de 16 m² (4 x 4 m) para el estrato leñoso, con marcos anidados de 1 m² para el estrato herbáceo (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Bonham, 1989). En la CF y CA se colocaron en total 24 marcos anidados por comunidad y en la CH solo se colocaron 12, debido a la ausencia del estrato leñoso y a que no siempre hubo una CH en las UPB.

Se calculó la representatividad del muestreo mediante una curva de acumulación de especies empleando el modelo de Chao 2 Mean (Estimate S versión 9.1.0, Colwell 2013), que es más adecuado cuando se cuenta con datos de presencia - ausencia de las especies (Álvarez et al, 2006). Las especies se identificaron en el herbario “Alfredo Barrera Marín” de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán (FMVZ-UADY).

Fitomasa potencial

Se evaluó un segundo grupo de variables constituido por la fitomasa potencial de la vegetación secundaria y la degradabilidad ruminal y la concentración de energía metabolizable de especies forrajeras. La fitomasa potencial se recolectó en los marcos de muestreo de 1 m² previamente establecidos, con fines de describir detalladamente el potencial forrajero de los estratos de las comunidades vegetales. Se consideró fitomasa potencial aquella que estuvo al alcance de los animales (Bello et al, 2001). Para su muestreo se defolió manualmente el follaje, frutos, flores y tallos tiernos encontrados dentro de los marcos de 1 m² previamente establecidos y a una altura entre 5 y 170 cm. El material colectado se secó a 60 °C en una estufa de aire forzado durante 72 h (AOAC, 2000).

Análisis nutricionales

El propósito de analizar la composición químico – nutritiva y determinar la degradabilidad ruminal y concentración de energía metabolizable, fue describir las características nutricionales de las especies forrajeras encontradas en la selva mediana subcaducifolia consumida por bovinos. Se incluyeron todas las plantas presentes en el estrato de 5 a 170 cm de altura, que en trabajos previos se han identificado como forrajeras (Sosa et al, 2000; Ayala et al, 2006; Alonso et al, 2009; Velázquez et al, 2010; Flores y Bautista, 2012). La colecta se realizó en noviembre de 2013 considerando que la vegetación dominante se encontraría en floración (Flores, 2001), reflejando así niveles óptimos de nutrientes para el ganado (Ayala et al, 2006). Se cortó manualmente 1 kg de hojas, frutos y tallos tiernos de las especies listadas como forrajeras y presentes en los sitios de muestreo.

195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244

Composición químico - nutritiva de especies forrajeras

Se determinó la fibra detergente neutra (FDN) mediante bolsas de filtrado, aplicando el método 6 de Ankom Technology (Ankom Technology A200 y A200I) (Van Soest et al, 1991), proteína cruda (PC N x 6.25) con un analizador elemental (C, N), Lecco CN-2000 serie 3740 (Lecco, 2013) y taninos condensados (TC) utilizando el método colorimétrico de Vainillina-Ácido Clorhídrico (Makkar y Becker, 1993) a 20 especies forrajeras dominantes, identificadas así después de calcular el VIR. Los resultados de TC deberán tomarse con cautela, ya que no se utilizó nitrógeno líquido durante el muestreo ni se refrigeró posteriormente para la conservación de las muestras.

Determinación de la degradabilidad ruminal y concentración de energía metabolizable

Se realizaron ensayos de degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca a las 48 h, a 16 de las especies forrajeras más dominantes. Se utilizó la técnica de la bolsa de nylon con abertura de poro de 53 μm (Orskov et al, 1980) en dos vacas (430 kg de peso vivo) canuladas en el rumen y alimentadas con 20 kg de *Pennisetum purpureum* (cv Taiwán), 4 kg de *Leucaena leucocephala* y 1 kg de concentrado (13.5 % de PC). Se estimó la energía metabolizable (EM) utilizando la Degradabilidad *in situ* de la materia seca (DisMS) con la ecuación:
$$\text{EM (MJ / kg)} = (2.27563 + 0.1073) \times \text{DisMS (Bhargava y Orskov, 1987)}.$$

Análisis de datos

Para describir los niveles de dominancia se estimó el VIR (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) de los estratos herbáceo y leñoso de todas las especies (forrajeras y no forrajeras). Los valores de abundancia, frecuencia, cobertura y DAP registrados en las unidades de producción se integraron en un solo grupo de datos para la CF, otro para la CA y un último para la CH. Se seleccionaron a las especies forrajeras con mayor dominancia para someterse a análisis químico – nutricional.

Análisis estadísticos

Para determinar si la composición de especies forrajeras cambió entre las diferentes comunidades vegetales estudiadas, se estimó su similitud a través del Coeficiente de Sorensen (Magurran, 1988), mediante el método de análisis de grupos pareados sin ponderar, usando la media aritmética (UPGMA), utilizando el Programa Estadística Multivariada (MVSP, versión 3.1, 1985 – 2013, Kovach Computing Services) (Sorensen, 1948; Kovach, 2007). Se eligió la variable abundancia absoluta, como indicador de proporción (Magurran, 1988) de especies forrajeras dentro de cada comunidad vegetal. Se realizaron análisis de varianza de la abundancia absoluta de especies forrajeras y de la fitomasa potencial, aplicando modelos factoriales de 2 x 2 (dos comunidades vegetales por dos épocas del año en leñosas) y 3 x 2 (tres comunidades vegetales por dos épocas del año en herbáceas).

245 Se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System Inc. 2000; North Caroline;
246 USA; versión 8.1.).

247

248

249

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

250

251

Atributos de la vegetación y de las especies forrajeras

252

253

254

255

256

Se registraron 1 745 individuos, distribuidos en 154 especies, agrupadas en 49 familias (forrajeras y no forrajeras). Según el estimador de Chao 2 Mean, la curva de acumulación de especies no llegó a la asíntota (Figura 1), sin embargo, se obtuvo una representación del 85.5 % de la riqueza esperada (180 species).

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

La riqueza de especies forrajeras fue 57, agrupadas en 24 familias; en contraste con las 8 forrajeras encontradas en el municipio Tzucacab, Yucatán (Zamora, 2009) y 35 forrajeras para bovinos en la Península de Yucatán (Flores y Bautista, 2012), indicando una alta riqueza de forrajeras en los sitios estudiados. La riqueza forrajera fue numéricamente mayor en época de lluvias excepto en la CA (Cuadro 1), sugiriendo la presencia de especies con mayor resistencia a la sequía en éste tipo de comunidad. La familia Fabaceae fue la más representada (Cuadro 2) y la más dominante (Cuadro 3); en coincidencia con Flores y Bautista (2012), Zamora et al (2008) y Gutiérrez et al (2012). Lo anterior se explica por ser una de las familias más importantes de la flora mundial y del trópico (Flores, 2001), por lo que ha sido considerada un forraje importante en la producción animal (NAS 1979).

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

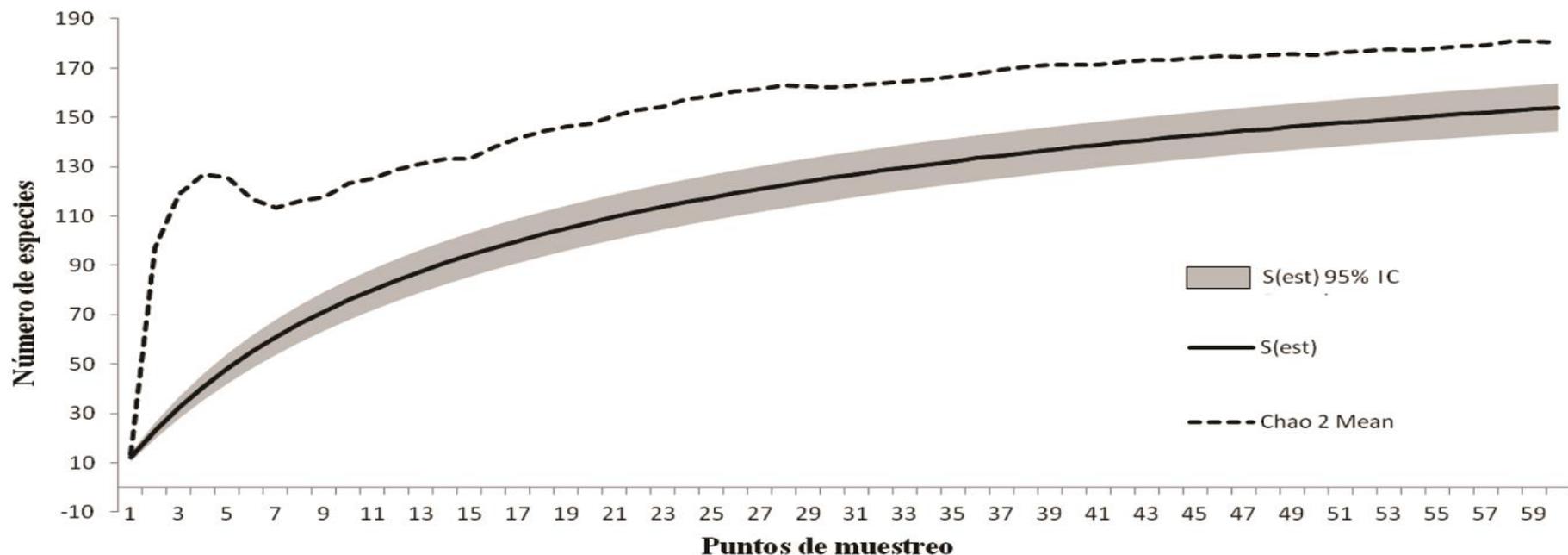
288

289

En cuanto al tipo de especies forrajeras y su dominancia en relación al tipo de vegetación o tiempo de abandono (Cuadro 3), se observaron especies similares a las encontradas por Flores (2001) en la zona henequenera de Yucatán, con rangos de VIR relativamente similares en *Hyptis suaveolens* con (VIR 10.19 %), *Piscidia piscipula* (VIR 79.74 %) y *Guazuma ulmifolia* (VIR 25.02 %) en sitios con dos, cinco y quince años de abandono respectivamente. Las forrajeras leñosas tuvieron la tendencia a ocupar los primeros lugares de importancia relativa (VIR) y las forrajeras herbáceas lugares más bajos, excepto en la Comunidad Herbácea, donde dominaron las forrajeras herbáceas en la selva mediana subcaducifolia secundaria (Cuadro 3). La dominancia de forrajeras perennes, podría favorecer la permanencia de alimento potencial en la época crítica del año, especialmente especies como *Acacia pennatula*, *Celosia virgata*, *Guazuma ulmifolia*, *Hybanthus yucatanensis* y *Piscidia piscipula* (CICY, 2010). En tanto que en la CH dominaron principalmente las Poaceas, por ser un estadio joven de sucesión con poca tolerancia a la sombra y ser resistentes al pastoreo (Glenn-Lewin et al, 1992; Villegas et al, 2001). Por otro lado, la similitud entre las comunidades Forestal y Arbustiva fue 0.54 en lluvias y 0.47 en secas; en la Comunidad Herbácea en lluvias y en secas fue 0.36 y en la Comunidad Herbácea con las comunidades Forestal y Arbustiva fue 0.27 (Figura 2); lo que indicó que el tipo de especies cambió entre las comunidades vegetales, ofreciendo gran variedad de especies.

290 Figura 1. Curva de acumulación de especies Chao 2 Mean

291



292

293 I. C. = intervalo de confianza, S (est)= especies observadas.

294

295

296 Cuadro 1. Riqueza de especies forrajeras por comunidad vegetal, estrato y época del año en una selva mediana subcaducifolia
297 secundaria

298

Estrato vegetal	Comunidad Forestal		Comunidad Arbustiva		Comunidad Herbácea	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
Estrato Leñoso	21	16	16	16	.	.
Estrato Herbáceo	8	5	6	6	18	6

299

300 Cuadro 2. Especies consideradas como forrajeras en sitios de pastoreo de bovinos en selva mediana subcaducifolia secundaria.

Familia	Número de especies	Especie	Fuente bibliográfica
Amaranthaceae	1	<i>Celosia virgata</i> Jaq.	CICY 2010
Arecaceae	2	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart. <i>Sabal yapa</i> C. Wright Becc.	Andrade et al 2008 Flores y Bautista 2012
Asteraceae	2	<i>Melanthera angustifolia</i> A. Rich. <i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. var. <i>dentata</i>	Alvarado 2013* González et al 2014
Boraginaceae	2	<i>Cordia globosa</i> (Jacq.) Kunth <i>Ehretia tinifolia</i> L.	Romero et al 2012 Ayala et al 2006
Bromeliaceae	1	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Alvarado 2013
Burseraceae	1	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Flores y Bautista 2012
Convolvulaceae	1	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Alvarado 2013*
Cyperaceae Juss.	2	<i>Cyperus haspan</i> L. <i>Cyperus odoratus</i> L.	CICY 2010 CICY 2010
Dioscoreaceae	1	<i>Dioscorea convolvulacea</i> Schldl. & Cham.	Alvarado 2013*
Euphorbiaceae	1	<i>Cnidocolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.	Garacía et al 2006
Fabaceae	20	<i>Acacia collinsii</i> Saff. <i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd. <i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd. <i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	Flores y Bautista 2012 Vásquez et al 2012 Ayala et al 2006 Ayala et al 2006, Flores y Bautista 2012

301

302

303 Cuadro 2. Especies consideradas como forrajeras en sitios de pastoreo de bovinos en selva mediana subcaducifolia secundaria
 304 (continuación).

