



UADY

POSGRADO
INSTITUCIONAL
EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y
MANEJO DE RECURSOS
NATURALES TROPICALES

**“ESTRUCTURA DE LA SABANA CHACHO LUGO,
TEKAX, YUCATÁN, MÉXICO”**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL
GRADO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS EN MANEJO DE
RECURSOS NATURALES TROPICALES**

POR

**Licenciada en Biología
Julia Gabriela Rivero Manzanilla**

Asesores:

Dr. Juan Tún Garrido

Dr. Juan Javier Ortiz Díaz

Mérida, Yucatán, México, Junio de 2015

DECLARACIÓN

El presente trabajo no ha sido aceptado o empleado para el otorgamiento de título o grado diferente o adicional al actual. La tesis es resultado de las investigaciones del autor, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas. El autor otorga su consentimiento a la UADY para la reproducción del documento con el fin del intercambio bibliotecario siempre y cuando se indique la fuente.

DEDICATORIA

A mis padres.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor el Dr. Juan Tún Garrido por todo su apoyo y consejos en la realización de tesis, así como su comprensión a mi persona

A mi asesor el Dr. Juan Javier Ortiz Díaz por todo su apoyo, consejos y tiempo brindado en la realización de esta tesis.

A sínodo de revisión de tesis: Dra. Carmen Salazar Gómez Varela, Dr. Jorge Leirana Alcocer, Dr. Juan Pablo Pinzón, Dr. Juan Jiménez Osornio y Dr. José Ramos Zapata, por brindarme su tiempo, sus atinadas sugerencias que contribuyeron al enriquecimiento de la presente tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el otorgamiento de la beca de Maestría.

A Dios, que sin El yo no hubiera tenido el valor ni la fuerza para terminar esta meta que me propuse en la vida y enseñarme de nuevo que sólo se nos conceden cargas que nuestros hombros puedan soportar.

A mi familia por todo su apoyo, amor y paciencia, especialmente a Karla por su ayuda en mi redacción; a mi padre por apoyarme en mis decisiones y a mi amada madre que gracias a ella existe esta tesis

A mi tío Juan de Dios y a mi tía Julia por su apoyo incondicional, por ser mi segunda madre y un ángel protector.

A mis queridos amigos de toda la vida, los cuales siempre han estado para mí: Diego, Lorena, Idalia, Claudia y Genny.

A tres personas especiales que me han escuchado, apoyado y están para mí en los mejores y peores momentos: Patricia, Laura y Alejandra, e igualmente a la importante razón que nos une.

A Norka, Astrid y Edgar, por brindarme su amistad en esas largas horas de laboratorio.

RESUMEN

Las sabanas son comunidades vegetales donde existe un estrato herbáceo continuo dominado por especies gramínoideas, con escasos árboles esparcidos. Estas comunidades se desarrollan sobre suelos con drenaje deficiente y están sujetas a períodos de sequía e inundación a lo largo del año. Las formas de vida vegetal presentes muestran adaptaciones morfoanatómicas como estrategias de sobrevivencia en estos ambientes estacionales. El área ocupada por las sabanas es menor cuando se compara con las selvas estacionales, pero en México los estudios ecológicos son escasos. Además los ecosistemas de sabana en Yucatán están en grave riesgo, ya que están siendo transformados para actividades agropecuarias. En virtud a esto es necesario obtener mayor conocimiento ecológico y taxonómico para proponer estrategias de manejo y conservación. Este trabajo tiene como objetivo caracterizar la estructura de la vegetación de la Sabana de Chacho Lugo, para lo cual se analizó una base de datos obtenida en los meses de Septiembre-Octubre de 2007. Se obtuvo el valor de importancia relativa (VIR), cobertura y altura para describir la estructura de la comunidad vegetal. A cada especie se le asignó una forma de vida de acuerdo a la clasificación de Raunkiaer, y para estimar la diversidad se empleó la serie de números de Hill y Equidad de Hill. Se reportan 26 especies, pertenecientes a 24 géneros y 15 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Poaceae y Cyperaceae, formando el grupo dominante de la vegetación, las especies de estas dos familias botánicas se conocen como gramínoideas y presentaron una cobertura del 85.21%. La sabana posee una altura promedio de 56.32 cm que corresponde a la altura promedio de las especies gramínoideas. La forma de vida mejor representada fue hemicriptófito con 11 especies. Con respecto a la serie de números de Hill, de las 26 especies, 13 son abundantes, donde 3 son las dominantes y estas mismas especies presentaron los valores VIR más altos, *Paspalum plicatulum* (86.45), *Rhynchospora holoschoenoides* (37.57) y *Sorghastrum setosum* (14). Sin embargo, la sabana de Chacho Lugo presentó un bajo índice de equidad de Hill con 0.2088, lo que la define como una comunidad

ecológicamente heterogénea, pero fisionómicamente homogénea. Estos resultados nos ayudarán en futuras decisiones sobre la conservación y manejo adecuado de estas comunidades vegetales afectadas por las actividades del hombre.