Familia	Número de especies	Especie	Fuente bibliográfica
Fabaceae		<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Jackson 1996
		<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Pinto 2004
		<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	CICY 2010
		<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl.	Sosa et al 2000
		<i>Desmodium incanum</i> DC.	Sosa et al 2000, Jackson 1996
		<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	Sosa et al 2000
		<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Griseb.	Rico et al 1991
		<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. ssp. <i>Leucocephala</i>	Flores y Bautista 2012
		<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.	Achan et al 2011
		<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	Cab et al 2015
		<i>Mimosa pudica</i> L.	Alvarado 2013*
		<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Adjorlolo et al 2004
		<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ayala et al 2006, Flores y Bautista 2012
		<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Flores y Bautista 2012
	Lamiaceae	3	<i>Senna uniflora</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby.
<i>Callicarpa acuminata</i> Kunth.			Mizrahi et al 1997
<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.			Alvarado 2013
		<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ayala et al 2006, Flores y Bautista 2012
Malpighiaceae	1	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	Rico et al 1991
Malvaceae Juss.	3	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Flores y Bautista 2012
		<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Velázquez et al 2010
		<i>Sida acuta</i> Burm. F.	Vásquez et al 2012
Marantaceae	1	<i>Maranta arundinacea</i> f. <i>sylvestris</i> Matuda.	Alvarado 2013*

305

306 Cuadro 2. Especies consideradas como forrajeras en sitios de pastoreo de bovinos en selva mediana subcaducifolia secundaria
 307 (Continuación).
 308

Familia	Número de especies	Especie	Fuente bibliográfica
Nyctaginaceae	1	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Velázquez et al 2011
Picramniaceae	1	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm. ssp. <i>Amorphoides</i>	Sosta et al 2000
Poaceae	6	<i>Ischaemum rugosum</i> Salisb.	Sadi et al 2015
		<i>Lasiacis ruscifolia</i> (Kunth) Hitchc. var. <i>ruscifolia</i>	CICY 2010
		<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.	CICY 2010
		<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Castellón y Elías 2015
		<i>Paspalum plicatulum</i> Michaux	Vásquez et al 2012
		<i>Paspalum langei</i> (E. Fourn) Nash	CICY 2010
Rubiaceae	3	<i>Guettarda combsii</i> Urb.	Sosa et al 2000
		<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Sosa et al 2000
		<i>Psychotria nervosa</i> Sw.	López et al 2008
Sapotaceae	1	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees in Standl.	Sosa et al 2000
Solanaceae	1	<i>Solanum hirtum</i> Vahl.	Alvarado 2013
Violaceae	1	<i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp.	Mizrahi et al 1997
Vitaceae	1	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis var. <i>verticillata</i> .	Alvarado 2013

309 *Comunicación personal

310

311

312 Cuadro 3. Valores de importancia relativa de las especies forrajeras en las diferentes comunidades vegetales en la selva mediana
 313 subcaducifolia secundaria en lluvias y secas.
 314

Comunidad Forestal	Época de lluvias de 2013				Época de secas de 2014			
	Familia	Especie	Nivel VIR	VIR %	Familia	Especie	Nivel VIR	VIR %
Estrato leñoso. Entre 1 y 4 m de alto promedio	<i>Arecaceae</i>	<i>Sabal yapa</i>	1	39.45	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum hirtum</i>	1	36.61
	<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia divaricata</i>	2	38.34	<i>Violaceae</i>	<i>Hybanthus yucatanensis</i>	2	24.03
	<i>Violaceae</i>	<i>Hybanthus yucatanensis</i>	3	34.29	<i>Malvaceae</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	5	19.15
	<i>Fabaceae</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	4	29.56	<i>Fabaceae</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	6	17.15
Estrato herbáceo	<i>Poaceae</i>	<i>Lasciasis ruscifolia</i>	1	44.87	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Celosia virgata</i>	2	18.6
	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Celosia virgata</i>	2	45.18	<i>Poaceae</i>	<i>Lasiacis divaricata</i>	7	14.44
	<i>Fabaceae</i>	<i>Mucuna pruriens</i>	7	18.47	<i>Fabaceae</i>	<i>Dalbergia glabra</i>	8	13.39
	<i>Marantaceae</i>	<i>Maranta arundinacea</i>	11	9.79	<i>Malvaceae</i>	<i>Sida acuta</i>	15	7.97

315
 316

317 Cuadro 3. Valores de importancia relativa de las especies forrajeras en las diferentes comunidades vegetales en la selva mediana
 318 subcaducifolia secundaria en lluvias y secas (Continuación).
 319

Comunidad Arbustiva	Época de lluvias de 2013				Época de secas de 2014			
	Familia	Especie	Nivel VIR	VIR %	Familia	Especie	Nivel VIR	VIR %
Estratovegetal leñoso.	<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia unguolata</i>	1	111.76	<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia unguolata</i>	1	26.5
Entre 0.5 y 2 m de alto promedio	<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia pennatula</i>	2	34.57	<i>Areaceae</i>	<i>Sabal yapa</i>	2	24.65
	<i>Fabaceae</i>	<i>Senna uniflora</i>	3	24.94	<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia collinsii</i>	3	22.27
	<i>Fabaceae</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	4	21.62	<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia pennatula</i>	4	20.43
Estrato vegetal herbáceo	<i>Lamiaceae</i>	<i>Hyptis suaveolens</i>	1	46.87	<i>Poaceae</i>	<i>Ischaemum rugosum</i>	1	54.12
	<i>Poaceae</i>	<i>Ischaemum rugosum</i>	2	45.5	<i>Poaceae</i>	<i>Panicum maximum</i>	5	19.73
	<i>Poaceae</i>	<i>Lasciasis ruscifolia</i>	12	7.29	<i>Fabaceae</i>	<i>Desmodium incanum</i>	6	19.56
	<i>Poaceae</i>	<i>Paspalum langei</i>	15	5.22	<i>Malvaceae</i>	<i>Sida acuta</i>	14	5.2

320

321 Cuadro 3. Valores de importancia relativa de las especies forrajeras en las diferentes comunidades vegetales en la selva mediana
 322 subcaducifolia secundaria en lluvias y secas (Continuación).

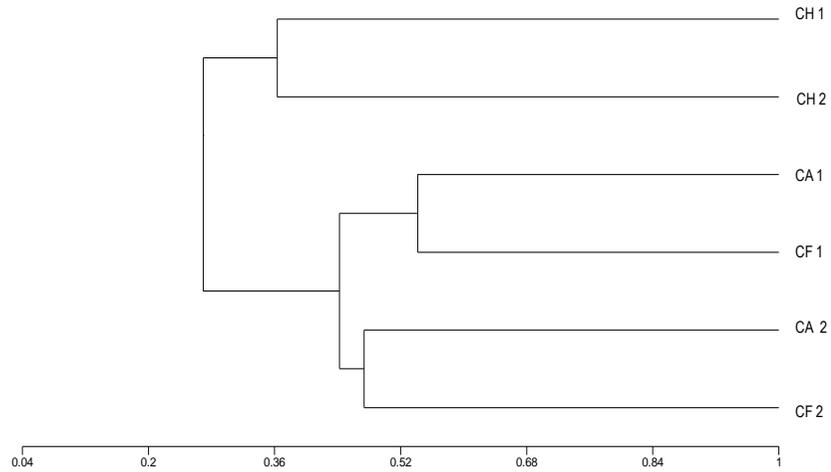
323

Comunidad Herbácea	Época de lluvias de 2013				Época de secas de 2014			
	Familia	Especie	Nivel VIR	VIR %	Familia	Especie	Nivel VIR	VIR %
	Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	3	19.68	Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	2	24.03
	Fabaceae	<i>Mucuna pruriens</i>	4	16.97	Asteraceae	<i>Melanthera angustifolia</i>	4	13.93
	Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i>	5	13.22	Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	13	8.26

324 VIR: Índice de valor de importancia relativa en escala de 1 a 300

325

326 Figura 2. Dendrograma de similitud del Coeficiente de Sorensen de las especies consideradas como forrajeras en la selva mediana
327 subcaducifolia.



328 CH1: Comunidad Herbácea en luvias; CH2: Comunidad Herbácea en secas. CA1: Comunidad Arbustiva en luvias; CA2:
329 Comunidad Arbustiva en secas. CF1: Comunidad Forestal en luvias; CF2: Comunidad Forestal en secas.
330

331
332
333
334
335

336 Por otro lado, se encontró interacción por efecto de época y comunidad en la
337 abundancia de especies forrajeras leñosas ($P = 0.01$), siendo mayor en lluvias en la
338 Comunidad Forestal ($P < 0.0001$) y en secas en la Comunidad Arbustiva ($P =$
339 0.0019) (Cuadro 4). En cuanto a la abundancia en la Comunidad Forestal, se vio
340 más favorecida en especies leñosas en lluvias y la Comunidad Arbustiva se vio
341 menos afectada en secas, haciendo de la CA un reservorio de alimento en la época
342 crítica de sequía. La varianza elevada en la abundancia de herbáceas en la CF, se
343 explica por la poca tolerancia de éste estrato a la sombra (Glenn-Lewin et al, 1992),
344 por lo que distintas condiciones de luz creadas por el estrato leñoso pueden variar
345 dentro del mismo sitio originando constantes diferencias en su abundancia. En éste
346 sentido es necesario conocer la selectividad y preferencias del ganado al seleccionar
347 su dieta, para entender cómo aprovecha la riqueza nutricional de la vegetación
348 secundaria.

349 Cuadro 4. Abundancia absoluta de especies forrajeras en función de la comunidad vegetal y época del año en la selva mediana
 350 subcaducifolia secundaria.
 351

Comunidad vegetal	Comunidad Forestal		Comunidad Arbórea		Comunidad Herbácea		Efecto época (P)	Efecto comunidad (P)	Efecto interacción (P)
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas			
Estrato leñoso									
Abundancia absoluta	52.8a ± 11.4	14.80d ± 3.09	29.8b ± 11.81	16.8c ± 2.87	.	.	< 0.0001	0.03	0.01
Estrato herbáceo									
Abundancia absoluta	12b ± 12.59	4.5c ± 9	40a ± 19.50	20b ± 10.70	36a ± 6.70	13b ± 7.63	0.0008	0.001	0.30

352 P = valor de la significancia

353 ± = Desviación estándar

354 En los valores que no comparten literal, se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

355

356
357

Fitomasa potencial

358 La fitomasa potencial de la vegetación secundaria fue 3 272 kg MS / ha en
359 lluvias y 1 454 kg MS / ha en secas a través de todos los estratos y comunidades; lo
360 que coincide con las cantidades de forraje disponible reportado por CICC (2009)
361 para la Península de Yucatán; siendo congruente la carga animal utilizada en los
362 sitios de estudio, con la capacidad de carga animal indicados para la región (CICC,
363 2009). En el estrato leñoso forrajero hubo mayor fitomasa potencial en la Comunidad
364 Arbórea en lluvias ($2\ 030 \pm 741$ kg MS / ha), explicado por el efecto de la época ($P <$
365 0.0001). En el estrato herbáceo se encontró mayor fitomasa potencial en la
366 Comunidad Herbácea ($3\ 977 \pm 2\ 299$ kg MS / ha en lluvias y $2\ 451 \pm 3\ 336$ kg MS /
367 ha en secas) explicado por el efecto de la comunidad ($P = 0.011$). La varianza
368 elevada en la fitomasa potencial, se explica por la presencia de afloraciones de roca
369 donde no se encontró vegetación; característico de los Leptosoles (Flores y Bautista,
370 2005). El aporte de fitomasa potencial de la CH, debido a la presencia de herbáceas
371 y gramíneas, podría ser un elemento clave para complementar la fuente de alimento
372 para el ganado en la selva subtropical secundaria; ya que las gramíneas han sido
373 asociadas tradicionalmente a la ganadería por ser una fuente importante de materia
374 seca, con capacidad de rebrote y resistencia al pastoreo que pueden tener buena
375 calidad nutritiva (Villegas et al, 2001). La selva mediana subcaducifolia se
376 caracteriza por una defoliación entre el 50 y 75 % (Flores y Espejel, 1994), indicando
377 que la presencia de fitomasa potencial en secas podría significar un recurso
378 alimenticio estratégico para la sobrevivencia del ganado, además de la hojarasca y
379 vainas (Pettit et al, 2011). Si bien la ganadería tradicional en el sur de Yucatán, se
380 basa en alimentación con pastos de temporal (Osorio y Marfil, 1999); posiblemente
381 la presencia de áreas en etapas sucesionales jóvenes (con gramíneas), intermedias
382 (con leñosas) y maduras (con árboles desarrollados); podría estar vinculado con
383 prácticas de pastoreo en época de lluvias y secas. Ya que no se cuentan con
384 informes en los sitios de estudio de fitomasa potencial, los resultados obtenidos son
385 muy importantes para lograr un mejor aprovechamiento del recurso forrajero en
386 éstos sistemas de producción.

387

388

389 **Composición químico nutricional, degradabilidad ruminal y concentración de** 390 **energía metabolizable de las especies forrajeras**

391

392 La composición químico – nutricional de las especies forrajeras dominantes
393 analizadas varió entre 35 y 77 % en su contenido de FDN; del 5 al 27 % de PC; de
394 no detectables al 12.75 % de TC; del 49 al 94.75 % de DisMS a las 48 h, y de 7.57 a
395 12.43 de MJ de EM; destacando *Senna uniflora*, con el 94.66 % en DisMS a las 48 h
396 (Cuadro 5). Los rangos de valores nutricionales aquí encontrados, coincidieron con
397 los encontrados en otros estudios (Ayala et al, 2006; Palma et al, 2011),
398 especialmente en contenidos de proteína cruda arriba del 12 % en especies leñosas
399 y porcentajes de DisMS alrededor del 70 %. El contenido elevado de FDN de las
400 Poaceas (arriba del 69 %), es característica de los pastos tropicales (Améndola y
401 García, 2005) a excepción de *Lasciatis ruscifolia* (Cuadro 5), cuya característica
402 perenne y su elevada dominancia, la podrían hacer estratégica en la época de

403 secas. En tanto que las concentraciones de nutrientes y compuestos secundarios
404 fueron muy diversos, lo que a su vez definieron digestibilidades y concentraciones
405 de energía metabolizable en un amplio rango de variación, esto también ha sido
406 encontrado en otros estudios de vegetación diversa en comunidades sujetas al
407 pastoreo (Velázquez et al, 2010; Flores y Bautista, 2012).

408
409 Con base en la dominancia de especies forrajeras reflejada en el VIR (Cuadro 3) y
410 con los valores de la composición químico – nutricional obtenidos (Cuadro 5), se
411 observó una tendencia en los valores de las especies de la CF, que sugiere un
412 oferta significativa de energía, debido al menor contenido de FDN, mayor DisMS y
413 concentración de energía metabolizable, que implica un mayor aporte nutricional,
414 aunque esta comunidad vegetal oferta menor cantidad de fitomasa potencial, podría
415 ser complementaria con el aporte de materia seca de la Comunidad Herbácea. Es
416 importante señalar que para el aprovechamiento de las especies forrajeras arbóreas
417 deben estar disponibles para el animal o bien, destinarse como forraje de corte. Por
418 otro lado, las especies con bajas concentraciones de FDN, elevadas DisMS y
419 concentración de EM, podrían promover un mayor consumo voluntario (Dulphy y
420 Demarquilly, 1994) y una tasa de pasaje más rápida (Ku et al, 1999) lo que podría
421 representar una posible fuente de energía de rápida disponibilidad ruminal que
422 permita maximizar la síntesis de proteína microbiana en el rumen, así como
423 incrementar el aporte de nitrógeno microbiano al intestino delgado (Sauvant y Van
424 Milgen, 1995). En tanto que la presencia de metabolitos secundarios en las plantas
425 evaluadas, podrían inducir a la mitigación en la producción de metano entérico, al
426 modificar las poblaciones microbianas en el rumen y en consecuencia modificar los
427 productos de la fermentación (ácidos acético, propiónico y butírico) de los
428 carbohidratos del rumen (Gerber et al, 2013); además, del efecto nematicida y que
429 contribuirían a disminuir la carga de parásitos intestinales (Hoste et al, 2006; Mueller,
430 2006). Las especies forrajeras presentes, claramente diferenciadas por tipo de
431 comunidad, podría representar una oferta de alimento para el ganado bovino, con
432 diferentes características nutricionales que podrían complementarse a lo largo de del
433 año para una mejor distribución de la disponibilidad de forraje.

434
435 De ésta manera, el potencial nutritivo de la vegetación secundaria antes descrito,
436 constituye un potencial de uso del pastoreo en este tipo de comunidades vegetales.
437 El evitar el desmonte para inducir monocultivo de pasturas mejoradas al promover
438 este pastoreo de la vegetación natural además de proveer con forraje
439 complementario en épocas críticas, permite que su estructura y diversidad de
440 especies fomente una mayor conectividad entre fragmentos de vegetación primaria;
441 la presencia misma de la vegetación secundaria; optimiza servicios ambientales
442 como la fijación de nitrógeno, la solubilidad del fósforo y mejorar la actividad
443 biológica del suelo y ofrece hábitat para la fauna silvestre (Murgueitio et al, 2008a;
444 2011b).

445 Cuadro 5. Valores de la composición químico - nutritiva, degradabilidad ruminal y concentración de energía metabolizable de las
 446 especies forrajeras dominantes de la selva mediana subcaducifolia secundaria en época de lluvias 2013.
 447

Espacie forrajera	FDN %	PC %	TC %	DisMS %	EM (MJ kg/MS)
<i>Acacia pennatula</i>	41.45	18.26	3.79	77.56	10.60
<i>Bauhinia divaricata</i>	46.49	12.78	12.75	65.93	9.35
<i>Bauhinia unguolata</i>	57.23	11.16	ND	49.38	7.57
<i>Celosia virgata</i>	46.34	19.6	ND	77.78	10.62
<i>Desmodium incanum</i>	46.38	17.96	ND	76.20	10.45
<i>Guazuma ulmifolia</i>	55.7	12.77	ND	77.46	10.59
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	37.58	23.51	ND	89.03	11.83
<i>Hyptis suaveolens</i>	58.05	13.17	0.11	59.835	8.695
<i>Ischaemum rugosum</i>	77.02	7.08	ND	62.32	8.95
<i>Lasciasis ruscifolia</i>	49.18	14.79	ND	83.43	11.23
<i>Maranta arundinacea</i>	62.53	9.81	ND	70.41	9.83
<i>Melanthera angustifolia</i>	35.15	14.95	0.24	.	.
<i>Mucuna pruriens</i>	43.44	27.35	ND	86.115	11.52
<i>Panicum máximum</i>	69.94	6.26	0.25	.	.
<i>Paspalum langei</i>	70.09	6.70	ND	55.57	8.23
<i>Piscidia piscipula</i>	41.74	15.33	0.69	52.57	7.91
<i>Sabal yapa</i>	53.38	11.46	ND	75.34	10.36
<i>Senna uniflora</i>	55.13	12.06	8.74	94.66	12.43
<i>Sida acuta</i>	43.68	15.24	2.87	.	.
<i>Solanum hirtum</i>	54.44	5.29	0.75	.	.

448 FDN: Fibra Detergente Neutra; PC: Proteína Curda; TC: Taninos Condensados; DisMS: Degradabilidad *in situ* de la materia seca a
 449 las 48 h; EM (MJ kg/MS): Concentración de energía metabolizable expresada en mega joules por kg de materia seca ND: No
 450 determinado.
 451
 452

CONCLUSIONES

Los diferentes estados sucesionales en la vegetación de la selva mediana subcaducifolia, influyeron en la calidad y cantidad de alimento potencial para el ganado bovino.

Los estados sucesionales con mayor tiempo de abandono, presentaron mejor calidad nutricional, medida a través de la degradabilidad ruminal y concentración de energía metabolizable que se complementan en cantidad de fitomasa potencial con los estados sucesionales más jóvenes donde dominan las Poaceas.

La vegetación de los estados intermedios de sucesión en secas puede ser estratégica para la sobrevivencia del ganado debido a la mayor abundancia de especies forrajeras resistentes a la sequía. Por lo que la vegetación secundaria ofrece alimento suficiente y de alta calidad en los diferentes estados sucesionales en el trópico subhúmedo, con cargas animales ajustadas para el rendimiento de la fitomasa potencial.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca para doctorado 169443/169443, al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT IT101813, IV200715) de la Universidad Nacional Autónoma de México, por el financiamiento a ésta investigación. Al Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, así como al Rancho Hobonil de la Universidad Autónoma de Yucatán por las facilidades otorgadas. También se agradece a Ignacio Alvarado, Rigoberto Ek por facilitar el espacio para llevar a cabo este estudio. A Juan Carlos Dzid y Christian Herrera por su apoyo en el trabajo de campo. Este trabajo formó parte de la tesis doctoral dentro del Programa en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

LITERATURA CITADA

- Achan G, Febles G, Ruíz T, Noda A, 2011. Performance of tree species in two arboretums of the Institute of Animal Science. Cuban Journal of Agricultural Science. 45 (4): 439 - 444.
- Adjorlolo L, Amaning-Kwarteng, Fianu F, 2004. Preference of sheep for three forms of Mucuna forage and the effect of the supplementation with

- Mucuna forage on the performance of sheep. *Tropical Animal Health and Production*. 36:145 – 156.
- Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, Mendoza H, Ospina M, Umaña AM, Villareal H, 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Alonso MA, Torres FJ, Sandoval CA, Hoste H, Aguilar AJ, Capetillo CM, 2009. Sheep preference for different tanniniferous tree fodders and its relationship with *in vitro* gas production and digestibility. *Animal Feed Science and Technology*. 151: 75 - 85.
- Ankom Technology. S/F. Neutral Detergent Fiber in Feeds - Filter Bag Technique (for A200 and A200I). NDF Method Method 6.
- Andrade H, Esquivel H, Ibrahim M, 2008. Disponibilidad de forrajes en sistemas silvopastoriles con especies arbóreas nativas en el trópico seco de Costa Rica. *Zootecnia Tropical*. 26 (3): 289 - 292.
- AOAC International, 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC Int., Gaithers-burg, MD.
- Ayala AJ, Cetina R, Capetillo C, Zapata C, Sandoval CA, 2006. Composición química–nutricional de árboles forrajeros. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. https://www.researchgate.net/publication/277141987_Composicion_Quimica-Nutricional_de_Arboles_Forrajeros. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
- Bello J, Gallina S, Equihua M. 2001. Characterization and habitat preferences by white-tailed deer in México. *Journal of Range Management*. 54: 537 - 545.
- Bautista F, Delfín H, Delgado M, Palacio J, 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Instituto Nacional de Ecología, México. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/526.pdf> Fecha de consulta: 25 de julio de 2015.
- Bonham C, 1989. Measurements for terrestrial vegetation. 1st Edition. John Wiley and Sons, Inc. ISBN 0-71-04880-1. EUA. 352 P.
- Cab F, Ortega M, Quero A, Enríquez J, Vaquera H, Carranco M, 2015. Composición química y digestibilidad de algunos árboles tropicales forrajeros de Campeche, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp.* 11:2199 – 2204.
- Castellón M, Elías A, 2015. Evaluación del peso de inicio en toros en ceba con dietas basadas en forraje de *Panicum maximum*, cutícula de maní (*Arachis hypogaea*) y un suplemento proteico-energético. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 49:1 <http://www.ciencia-animal.org/revista-cubana-de-ciencia-agricola/articulos/T49-N1-A2015-P23-ME-Castellon.pdf>. Fecha de consulta 22 de noviembre de 2015.
- Colwell RK, 2013. Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.
- CICC, 2009. 5ª Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Comisión Intersecretarial