Palabras claves: composición florística, sabana, Yucatán.

SUMMARY

Savannas are plant communities dominated by graminoid in an herbaceous species matrix with few scattered trees. These communities are developed on ill drained soils and dry and waterlogging seasons. Life forms present show morphoanatomical adaptations as survival strategies to these changing environments. The area covered by savannas is reduced when comparing to tropical seasonally forests, but ecological studies in Mexico are few. Moreover, such ecosystems are at risk in Yucatan due to its transformation into crops, so that gathering ecological and taxonomic knowledge is necessary in order to propose conservation and management strategies. The aim of this study is to characterize the vegetation structure of the savanna Chacho Lugo. From the analysis of a database with information gathered from September to October 2007. The relative importance value (RIV), coverage and height were calculated, to describe the structure of the plant community. Each species was assigned with a life habit, according to the Raunkiaer's classification. To estimate diversity, the numbers of Hill and Hill index were used. Twenty six species, belonging to 24 genera and 15 families are registered in the plots. The families with the highest species richness are Poaceae and Cyperaceae, whose species are known as graminoids, and accounts for 85.21% of total coverage. Savanna has an average height of 56.32 cm the same as the average height of graminoids. The most abundant life form was hemicryptophyte with 11 species. Thirteen species out of the 26 are the most abundant, with three dominant species *Paspalum plicatulum* (86.45 RIV), *Rhynchospora holoschoenoides* (37.57 RIV) and *Sorghastrum setosum* (14 RIV). Nevertheless the Evenness Hill Index was low (0.2088) considering the savannah as ecologically heterogeneous but physiognomically homogeneous. This information will provide useful information to take future decisions on the conservation and management of these plant communities affected by human activities.

Key words: Floristic composition, savanna, Yucatan.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
1. Características generales de las sabanas.....	3
1.1 Fisionomía.....	3
1.2 Suelo.....	4
1.3 Clima.....	5
1.4 Reservorio de fauna.....	5
2. Estudios florísticos de sabana en México y la península de Yucatán.....	6
3. Importancia de los parámetros de la vegetación.....	9
3. OBJETIVO GENERAL.....	12
3.1 Objetivos particulares.....	12
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
5. ARTÍCULO.....	18
6. CONCLUSIONES.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lista de especies registradas en los muestreo, incluyendo forma de vida, altura, cobertura, frecuencia y valor de importancia relativa (VIR).....	27
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio: sabana Chacho Lugo, Tekax.....	23
---	----

Figura 2. Cobertura relativa ocupada por cada forma de vida presente en la sabana.....	26
---	----

Figura 3. Porcentaje de cobertura obtenido por las formas de vida de Chacho Lugo, Tekax.....	29
---	----

Figura 4. Distribución de frecuencias de alturas de las especies herbáceas.....	30
--	----

Figura 5. Distribución de frecuencia de alturas de las especies arbustivas y arbórea.....	30
--	----

Figura 6. Curva de acumulación de especies esperadas-observadas.....	31
---	----

1. INTRODUCCIÓN

Las sabanas neotropicales son comunidades donde existe un estrato continuo, principalmente dominado por hierbas más o menos xeromórficas de las familias Poaceae y Cyperaceae, en ocasiones con arbustos, árboles o palmas esparcidos (Beard, 1953; López-Olmedo, 2006). Estas comunidades vegetales se desarrollan típicamente sobre terrenos planos o escasamente inclinados, esencialmente arcillosos, con una capa impermeable, lo cual hace que durante el período lluvioso se produzcan frecuentes y prolongados encharcamientos, y en la época seca, la superficie del suelo carece por completo de agua disponible para las plantas (Rzedowski, 1978; Bautista *et al.*, 2005). La presencia de las sabanas no está determinada por el clima, sino más bien por las características edáficas, por lo que se pueden observar comunidades vegetales diferentes, debido a la conformación del relieve y factores edáficos como el drenaje deficiente (Rzedowski, 1978).