- de Cambio Climático.
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/685.pdf> . Fecha de consulta: 07 de mayo de 2015.
- CICY, 2010. Flora de la Península de Yucatán. Catálogo de la Flora. http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice_busqueda.php . Fecha de consulta: 18 de enero de 2015.
- CONAGUA, 2015. Comisión Nacional del Agua. Península de Yucatán. <http://www.conagua.gob.mx/ocpy/> Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2015.
- Dulphy JP, Demarquilly C, 1994. The regulation and prediction of feed intake in ruminants in relation to feed characteristics. *Livestock Production Science*. 39: 1-13.
- Escamilla BA, Quintal TF, Medina LF, Guzman A, Pérez E, Calvo IL, 2005. Relaciones suelo-planta en ecosistemas naturales de la península de Yucatán: comunidades dominadas por palmas. En: Bautista F, Palacio G editores *Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología 159 - 172.
- FAO, 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. <https://www.fao.org.br/download/i0680s.pdf> . Fecha de consulta: 25 de mayo de 2015.
- FAO, 2013. Tackling climate change through livestock. A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/i3437e.pdf>. Fecha de consulta: 9 de agosto de 2015.
- Ferguson G, Diemont A, Alfaro A, Martin F, Nahed T, Álvarez S, et al. 2013. Sustainability of holistic and conventional cattle ranching in the seasonally dry tropics of Chiapas, México. *Agricultural Systems* 120: 38 - 48.
- Flores S y Espejel I, 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, Dirección General de Extensión.
- Flores S, 2001. Leguminosae. *Florística, Etnobotánica y Ecología*. Etnoflora Yucatanense. Fascículo 18. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Yucatán, México.
- Flores S y Bautista F, 2005. Inventario de plantas forrajeras utilizadas por los Mayas en los paisajes geomorfológicos de la península de Yucatán. En: Bautista B, Palacio G editores. *Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología, México. 209 - 219.
- Flores S y Bautista F, 2012. El conocimiento de los mayas yucatecos en el manejo del bosque tropical estacional: las plantas forrajeras. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83(2): 503 - 518.
- Gerber P, Hederson B, Makkar H, 2013. Mitigación de las emisiones de gases con efecto invernadero en la producción ganadera. Organización de las

- Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. UK. <http://www.fao.org/docrep/019/i3288s/i3288s.pdf>. Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2015.
- Glenn-Lewin DC, Peet RK, Veblen TT, 1992. Plant succession. Theory and prediction. Chapman & Hall. Cambridge, UK. 359 PP.
- González P, Torres J, Sandoval C, 2014. Adapting bite coding grid from small ruminants browsing a deciduous tropical forest. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17: 63 – 70.
- Gutiérrez B, Ortiz D, Flores J, Zamora C, (2012). Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del Punto de Unión Territorial (PUT) de Yucatán, México. *Polibotánica*. 33: 151 - 174.
- Hoste H, Jackson F, Athanasiadou S, Thamsborg SM, Hoskin SO, 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in Parasitology* 22: 253 - 261.
- Ku JC, Ramírez L, Jiménez G, Alayón JA, et al. 1999. Árboles y Arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 143, Roma, Italia.
- Kovach L, 2007. MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.
- Jackson F, Barry T, Lascano C, Palmer B, 1996. The extractable and bound condensed tannins content of leaves from tropical tree, shrub, and forage legumes. *Journal of the Science Food and Agriculture*. 71 (1): 103 – 110.
- LEAD, 2006. The Livestock Environment and Development. Livestock long shadow. Environmental issues and option. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>. Fecha de consulta: 28 de octubre de 2015.
- Lecco, 2013. TruMac CN. Carbon/Nitrogen Determinator. Instruction Manual. Version 1.3x. Part number 200-725 No. HQ-Q-994. Lecco Corporation.
- López M, Rivera J, Ortega L, Escobedo J, Magaña M, Sanginés R, Sierra A, 2008. Quintana Roo Nutritional composition and antinutritional factor content of twelve native forage species from northern Quintana Roo, Mexico. *Técnica Pecuaria México*. 46 (2): 205 – 215.
- Magurran AE, 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. London, Chapman and Hall. 178 P.
- Makkar H, Becker K, 1993. Vanillin-HCl method for condensed tannins: effect of organic solvents used for extraction of tannins. *Journal of Chemical Ecology*. 19 (4): 613 - 621.
- Mizrahi A, Ramos M, Osorio J, 1997. Composition, structure and management potential of secondary dry tropical vegetation in two abandoned henequén plantations of Yucatán, México. *Forest Ecology and Management* 94: 79-88.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H, 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Jhon Wiley & Sons, New York. USA. 547 P.

- Mueller H, 2006. Review. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86: 2010-2037.
- Murgueitio E, Ibrahim M, Molina H, Molina D, Molina J, 2008. Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo. Fundación CIPAV. Murgueitio E, Cuartas C y Naranjo J. Calí, Colombia. <http://www.cipav.org.co/pdf/noticias/PaginasSSPCIPAV.pdf>. Fecha de consulta: 10 de marzo de 2015.
- Murgueitio E, Call Z, Uribe F, Calle A, Solorio B, 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261: 1654 - 1663.
- Nahed J, Valdivieso A, Aguilar R, Cámara J, Grande D, 2013. Silvopastoral systems with traditional mangament in southeastern México: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production. *Journal for Cleaner Production* 57: 266 - 279.
- NAS (National Academic Science), 1979. Tropical legumes: resources for the future national. Academic Science. Washington D. C. 331 P.
- Orskov ER, Hovell FD, Mould F, 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*. 5 (3): 195 - 213.
- Osorio A, Marfil A, 1999. Caracterización de la ganadería lechera del estado de Yucatán, México. *Revista Biomédica* 10, 217-227.
- Palma J, Nahed J, Sanginés L, 2011. Agroforestería pecuaria en México. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. México.
- Pettit J, Casanova F, Solorio J, Ramírez L, 2011. Producción y calidad de hojarasca en bancos de forraje puros y mixtos en Yucatán, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 17 (1): 165-178. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62917370015>. Fecha de consulta: 04 de diciembre de 2016.
- Pinto R, Gómez H, Martínez B, Hernández A, Medina F, Ortega L, Ramírez L, 2004. Forage species utility in silvopastoral system in the valley central of Chiapas. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 8 (2):53 – 67.
- Rico-Gray V, Chemás A, Mandujano S, 1991. Uses of tropical deciduos forest species by the yucatecan maya. *Agroforestry Systems* 14: 149 - 161.
- Rojas S, Olivares J, Quiroz F, Villa A, Cipriano M, Camacho L, Reynoso A, 2016. Diagnosis of the palatability of fruits of three fodders trees in ruminants. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 3 (7): 121-127.
- Romero A, Duarte J, 2012. Identification and nutritional valuation of frequently consumed plant species by sheep and goat grazing on the Tatacoa desert, Huila, Colombia. *Agroforestería Neotropical*. 2 (1). 2012. <http://repository.ut.edu.co/handle/001/1282>. Fecha de consulta: 04 de diciembre de 2016.
- Sadi S, Shanmugavelu, Azizan A, Abdullah F, Wan M, Humrawali K (2015). Effects of *Ischaemum rugosum-Gliricidia sepium* diet mixtures on growth performance, digestibility and carcass characteristics of Katjang crossbred goat. *Journal of Tropical Agricultural and Food Science*. 43 (2): 179 – 190.

- SAS (Statistical Analysis Systems Institute), 2000. Users Guide Statistic, SAS Institute, Cary, North Carolina. 646 pp. (Version 8,1).
- Sauvant D, Van Milgen J, 1995. Dynamic aspects of carbohydrate and protein breakdown and the associated microbial matter synthesis. In: W. von. Englehardt S, Leonhard-Marek, Breves G, Dieecke D (Eds). Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Germany, pp 71-91.
- Sorensen T, 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter (K Danske Vidensk. Selsk. NS)*. 5: 1-3
- Sosa R, Sansores L, Zapata B, Ortega R, 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Técnica Pecuaria en México*. 38 (2): 105-117.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74 (10): 3583 - 3597.
- Vásquez F, Pezo D, Mora-Delgado J, Skarpe Ch, 2012. Selectividad de especies forrajeras por bovinos en pastizales seminaturales del trópico centroamericano: un estudio basado en la observación sistemática del pastoreo. *Zootecnia Tropical*. 30 (1): 63 -80.
- Velázquez M, López O, Hernández M, Díaz R, Pérez E, Gallegos S, 2010. Foraging behavior of heifers with or without social models in an unfamiliar site containing high plant diversity. *Livestock Science*. 131: 73 - 82.
- Velázquez M, López S, Hernández O, Díaz P, Pérez S, Gallegos J, 2011. Chemical and nutritional characterization of different species native to a site grazed by calves in north Veracruz. *Abanico Veterinario*. 1 (1): 16 - 20.
- Villaseñor JL, Espinoza-García FJ, 2004. The aline flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions*. 10 (2): 113-123.
- Viilegas D, Bolaños M, Olguín P, 2001. Ganadería en México. I.5.1. Temas selectos de geografía en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. Plaza y Valdez Editores, SA de CV. 157 P.
- Zamora P, García G, Flores J, Ortiz J, 2008. Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del estado de Yucatán, México. *Polibotánica*: 26, 39-66.
- Zamora C, Flores G, Ruenes M, 2009. Flora útil y su manejo en el cono sur del Estado de Yucatán, México. *Polibotánica*. 28: 227-250.

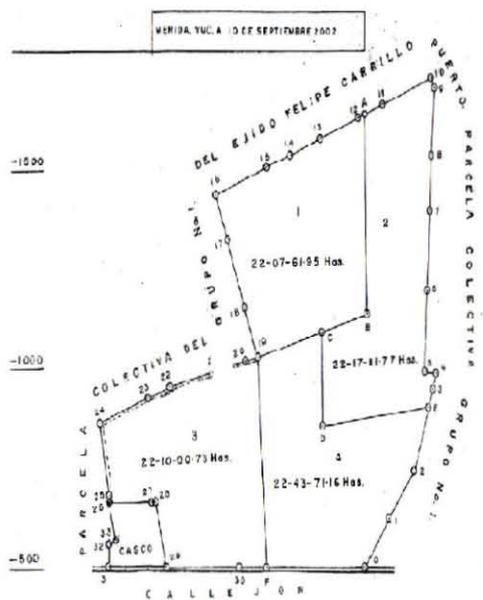
Anexo 3. Localización del poblado de Catmis, municipio de Tzucacab, Yucatán



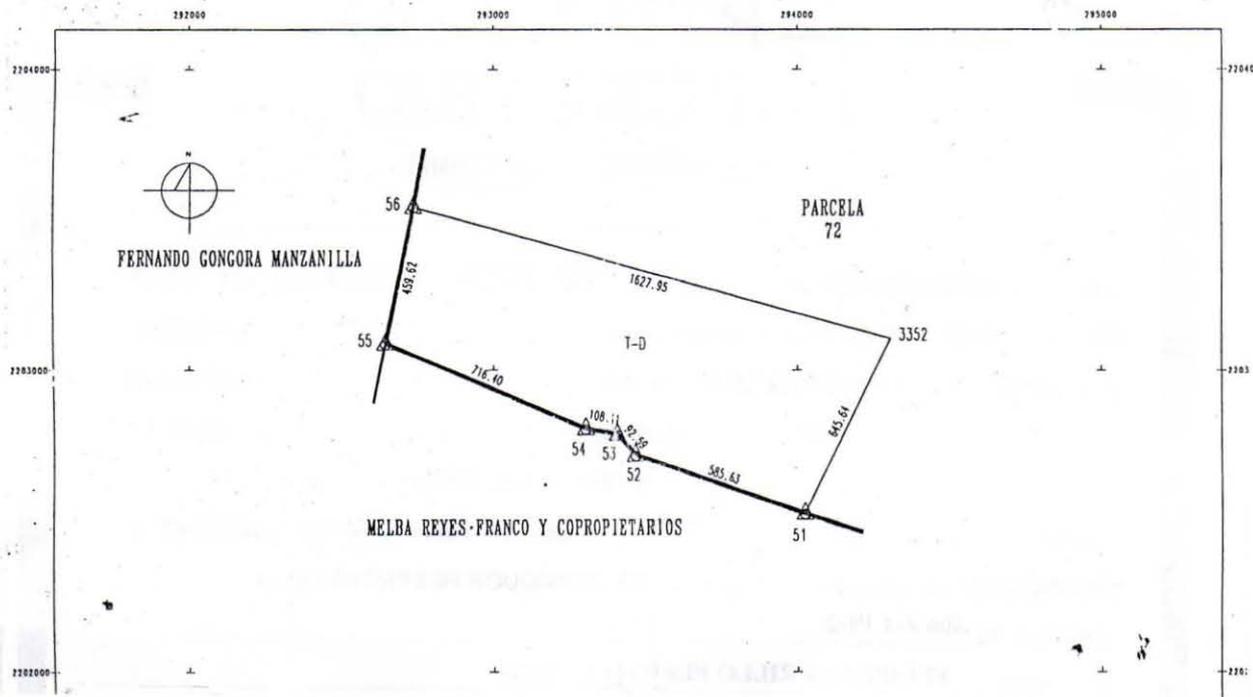
Fuente: Instituto de Geografía. UNAM.

○

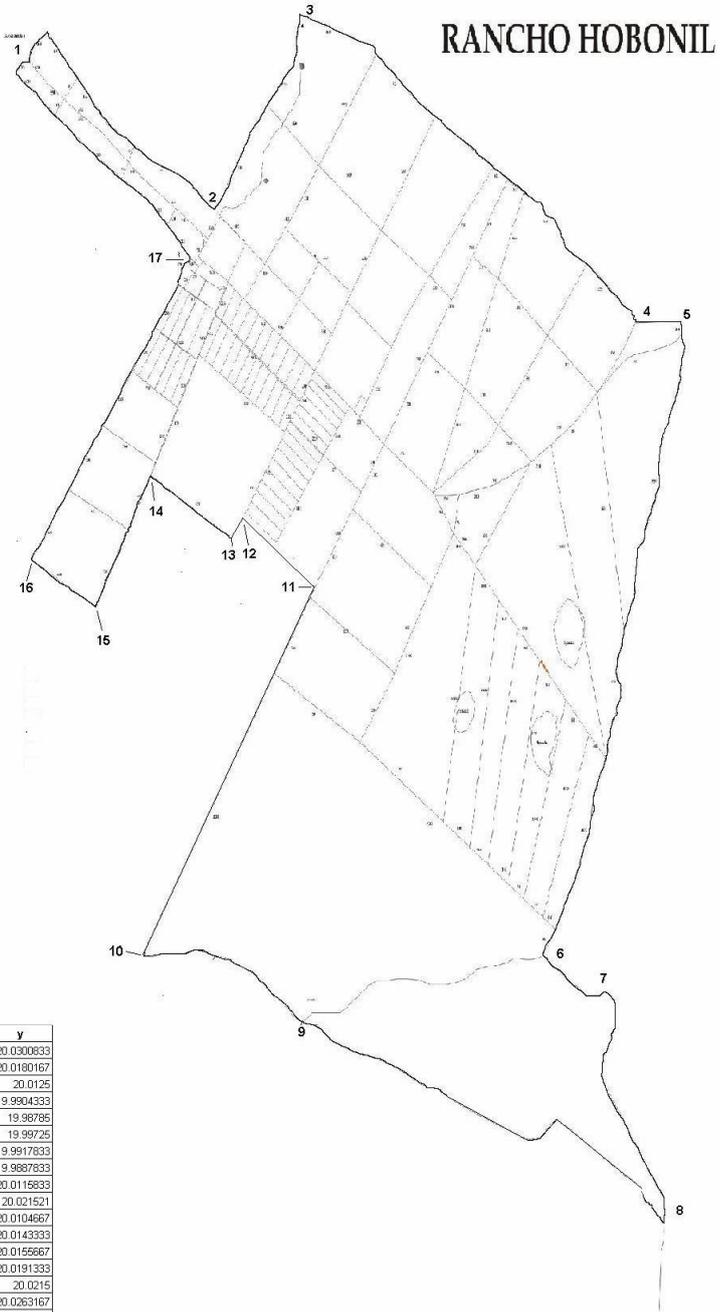
Anexo 4. Mapa y coordenadas geográficas la UPB 1



Anexo 5. Mapa y coordenadas geográficas la UPB 2



Anexo 6. Mapa y coordenadas geográficas de la UPB 3



Anexo 7. Riqueza de especies de la selva mediana subcaducifolia durante lluvias del 2013 y secas del 2014

Familia	Especie	Secas	Lluvias	Spp en común
Fabaceae	<i>Abrus precatorius</i> L.	x		
Malvaceae	<i>Abutilon permolle</i> (Willd.) Sweet	x	x	1
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i> Saff.	x	x	1
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	x	x	1
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	x	x	1
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	x	x	1
Euphorbiaceae	<i>Acalypha alopecuroides</i> Jacq.		x	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha setosa</i> A. Rich.		x	
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i> L.		x	
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.		x	
Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb		x	
Amaranthaceae	<i>Alternanthera flavescens</i> Kunth		x	
Simaroubaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.		x	
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.		x	
Anacardiaceae	<i>Anacardiaceae</i> sp.		x	
Malvaceae	<i>Anoda acerifolia</i> Cav.	x	x	1
Myrsinaceae	<i>Ardisia escallonioides</i> Schltdl. & Cham.	x		
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	x	x	1
Aspleniaceae	<i>Asplenium pumilum</i> Sw.		x	

Anexo 7. Riqueza de especies de la selva mediana subcaducifolia durante lluvias del 2013 y secas del 2014 (continuación)

Familia	Especie	Secas	Lluvias	Spp en común
Malvaceae	<i>Ayenia abutilifolia</i> (Turcz.) Turcz.	x	x	1
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	x	x	1
Fabaceae	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	x	x	1
Acanthaceae	<i>Blechum pyramidatum</i> (Lam.) Urb.	x		
Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	x		
Verbenaceae	<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze.	x		
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel		X	
Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i> L.	x	X	1
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i> L.		X	
Malpighiaceae	<i>Bunchosia swartziana</i> Griseb.	x	X	1
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	x	X	1
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	x	X	1
Malvaceae	<i>Byttneria aculeata</i> (Jacq.) Jacq.	x	X	1
Asteraceae	<i>Calea urticifolia</i> (Mill.) DC.	x	X	1
Fabaceae	<i>Calliandra</i> sp.	x	X	1

Anexo 7. Riqueza de especies de la selva mediana subcaducifolia durante lluvias del 2013 y secas del 2014 (continuación)

Familia	Especie	Secas	Lluvias	Spp en común
Lamiaceae	<i>Callicarpa acuminata</i> Kunth.		X	
Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i> (L.) St. Hil.		X	
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L. var. <i>glabriusculum</i> (Dunal) Heiser & Pickersgill.		X	
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	x	X	1
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia racemosa</i> (Mill.) Cong.		X	
Amaranthaceae	<i>Celosia virgata</i> Jacq.	x	X	1
Fabaceae	<i>Centrosema plumieri</i> (Pers.) Benth.		X	
Fabaceae	<i>Chamaecrista glandulosa</i> var. <i>flavicomis</i> (Kunth) H.S.		X	
Fabaceae	<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench		X	
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	x		
Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose		X	
Fabaceae	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.		X	
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees ex Standl.		X	
Menispermaceae	<i>Cissampelos pareira</i> L.	x	x	1
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis var. <i>verticillata</i>		x	

Anexo 7. Riqueza de especies de la selva mediana subcaducifolia durante lluvias del 2013 y secas del 2014 (continuación)

Familia	Especie	Secas	Lluvias	Spp en común
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst	x	x	1
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	x		
Malvaceae	<i>Corchorus siliquosus</i> L.	x	x	1
Boraginaceae	<i>Cordia globosa</i> (Jacq.) HBK	x	x	1
Lamiaceae	<i>Cornutia pyramidata</i> L.		x	
Euphorbiaceae	<i>Croton flavens</i> L.	x	x	1
Euphorbiaceae	<i>Croton humilis</i> L.	x		
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i> DC.	x		
Bignoniaceae	<i>Cydista potosina</i> (K. Schum. & Loes.) Loes.	x		
Cyperaceae	<i>Cyperus haspan</i> L.		x	
Cyperaceae	<i>Cyperus odoratus</i> L.		x	
Fabaceae	<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl.	x		
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia scandens</i> L.	x	x	1
Fabaceae	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willdenow.	x	x	1
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> DC.	x	x	
Fabaceae	<i>Desmodium</i> <i>tortuosum</i> (Sw.) DC.		x	
Acanthaceae	<i>Dicliptera</i> <i>sexangularis</i> (L.) Juss.	x		
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea convolvulacea</i> Schldl. & Cham.		x	
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea floribunda</i> M. Martens	x	x	1

Anexo 7. Riqueza de especies de la selva mediana subcaducifolia durante lluvias del 2013 y secas del 2014 (continuación)

Familia	Especie	Secas	Lluvias	Spp en común
Ebenaceae	<i>Diospyros anisandra</i> Blake.	x		
Ebenaceae	<i>Diospyros yatesiana</i> Standl.	x	x	1
Ebenaceae	<i>Diospyros yucatanensis</i> Lundell.	x		
Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	x		
Moraceae	<i>Dorstenia contrajerva</i> L.		x	
Alismataceae	<i>Echinodorus nymphaeifolius</i> (Griseb.) Buchenau	x		
Meliaceae	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	x	X	1
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.		x	
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Griseb.	x		
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.		x	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	x	x	1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia ocymoidea</i> L.		x	
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	x	x	1
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i> Urb.	x	x	1
Rubiaceae	<i>Guettarda gaumeri</i> Standl.	x	x	1
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	x		
Fabaceae	<i>Haemoatoxylum campechianum</i> L.	x	x	1
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i> Jacq.		x	
Fabaceae	<i>Havardia albicans</i> (Kunth)	x	x	1

Britton & Rose.

Anexo 7. Riqueza de especies de la selva mediana subcaducifolia durante lluvias del 2013 y secas del 2014 (continuación)

Familia	Especie	Secas	Lluvias	Spp en común
Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	x		
Violaceae	<i>Hybanthus oppositifolius</i> (L.) Taub.	x	x	1
Violaceae	<i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp.	x	x	1
Lamiaceae	<i>Hyptis suaveolens</i>		x	
Poaceae	<i>Ichnanthus lanceolatus</i> Scribn. & J.G. Sm.	x		
Fabaceae	<i>Indigofera suffruticosa</i> Miller		x	
Poaceae	<i>Ischaemum rugosum</i> Salisb.	x	x	1
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.		x	
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc	x		
Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i> (Kunth) Hitchc. var. <i>ruscifolia</i>	x	x	1
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	x	x	1
Fabaceae	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth		x	
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.		x	
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	x		
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven.		x	

Anexo 7. Riqueza de especies de la selva mediana subcaducifolia durante lluvias del 2013 y secas del 2014 (continuación)

Familia	Especie	Secas	Lluvias	Spp en común
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	x	x	1
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.		x	
Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i> L.		x	
Fabaceae	<i>Mariosousa dolichostachya</i> (S. F. Blake) Seigler & Ebinger	x		
Malvaceae	<i>Melanthera angustifolia</i> A. Rich	x	x	1
Poaceae	<i>Melinis repens</i> (willd.) Zizka		x	
Malvaceae	<i>Melochia pyramidata</i> L.	x	x	1
Cucurbitaceae	<i>Melothria pendula</i> L.	x	x	1
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	x	x	1
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	x	x	1
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i> L.		x	
Rubiaceae	<i>Morinda royoc</i> L.	x		
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.		x	
Nyctaginaceae	<i>Neea choriophylla</i> Standl.	x	x	1
Orchideaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	x		
Convolvulaceae	<i>Operculina pinnatifida</i> (Kunth) O'Donell.	x		
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.		x	

Anexo 7. Riqueza de especies de la selva mediana subcaducifolia durante lluvias del 2013 y secas del 2014 (continuación)

Familia	Especie	Secas	Lluvias	Spp en común
Poaceae	<i>Megathyrsus maximus</i> Jacq	x	x	1
Myrsinaceae	<i>Parathesis cubana</i> (A. DC.) Molinet & M. Gómez.		x	
Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	x	x	1
Poaceae	<i>Paspalum plicatum</i> Michaux		x	
Poaceae	<i>Paspalum langei</i> (. E. Fourn) Nash		x	
Passifloraceae	<i>Passiflora sexocellata</i> Schtdl.	x		
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i> Kunth.	x	x	1
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i> L.	x	x	1
Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene.	x		
Phyllantaceae	<i>Phyllanthus liebmannianus</i> Müll. Arg.	x	x	1
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	x	x	1
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.	x	x	1

Anexo 7. Riqueza de especies de la selva mediana subcaducifolia durante lluvias del 2013 y secas del 2014 (continuación)

Familia	Especie	Secas	Lluvias	Spp en común
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.			x
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Willd.) Benth.		x	
Apocynaceae	<i>Plantulas de Tabernaemontana alba</i> Mill.		x	
Asteraceae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	x		x 1
Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i> Sw.	x		x 1
Nyctaginaceae	<i>Psychotria pubescens</i> Sw.	x		
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i> L.	x		
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	x		x 1
Phytolaccaceae	<i>Rivina humilis</i> L.	x		x 1
Acanthaceae	<i>Ruellia inundata</i> Kunth.	x		
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i> C. Wright Becc.	x		x 1
Annonaceae	<i>Sapranthus campechianus</i> (kunth) Standl.			x
Cyperaceae	<i>Scleria bracteata</i> Cav.			x
Cyperaceae	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	x		
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Menega	x		
Fabaceae	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	x		
Fabaceae	<i>Senna uniflora</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby.	x		x 1
Fabaceae	<i>Senna villosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby.	x		x 1
Sapindaceae	<i>Serjania yucatanensis</i> Standl.	x		

Anexo 7. Riqueza de especies de la selva mediana subcaducifolia durante lluvias del 2013 y secas del 2014 (continuación)

Total	Familia	Especie	Secas	Lluvias	Spp en común
	Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm. F.	x	x	1
	Malvaceae	<i>Sida linifolia</i> Cav.		x	
	Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.		x	
	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i> sp.	x		
	Smilcaceae	<i>Smilax mollis</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	x		
	Smilcaceae	<i>Smilax spinosa</i> Mill.		x	
	Solanaceae	<i>Solanum adhaerens</i> Willd. ex Roem. & Schult.		x	
	Solanaceae	<i>Solanum erianthum</i> D. Don.	x	x	1
	Solanaceae	<i>Solanum hirtum</i> Val.	x	x	1
	Solanaceae	<i>Solanum nudum</i> Dunal.	x		
	Solanaceae	<i>Solanum tridynamum</i> Dunal.	x		
	Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i> L.		x	
	Loganiaceae	<i>Spigelia anthelmia</i> L.		x	
	Acanthaceae	<i>Stenandrium nanum</i> (Standl.) T.F. Daniel.	x	x	1
	Apocynaceae	<i>Tabernaemontana alba</i> Mill.	x	x	1
	Verbenaceae	<i>Tamonea curassavica</i> (L.) Pers.	x		
	Acanthaceae	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees.		x	
	Euphorbiaceae	<i>Tragia yucatanensis</i> Millsp.		x	
	Meliaceae	<i>Trichilia glabra</i> L.	x	x	1
	Sapindaceae	<i>Urvillea ulmacea</i> Kunth.	x		

Anexo 7. Riqueza de especies de la selva mediana subcaducifolia durante lluvias del 2013 y secas del 2014 (continuación)

Total	Familia	Especie	Secas	Lluvias	Spp en común
		<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) <i>Spreng. var. dentata</i>	x		
	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	x		
	Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) <i>Hemsl.</i>	x	x	1
Total	52	175	114	128	68

Anexo 8. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Forestal. Herbáceas. Época de llluvias 2013

Espezie	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Acalypha alopecuroides</i>	13.45	14.29	6.31	34.04
<i>Celosia virgata</i>	17.65	7.14	31.91	56.70
<i>Elytraria imbricata</i>	6.72	10.71	3.81	21.25
<i>Euphorbia ocymoidea</i>	4.20	3.57	4.18	11.95
<i>Lasiacis ruscifolia</i>	2.52	3.57	5.70	11.79
<i>Paullinia spp</i>	0.84	3.57	0.91	5.32
<i>Plantula Hamelia patens</i>	1.68	3.57	4.56	9.81
<i>Plantulas Bauhinia divaricata</i>	10.08	3.57	5.10	18.76
Plantulas de especies desconocidas	6.72	7.14	0.81	14.67
<i>Plantulas Guazuma ulmifolia</i>	8.40	10.71	5.56	24.68
<i>Plantulas Hybanthus yucatanensis</i>	5.04	7.14	7.98	20.16
<i>Plantulas Piscidia piscipula</i>	15.13	3.57	4.79	23.48
<i>Plantulas Sabal yapa</i>	3.36	7.14	11.01	21.52
<i>Plantulas Sapranthus campechianus</i>	1.68	3.57	2.28	7.53
<i>Smilax spinosa</i>	1.68	7.14	4.56	13.38
<i>Solanum erianthum</i>	0.84	3.57	0.55	4.96

Anexo 9. Índice de Valor de Importancia Relativa. UBP 1, Comunidad Forestal. Leñosas. Época de Lluvias 2013

Espece	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	1.49	2.94	1.85	6.28
<i>Bauhinia divaricata</i>	8.96	8.82	0.47	18.25
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	2.99	2.94	0.10	6.02
<i>Byttneria aculeata</i>	2.99	2.94	0.72	6.65
<i>Carica papaya</i>	1.49	2.94	0.60	5.04
<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	1.49	2.94	0.34	4.77
<i>Cornutia pyramidata</i>	2.99	2.94	7.15	13.08
<i>Diospyros yatesiana</i>	11.94	5.88	1.02	18.84
<i>Ehretia tinifolia</i>	2.99	2.94	2.99	8.92
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.99	5.88	23.62	32.49
<i>Hamelia patens</i>	7.46	11.76	0.62	19.85
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	22.39	5.88	0.52	28.79
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	1.49	2.94	22.19	26.63
<i>Piscidia piscipula</i>	10.45	11.76	31.76	53.97
<i>Pisonia aculeata</i>	2.99	5.88	0.08	8.94
<i>Psychotria nervosa</i>	1.49	2.94	0.08	4.52
<i>Sapranthus campechianus</i>	7.46	8.82	5.59	21.87
<i>Solanum hirtum</i>	5.97	8.82	0.30	15.09

Anexo 10. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Arbustiva. Herbáceas. Época de Lluvias 2013

Especies	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Abutilon permolle</i>	10.83	13.79	17.05	41.67
<i>Acalypha alopecuroides</i>	7.01	10.34	2.86	20.21
<i>Anoda acerifolia</i>	3.82	6.90	3.35	14.07
<i>Chamaecrista glandulosa</i>	0.64	3.45	0.73	4.82
<i>Chamaecrista nictitans</i>	1.27	3.45	1.52	6.24
<i>Cissampelos pareira</i>	0.64	3.45	0.43	4.51
<i>Dalechampia scandens</i>	1.27	6.90	0.88	9.05
<i>Euphorbia heterophylla</i>	7.01	13.79	4.02	24.82
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	5.73	10.34	2.60	18.68
<i>Hyptis suaveolens</i>	9.55	6.90	20.70	37.15
<i>Ischaemum rugosum</i>	48.41	6.90	42.87	98.17
<i>Paullinia</i> sp.	1.27	6.90	0.82	8.99
Plantulas <i>Acacia pennatula</i>	2.55	6.90	2.16	11.61

Anexo 11. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Arbustiva. Leñosas. Época de Lluvias 2013

Espece	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Abutilon permolle</i>	26.72	15.38	4.74	46.85
<i>Acacia pennatula</i>	2.59	11.54	22.95	37.07
<i>Bunchosia swartziana</i>	2.59	3.85	0.71	7.14
<i>Byttneria aculeata</i>	1.72	7.69	12.22	21.64
<i>Callicarpa acuminata</i>	1.72	7.69	6.13	15.54
<i>Croton flavens</i>	1.72	3.85	0.66	6.23
<i>Ehretia tinifolia L.</i>	0.86	3.85	5.60	10.30
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.86	3.85	7.45	12.16
<i>Hyptis suaveolens</i>	33.62	11.54	6.03	51.19
<i>Neea choriophylla</i>	0.86	3.85	2.68	7.39
<i>Pisonia aculeata</i>	1.72	7.69	7.98	17.40
<i>Randia longiloba</i>	1.72	3.85	3.31	8.88
<i>Senna uniflora</i>	1.72	3.85	0.51	6.08
<i>Trichilia glabra</i>	0.86	3.85	16.03	20.74
<i>Viguiera dentata</i>	20.69	7.69	3.01	31.39

Anexo 12. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Herbácea. Herbáceas. Época de Lluvias 2013

Espece	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Cobertura Relativa	V.I.R.
<i>Acalypha</i>				
<i>alopecuroides</i>	3.478	4.167	1.500	9.145
<i>Anoda acerifolia</i>	6.957	8.333	7.250	22.540
<i>Ayenia abutilifolia</i>	0.870	4.167	2.250	7.286
<i>Caperonia palustris</i>	0.870	4.167	0.500	5.536
<i>Desmodium incanum</i>	3.478	4.167	2.250	9.895
<i>Desmodium</i>				
<i>tortuosum</i>	2.609	4.167	2.950	9.725
<i>Euphorbia</i>				
<i>heterophylla</i>	1.739	4.167	1.500	7.406
<i>Euphorbia</i>				
<i>hysopifolia</i>	0.870	4.167	0.613	5.649
<i>Hyptis suaveolens</i>	11.304	4.167	9.750	25.221
<i>Ischaemum rugosum</i>	45.217	12.500	38.340	96.057
<i>Maranta</i>				
<i>arundinacea</i>	6.087	8.333	13.250	27.670
<i>Melanthera</i>				
<i>angustifolia</i>	0.870	4.167	0.625	5.661
<i>Mimosa pudica</i>	4.348	8.333	9.500	22.181
<i>Scleria bracteata</i>	3.478	8.333	4.475	16.287
<i>Senna uniflora</i>	5.217	8.333	3.660	17.211
<i>Sida acuta</i>	1.739	4.167	0.950	6.856
<i>Solanum erianthum</i>	0.870	4.167	0.638	5.674

Anexo 13. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Forestal. Herbáceas. Época de llluvias 2013

Especie	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R
<i>Abutilon permolle</i>	1.79	3.70	1.65	7.14
<i>Acaclypha setosa</i>	1.79	3.70	1.65	7.14
<i>Acalypha alopecuroides</i>	5.36	3.70	0.22	9.28
<i>Anoda acerifolia</i>	1.79	3.70	2.07	7.56
<i>Celosia virgata</i>	8.93	3.70	9.30	21.93
<i>Diospyros yatesiana</i>	3.57	7.41	0.32	11.30
<i>Dorstenia contrajerva</i>	3.57	3.70	6.61	13.89
<i>Elytraria imbricata</i> .	8.93	11.11	2.10	22.14
<i>Lasiacis ruscifolia</i>	3.57	7.41	4.55	15.52
<i>Maranta arundinicea</i>	5.36	3.70	12.40	21.46
<i>Paullinia</i> sp.	5.36	11.11	2.07	18.53
<i>Plantula Chrysophyllum mexicanum</i>	1.79	3.70	0.17	5.66
Plantulas <i>Bauhinia divaricata</i>	8.93	7.41	2.15	18.48
Plantulas de especies desconocidas	3.57	3.70	0.20	7.47
Plantulas <i>Sabal yapa</i>	32.14	14.81	51.24	98.20
<i>Smilax spinosa</i> .	1.79	3.70	2.48	7.97
<i>Stenandrium nanum</i>	1.79	3.70	0.83	6.32

Anexo 14. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Forestal. Leñosas. Época de llluvias 2013

Espece	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Acacia cornígera</i>	2.17	4.55	0.2	19.77
<i>Acacia pennatula</i>	2.17	4.55	2.65	18.85
<i>Bauhinia divaricata</i>	17.39	9.09	4.78	36.69
<i>Bauhinia unguata</i>	8.7	4.55	0.63	31.26
<i>Bursera simaruba</i>	6.52	4.55	2.07	38.23
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	8.7	9.09	1.99	11.13
<i>Cornutia pyramidata</i>	2.17	4.55	11.86	26.74
<i>Diospyros yatesiana</i>	15.22	9.09	12.39	22.15
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4.35	4.55	17.85	13.14
<i>Hamelia patens</i>	2.17	4.55	0.04	6.755
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	8.7	9.09	4.37	13.87
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	2.17	4.55	19.79	18.58
<i>Piscidia piscipula</i>	6.52	13.64	18.07	9.364
<i>Pisonia aculeata</i>	6.52	9.09	3.24	26.51
<i>Sideroxylon americanum</i>	6.52	4.55	0.07	6.92

Anexo 15. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Arbustiva. Herbáceas. Época de Lluvias 2013

Especies	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R
<i>Asplenium pumilum</i>	12.99	14.29	21.31	48.58
<i>Celosia virgata</i>	5.19	4.76	2.78	12.74
<i>Chamaecrista glandulosa</i>	2.60	4.76	4.03	11.39
<i>Cordia globosa</i>	10.39	9.52	16.12	36.03
<i>Desmodium incanum</i>	1.30	4.76	0.83	6.89
<i>Hyptis suaveolens</i>	2.60	4.76	1.95	9.30
<i>Oplismenus burmannii</i>	11.69	14.29	8.11	34.08
<i>Paspalum langei</i>	5.19	4.76	8.34	18.29
<i>Phyllanthus liebmannianus</i>	5.19	4.76	2.78	12.74
Plantula <i>Sabal yapa</i>	1.30	4.76	2.22	8.28
Plantulas <i>Bauhinia unguolata</i>	37.66	19.05	27.56	84.27
Plantulas <i>Piscidia piscipula</i>	1.30	4.76	0.74	6.80
<i>Porophyllum punctatum</i>	2.60	4.76	3.24	10.60

Anexo 16. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Arbustiva. Leñosas. Época de Lluvias 2013

Espece	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Acacia cornígera</i>	0.80	3.13	0.44	4.36
<i>Acacia pennatula</i>	1.60	3.13	2.73	7.46
<i>Bauhinia divaricata</i>	4.80	3.13	2.62	10.55
<i>Bauhinia unguolata</i>	28.00	12.50	36.64	77.14
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0.80	3.13	1.75	5.67
<i>Calliandra sp.</i>	0.80	3.13	0.44	4.36
<i>Crisophyllum mexicanum</i>	0.80	3.13	1.75	5.67
<i>Croton flavens</i>	16.80	9.38	1.74	27.91
<i>Erethia tinifolia</i>	0.80	3.13	2.38	6.31
<i>Guettarda combsii</i>	1.60	3.13	10.99	15.72
<i>Mimosa albida</i>	9.60	12.50	9.78	31.88
<i>Parathesis cubana</i>	2.40	3.13	0.94	6.46
<i>Randia longiloba Hemsl.</i>	0.80	3.13	0.11	4.03
<i>Sapranthus campechianus</i>	0.80	3.13	0.60	4.52
<i>Senna villosa</i>	21.60	12.50	14.21	48.31
<i>Sideroxylon americanum</i>	4.00	6.25	6.79	17.04
<i>Xylosma flexuosa</i>	4.00	12.50	6.10	22.60

Anexo 17. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Forestal. Herbáceas. Época de llluvias 2013

Especlie	Suma de Abunda. Relativa	Suma de Frecc. Relativa	Suma de Cobertura relativa	Suma de V.I.R
<i>Abutilon permolle</i>	10.00	7.14	7.42	24.56
<i>Acalypha setosa</i>	5.71	7.14	4.06	16.92
<i>Chamaecrista glandulosa</i>	4.29	7.14	4.53	15.96
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	5.71	7.14	6.92	19.78
<i>Dalechampia scandens</i>	4.29	3.57	4.63	12.49
<i>Dorstenia contrajerva</i>	5.71	3.57	6.92	16.21
<i>Elytraria imbricata</i>	8.57	7.14	6.51	22.22
<i>Hamelia patens</i>	1.43	3.57	1.25	6.25
<i>Lasciasis ruscifolia</i>	18.57	14.29	17.46	50.32
<i>Mucuna pruriens</i>	7.14	3.57	18.01	28.72
<i>Paullinia spp</i>	2.86	7.14	1.90	11.90
Plantulas <i>Bauhinia divaricata</i>	11.43	10.71	11.40	33.54
Plantulas <i>Hybanthus yucatanensis</i>	11.43	14.29	6.61	32.32
<i>Smilax spinosa</i>	2.86	3.57	2.39	8.82

Anexo 18. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Forestal. Leñosas. Época de llluvias 2013

Espezie	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R
<i>Acacia cornígera</i>	10.87	13.33	0.25	24.46
<i>Acacia pennatula</i>	2.17	3.33	1.55	7.06
<i>Bauhinia divaricata</i>	13.04	10.00	1.57	24.61
<i>Bunchosia swartziana</i>	4.35	6.67	0.27	11.28
<i>Diospyros yatesiana</i>	6.52	6.67	0.99	14.18
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.17	3.33	3.88	9.39
<i>Havardia albicans</i>	2.17	3.33	1.08	6.58
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	17.39	10.00	3.71	31.10
<i>Leucaena leucocephala</i>	2.17	3.33	5.44	10.95
<i>Maclura tinctoria</i>	2.17	3.33	0.04	5.55
<i>Piscidia piscipula</i>	6.52	10.00	7.27	23.79
<i>Pisonia aculeata</i>	4.35	6.67	3.66	14.67
<i>Pithecellobium dulce.</i>	19.57	13.33	69.05	101.95
<i>Sideroxylon americanum</i>	4.35	3.33	1.21	8.89
<i>Tabernaemontana</i>	2.17	3.33	0.02	5.53

Anexo 19. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Arbustiva. Herbáceas. Época de Lluvias 2013

Espece	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Abutilon permolle</i>	4.94	6.25	7.12	18.30
<i>Acalypha alopecuroides</i>	14.81	6.25	5.61	26.67
<i>Euphorbia ocymoidea</i>	2.47	3.13	4.23	9.82
<i>Euphorbia heterophylla</i>	4.94	9.38	5.78	20.09
<i>Hyptis suaveolens</i>	13.58	9.38	13.80	36.75
<i>Lantana cámara</i>	7.41	9.38	8.37	25.15
<i>Lasciasis ruscifolia</i>	7.41	6.25	8.19	21.85
<i>Megathyrsus maximus</i>	2.47	3.13	5.17	10.77
Plantulas <i>Piscidia piscipula</i>	6.17	9.38	6.04	21.58
Plantulas <i>Viguiera dentata</i>	16.05	6.25	5.17	27.47
Plantulas de especies desconocidas	4.94	6.25	5.61	16.79
<i>Porophyllum punctatum</i>	4.94	9.38	7.20	21.51
<i>Senna uniflora</i>	4.94	6.25	9.49	20.68
<i>Solanum erianthum</i>	3.70	6.25	5.61	15.56
<i>Tetramerium nervosum</i>	1.23	3.13	2.63	6.99

Anexo 20. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Arbustiva. Leñosas. Época de Lluvias 2013

Especies	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Acacia cornígera</i>	44.44	33.33	41.80	119.57
<i>Acacia pennatula</i>	22.22	25.00	18.75	65.97
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	5.56	8.33	10.94	24.83
<i>Bursera simaruba</i>	11.11	16.67	16.02	43.79
<i>Leucaena leucocephala</i>	11.11	8.33	4.30	23.74
<i>Mimosa bahamensis</i>	5.56	8.33	8.20	22.09

Anexo 21. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Herbácea. Herbáceas. Época de Lluvias 2013

Espece	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Cobertura Relativa	V.I.R
<i>Abutilon permolle</i>	2.586	3.922	3.024	9.531
<i>Achyranthes aspera</i>	5.172	5.882	6.047	17.102
<i>Amaranthus hybridus</i>	2.586	3.922	6.047	12.555
<i>Anoda acerifolia</i>	11.207	7.843	7.697	26.747
<i>Ayenia abutilifolia</i>	1.724	3.922	1.869	7.515
<i>Centrosema plumieri</i>	0.862	1.961	1.594	4.417
<i>Chamaecrista glandulosa</i>	3.448	5.882	2.419	11.750
<i>Chromolaena odorataing</i>	0.862	1.961	1.045	3.867
<i>Cyperus odoratus</i>	2.586	3.922	6.597	13.105
<i>Dalechampia scandens</i>	6.034	5.882	3.299	15.215
<i>Dioscorea convolvulacea</i>	0.862	1.961	3.299	6.121
<i>Euphorbia heterophylla</i>	5.172	5.882	3.793	14.848
<i>Hybanthus oppositifolius</i>	0.862	1.961	1.154	3.977
<i>Indigofera suffruticosa</i>	1.724	1.961	1.677	5.362
<i>Lasiacis ruscifolia</i>	2.586	3.922	2.969	9.476
<i>Melochia pyramidata</i>	4.310	3.922	3.848	12.080
<i>Merremia aegyptia</i>	2.586	3.922	5.223	11.730
<i>Mucuna pruriens</i>	9.483	7.843	12.644	29.970
Plantulas <i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i>	2.586	1.961	2.062	6.609
Plantulas <i>Piscidia piscipula</i>	1.724	3.922	1.704	7.350
Platulas <i>Guazuma ulmifolia</i>	3.448	5.882	3.024	12.354

Anexo 21. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Herbácea. Herbáceas. Época de Lluvias 2013 (Continuación)

Espece	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Cobertura Relativa	V.I.R
<i>Rivina humilis</i>	2.586	1.961	2.611	7.158
<i>Sida acuta</i>	12.931	7.843	8.659	29.433
<i>Tragia yucatanensis</i>	12.069	1.961	7.697	21.726
<i>Ehretia tinifolia</i>	10.81	6.25	2.76	19.82
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2.7	6.25	8.87	17.82
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.7	6.25	16.67	25.62
<i>Havardia albicans</i>	5.41	6.25	1.12	12.78
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	5.41	6.25	0.26	11.91
<i>Maclura tinctoria</i>	2.7	6.25	0.02	8.97
<i>Piscidia piscipula</i>	35.14	6.25	22.22	63.6
<i>Psychotria nervosa</i>	2.7	6.25	0.35	9.3
<i>Senegalia gaumeri</i>	2.7	6.25	0.16	9.11
<i>Tabernaemontana alba</i>	2.7	6.25	0.02	8.97
<i>Vitex gaumeri</i>	2.7	6.25	47.05	56

Anexo 22. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Forestal. Herbáceas. Época de secas 2014

Espece	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	VIR
<i>Celosia virgata</i>	25.00	13.04	13.82	51.86
<i>Byttneria aculeata</i>	11.11	8.70	10.61	30.42
<i>Sabal yapa</i>	5.56	8.70	12.83	27.08
<i>Croton flavens</i>	8.33	4.35	9.95	22.63
<i>Paullinia fuscescens</i>	8.33	8.70	4.93	21.96
<i>Dalechampia scandens</i>	5.56	8.70	4.19	18.45
<i>Lasiacis divaricata</i>	5.56	4.35	5.43	15.33
<i>Solanum hirtum</i>	5.56	4.35	5.35	15.25
<i>Neea choriophylla</i>	2.78	4.35	5.59	12.72
<i>Cydista potosina</i>	2.78	4.35	4.93	12.06
<i>Passiflora coriácea</i>	2.78	4.35	4.19	11.32
<i>Abutilon permolle</i>	2.78	4.35	3.95	11.07
<i>Ardisia escallonioides</i>	2.78	4.35	3.70	10.83
<i>Morinda royoc</i>	2.78	4.35	3.54	10.66
<i>Lasiacis ruscifolia</i>	2.78	4.35	2.96	10.09
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	2.78	4.35	2.55	9.67
<i>Carica papaya</i>	2.78	4.35	1.48	8.61

Anexo 23. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Forestal. Leñosas. Época de secas 2014

Espece	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	VIR
<i>Piscidia piscipula</i>	35.14	6.25	22.22	63.60
<i>Vitex gaumeri</i>	2.70	6.25	47.05	56.00
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.70	6.25	16.67	25.62
<i>Ehretia tinifolia</i>	10.81	6.25	2.76	19.82
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2.70	6.25	8.87	17.82
<i>Diospyros yatesiana</i>	10.81	6.25	0.34	17.40
<i>Havardia albicans</i>	5.41	6.25	1.12	12.78
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	5.41	6.25	0.26	11.91
<i>Diospyros yucatanensis</i>	5.41	6.25	0.13	11.79
<i>Psychotria nervosa</i>	2.70	6.25	0.35	9.30
<i>Senegalia gaumeri</i>	2.70	6.25	0.16	9.11
<i>Maclura tinctoria</i>	2.70	6.25	0.02	8.97
<i>Tabernaemontana alba</i>	2.70	6.25	0.02	8.97
<i>Bunchosia swartziana</i>	2.70	6.25	0.02	8.97
<i>Byttneria aculeata</i>	2.70	6.25	0.01	8.96
<i>Bauhinia divaricata</i>	2.70	6.25	0.01	8.96
<i>Carica papaya</i>	2.78	4.35	1.48	8.61

Anexo 24. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Arbustiva. Herbáceas. Época de secas del 2014

Espece	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Abutilon permolle</i>	0.94	3.57	1.97	6.49
<i>Anoda acerifolia</i>	0.94	3.57	1.10	5.61
<i>Asclepias curassavica</i>	2.83	3.57	4.26	10.66
<i>Blechnum pyramidatum</i>	6.60	14.29	6.36	27.25
<i>Bouchea prismatica</i>	0.94	3.57	1.32	5.83
<i>Corchorus siliquosus</i>	1.89	7.14	3.20	12.23
<i>Dalechampia scandens</i>	1.89	7.14	3.07	12.10
<i>Desmanthus virgatus</i>	2.83	10.71	5.22	18.77
<i>Desmodium incanum</i>	4.72	14.29	4.61	23.61
<i>Dicliptera sexangularis</i>	0.94	3.57	0.88	5.39
<i>Hybanthus oppositifolius</i>	0.94	3.57	1.32	5.83
<i>Ischaemum rugosum</i>	54.72	10.71	43.88	109.31
<i>Melanthera angustifolia</i>	0.94	3.57	1.32	5.83
<i>Phyla nodiflora</i>	17.92	7.14	19.75	44.81
<i>Sida acuta</i>	0.94	3.57	1.76	6.27

Anexo 25. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Arbustiva. Leñosas. Época de secas del 2014

Espece	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R
<i>Acacia collinsii</i>	2.17	4.35	0.81	7.33
<i>Acacia pennatula</i>	2.17	4.35	1.50	8.02
<i>Bauhinia divaricata</i>	2.17	4.35	2.39	8.91
<i>Calea urticifolia</i>	6.52	8.70	3.44	18.66
<i>Ehretia tinifolia</i>	13.04	8.70	17.94	39.67
<i>Guazuma ulmifolia</i>	13.04	13.04	37.64	63.73
<i>Haemoatoxylum campechianum</i>	2.17	4.35	10.36	16.88
<i>Pisonia aculeata</i>	10.87	8.70	17.74	37.30
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	2.17	4.35	0.60	7.12
<i>Solanum erianthum</i>	32.61	17.39	3.45	53.45
<i>Tabernaemontana alba</i>	6.52	8.70	3.35	18.57
<i>Trichilia glabra</i>	2.17	4.35	0.27	6.79
<i>Xylosma flexuosa.</i>	4.35	8.70	0.53	13.57

Anexo 26. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 1, Comunidad Herbácea. Herbáceas. Época de secas del 2014

Espece	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R
<i>Abutilon permolle</i>	2.30	6.06	2.68	11.04
<i>Anoda acerifolia</i>	4.60	6.06	2.68	13.34
<i>Blechum pyramidatum</i>	2.30	6.06	0.89	9.25
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	2.30	3.03	2.24	7.56
<i>Commelina erecta</i>	1.15	3.03	0.89	5.07
<i>Corchorus siliquosus</i>	5.75	9.09	4.62	19.46
<i>Croton humilis</i>	4.60	3.03	2.53	10.16
<i>Dalechampia scandens</i>	1.15	3.03	0.89	5.07
<i>Desmanthus virgatus</i>	3.45	6.06	2.98	12.49
<i>Desmodium incanum</i>	3.45	3.03	1.79	8.27
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	1.15	3.03	1.04	5.22
<i>Ischaemum rugosum</i>	35.63	6.06	35.92	77.61
<i>Melanthera angustifolia</i>	4.60	6.06	3.28	13.94
<i>Melochia pyramidata</i>	5.75	9.09	3.28	18.12
<i>Morinda royoc</i>	1.15	3.03	1.04	5.22
<i>Megathyrsus maximus</i>	12.64	6.06	26.83	45.53
<i>Paullinia fuscescens</i>	2.30	6.06	1.49	9.85
<i>Rivina humilis</i>	1.15	3.03	1.19	5.37
<i>Sida acuta</i>	2.30	3.03	1.79	7.12
<i>Solanum nudum</i>	1.15	3.03	1.19	5.37
<i>Tamonea curassavica</i>	1.15	3.03	0.75	4.92

Anexo 27. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Forestal. Herbáceas. Época de secas del 2014

Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Blechum pyramidatum</i>	26.19	14.29	23.68	64.15
<i>Bonellia macrocarpa</i>	7.14	10.71	12.21	30.06
<i>Croton humilis</i>	4.76	7.14	3.99	15.89
<i>Dalbergia glabra</i>	9.52	10.71	12.45	32.69
<i>Desmodium incanum</i>	2.38	3.57	3.34	9.29
<i>Echinodorus nymphaeifolius Buchenau</i>	2.38	3.57	2.03	7.99
<i>Hybanthus oppositifolius</i>	4.76	7.14	5.21	17.11
<i>Morinda royoc</i>	14.29	10.71	10.90	35.90
<i>Phyla nodiflora</i>	2.38	3.57	1.95	7.91
<i>Pisonia aculeata</i>	2.38	3.57	2.52	8.47
<i>Plantulas de Tabernaemontana alba</i>	2.38	3.57	3.82	9.78
<i>Ruellia inundata</i>	14.29	10.71	13.02	38.02
<i>Scleria lithosperma</i>	2.38	3.57	2.60	8.56
<i>Stenandrium nanum</i>	4.76	7.14	2.28	14.18

Anexo 28. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Forestal. Leñosas. Época de secas del 2014

Espece	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R
<i>Acacia cornigera</i>	12	5.56	0.12	17.68
<i>Anacardiaceae spp.</i>	12	16.67	16.13	44.79
<i>Diospyros anisandra</i>	4	5.56	0.18	9.73
<i>Diospyros yucatanensis</i>	4	5.56	0.55	10.1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	16	16.67	13.88	46.55
<i>Guettarda gaumeri</i>	4	5.56	1.44	11
<i>Haemoatoxylum campechianum</i>	20	11.11	61.07	92.18
<i>Lonchocarpus xuul</i>	8	5.56	4.83	18.39
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	4	5.56	1.35	10.9
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	8	11.11	0.13	19.25
<i>Randia aculeata</i>	8	11.11	0.32	19.43

Anexo 29. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Arbustiva. Herbáceas. Época de secas del 2014

Espece	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Abutilon permolle</i>	2.38	4.00	3.43	9.81
<i>Blechum pyramidatum</i>	4.76	4.00	3.00	11.76
<i>Bromelia karatas</i>	2.38	4.00	6.86	13.24
<i>Corchorus siliquosus</i>	4.76	4.00	4.29	13.05
<i>Cordia globosa</i>	4.76	8.00	4.29	17.05
<i>Croton flavens</i>	2.38	4.00	1.72	8.10
<i>Desmodium incanum</i>	9.52	8.00	6.00	23.53
<i>Dioscorea floribunda</i>	2.38	4.00	4.72	11.10
<i>Hybanthus oppositifolius</i>	2.38	4.00	0.86	7.24
<i>Lygodium venustum</i>	2.38	4.00	1.80	8.18
<i>Melanthera angustifolia</i>	2.38	4.00	2.14	8.53
<i>Merremia aegyptia</i>	2.38	4.00	2.40	8.78
<i>Morinda royoc</i>	14.29	12.00	13.29	39.58
<i>Megathyrsus maximus</i>	11.90	4.00	21.44	37.35
<i>Parthenium hysterophorus</i>	2.38	4.00	2.57	8.95
<i>Phyla nodiflora</i>	16.67	4.00	7.72	28.39
<i>Phyllanthus liebmannianus</i>	2.38	4.00	2.14	8.53
<i>Porophyllum punctatum</i>	2.38	4.00	3.86	10.24
<i>Rivina humilis</i>	2.38	4.00	2.74	9.13
<i>Sida acuta</i>	2.38	4.00	3.00	9.38
<i>Solanum tridynamum</i>	2.38	4.00	1.72	8.10

Anexo 30. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 2, Comunidad Arbustiva. Leñosas. Época de secas del 2014

Espece	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Acacia collinsii</i>	7.69	4.76	0.64	13.10
<i>Acacia pennatula</i>	7.69	9.52	27.85	45.07
<i>Bauhinia divaricata</i>	2.56	4.76	2.31	9.64
<i>Bauhinia unguolata</i>	12.82	4.76	20.98	38.56
<i>Bursera simaruba</i>	2.56	4.76	0.86	8.19
<i>Byrsonima crassifolia</i>	2.56	4.76	17.13	24.46
<i>Calliandra spp</i>	2.56	4.76	0.11	7.44
<i>Ehretia tinifolia</i>	7.69	4.76	6.64	19.10
<i>Guettarda combsii</i>	2.56	4.76	0.18	7.50
<i>Havardia albicans</i>	2.56	4.76	3.15	10.47
<i>Leucaena leucocephala</i>	2.56	4.76	0.35	7.68
<i>Randia longiloba</i>	5.13	4.76	2.69	12.58
<i>Senna uniflora</i>	2.56	4.76	0.11	7.44
<i>Senna villosa</i>	17.95	14.29	4.77	37.01
<i>Sideroxylon spp</i>	10.26	4.76	11.14	26.16
<i>Tabernaemontana alba</i>	2.56	4.76	0.26	7.58
<i>Xylosma flexuosa</i>	7.69	9.52	0.81	18.03

Anexo 31. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Forestal. Herbáceas. Época de secas del 2014

Espece	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Abrus precatorius</i>	13.89	19.05	14.42	47.35
<i>Ayenia abutilifolia</i>	2.78	4.76	4.09	11.63
<i>Blechum pyramidatum</i>	5.56	4.76	3.58	13.90
<i>Cissampelos pareira</i>	2.78	4.76	2.86	10.40
<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	2.78	4.76	1.84	9.38
<i>Lasiacis divaricata</i>	8.33	9.52	9.20	27.06
<i>Lygodium venustum</i>	8.33	9.52	7.46	25.32
<i>Oeceoclades maculata</i>	11.11	9.52	13.09	33.72
<i>Paullinia fuscescens</i>	2.78	4.76	2.56	10.10
<i>Petiveria alliacea</i>	25.00	9.52	19.84	54.36
<i>Sabal yapa</i>	2.78	4.76	5.32	12.86
<i>Sida acuta</i>	8.33	4.76	11.25	24.34
<i>Smilax mollis</i>	5.56	9.52	4.50	19.58

Anexo 32. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Forestal. Leñosas. Época de secas del 2014

Espece	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Acacia collinsii</i>	17.24	10.53	1.30	29.06
<i>Bauhinia unguolata</i>	3.45	5.26	0.71	9.42
<i>Byttneria aculeata</i>	3.45	5.26	0.02	8.73
<i>Chiococca alba</i>	3.45	5.26	0.02	8.73
<i>Cupania dentata</i>	3.45	5.26	0.21	8.93
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	6.90	5.26	44.52	56.68
<i>Guazuma ulmifolia</i>	13.79	10.53	47.33	71.65
<i>Guettarda gaumeri</i>	3.45	5.26	0.04	8.76
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	10.34	10.53	4.39	25.26
<i>Pisonia aculeata</i>	3.45	5.26	0.30	9.01
<i>Psychotria nervosa</i>	6.90	10.53	0.03	17.45
<i>Psychotria pubescens</i>	6.90	5.26	0.87	13.03
<i>Randia longiloba</i>	3.45	5.26	0.11	8.82
<i>Semialarium mexicanum</i>	10.34	5.26	0.12	15.73
<i>Xylosma flexuosa</i>	3.45	5.26	0.03	8.74

Anexo 33. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Arbustiva. Herbáceas. Época de secas del 2014

Espece	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R
<i>Abrus precatorius</i>	2.22	4.35	2.38	8.95
<i>Blechum pyramidatum</i>	11.11	8.70	5.54	25.34
<i>Bonellia macrocarpa</i>	2.22	4.35	2.44	9.01
<i>Cissampelos pareira</i>	2.22	4.35	1.19	7.76
<i>Croton flavens</i>	20.00	13.04	16.79	49.83
<i>Croton humilis</i>	2.22	4.35	1.43	8.00
<i>Dalechampia scandens</i>	4.44	4.35	2.08	10.88
<i>Desmodium incanum</i>	4.44	4.35	3.04	11.83
<i>Lasiacis divaricata</i>	8.89	8.70	6.25	23.83
<i>Lygodium venustum</i>	4.44	4.35	3.87	12.66
<i>Melochia pyramidata</i>	2.22	4.35	1.49	8.06
<i>Morinda royoc</i>	24.44	13.04	15.42	52.90
<i>Operculina pinnatifida</i>	2.22	4.35	2.98	9.55
<i>Megathyrsus maximus</i>	2.22	4.35	26.79	33.36
<i>Sabal yapa C. Wright</i>	2.22	4.35	4.76	11.33
<i>Serjania yucatanensis</i>	2.22	4.35	1.79	8.36
<i>Urvillea ulmacea</i>	2.22	4.35	1.79	8.36

Anexo 34. Índice de Valor de Importancia Relativa. UPB 3, Comunidad Arbustiva. Leñosas. Época de secas del 2014

Especies	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	V.I.R.
<i>Acacia collinsii</i>	23.40	13.04	10.13	46.57
<i>Acacia cornigera</i>	2.13	4.35	0.11	6.58
<i>Acacia farnesiana</i>	4.26	8.70	0.50	13.45
<i>Acacia pennatula</i>	2.13	4.35	5.71	12.19
<i>Bauhinia divaricata</i>	4.26	4.35	0.17	8.77
<i>Bauhinia unguolata</i>	14.89	4.35	24.31	43.55
<i>Bunchosia swartziana</i>	10.64	8.70	12.30	31.63
<i>Calea urticifolia</i>	10.64	13.04	20.98	44.66
<i>Calliandra spp</i>	2.13	4.35	1.33	7.81
<i>Diphysa carthagenensis</i>	4.26	4.35	1.11	9.72
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.13	4.35	4.59	11.07
<i>Gymnopodium floribundum</i>	4.26	4.35	1.41	10.02
<i>Helicteres baruensis</i>	2.13	4.35	0.43	6.91
<i>Mimosa albida</i>	4.26	4.35	7.64	16.24
<i>Semialarium mexicanum</i>	4.26	4.35	2.17	10.78
<i>Tabernaemontana alba</i>	2.13	4.35	0.98	7.45
<i>Xylosma flexuosa</i>	2.13	4.35	6.12	12.59