En la Península de Yucatán, la superficie que ocupan las sabanas es reducida en comparación con otros tipos de vegetación de la región y se distribuyen a manera de islas formando parte de la matriz de selvas tropicales (Miranda, 1958; Rzedowski, 1978). Entre los trabajos florísticos realizados en estas comunidades vegetales a nivel nacional están, el de Puig (1972) realizado en la región de Huimanguillo, Tabasco; el de Pérez-García *et al.*, (2001) en la región de Nizanda, Oaxaca; el de Vázquez-Vázquez *et al.*, (2012) en Campeche, y, recientemente, el de Ortiz-Díaz *et al.*, (2014) en dos enclaves de sabana de la península de Yucatán. Por otra parte los únicos trabajos conocidos que analizan los aspectos de riqueza y estructura, han sido realizados en dos de las mismas regiones, en Nizanda, Oaxaca por López-Olmedo *et al.*, (2006) y en Xmabén, Campeche por Vázquez-Vázquez, 2009.

El planteamiento de esta investigación surge por la necesidad de obtener mayor información ecológica de las sabanas en la península de Yucatán; esto para generar herramientas suficientes con el fin de proponer planes de manejo de las mismas, dichos ecosistemas presentan diferencias florísticas y ecológicas respecto a otros tipos de vegetación, presentando un gran valor ecológico como reservorio de especies de flora y fauna. Igualmente, debido a la escasez de suelos fértiles en la región, las áreas que ocupan las sabanas son utilizadas para el establecimiento de cultivos agrícolas, propiciando la desaparición de grandes extensiones de sabanas en el sur del estado de Yucatán. Adicionalmente, en exploraciones anteriores en éstas áreas se han detectado especies que representan nuevos reportes de plantas para la península de Yucatán, lo que hace evidente la falta de trabajos en estas comunidades vegetales.

2. MARCO TEÓRICO

1. Características generales de las sabanas

Las comunidades vegetales en donde existe la dominancia de gramíneas, se denominan pastizales, y constituyen uno de los tipos de vegetación más característicos desde el punto de vista fisonómico. Estos pastizales en climas de regiones calientes y húmedas a semihúmedas se conocen como sabana (Rzedowski, 1978). La presencia de sabanas neotropicales está determinada principalmente por la disponibilidad de nutrientes (origen geológico y grado de lixiviación) y de agua, debida a las variaciones en el drenaje y la capacidad de retención de ésta en el suelo (Werner, 1991), e igualmente al elemento fuego en la época de secas (Várguez-Vázquez *et al.*, 2012). Las sabanas son ecosistemas que se distribuyen en zonas tropicales de África, Asia y América, (Osorio-Miranda *et al.*, 2013), ocupando aproximadamente un 20% de la superficie terrestre (Ripstten, 2001). En el continente Americano, existen extensas áreas en la parte central y el Caribe, como Belice, México, Honduras, Nicaragua, sur-oeste de Panamá y en el centro y este de Cuba (Huber, 1987). En América del Sur, ocupan 250 millones de hectáreas, pertenecientes a los llanos de Colombia, los llanos de Venezuela, el cerrado de Brasil y las sabanas de Bolivia y Guyana (Rippstein *et al.*, 2001). En México, las sabanas más extensas se encuentran en el sureste del país, en Tabasco, Chiapas y Veracruz, así como en la región de Los Chenes, Campeche y Yucatán (Miranda y Hernández-X., 1963; Rzedowski, 1978; Flores-Guido y Espejel, 1994), ocupando un 12% de la superficie del país (SEMARNAT, 2003; Pérez *et al.*, 2005).

1.1. Fisionomía y composición florística

La sabana es un ecosistema de distribución tropical, con una fisionomía semejante a la pradera. Su zona de transición, entre bosques y estepas, está caracterizada por la dominancia de especies de las familias Poaceae, Fabaceae, Cyperaceae y Asteraceae (Beard, 1953). En México, las sabanas están dominada

por gramíneas (por lo común son altas de 80 a 100 cm), de los géneros *Andropogon*, *Anoxopus*, *Aristida*, *Digitaria*, *Imperata*, *Leptocoryphium*, *Paspalum* y *Trichachne*. Otras herbáceas (entre 50 a 80 cm) comunes pertenecen a las familias Asteraceae, Cyperaceae y Fabaceae. También existe un estrato de árboles bajos (3 a 6 m) y espaciados, o bien agrupados en islotes, aunque éstos son escasos (Rzedowski, 1978). Sin embargo, algunos autores han propuesto que la densidad de árboles varía desde pocos hasta comunidades donde llegan a formar un dosel casi cerrado (García-Núñez y Azócar, 2004). Pennington y Sarukhán (1998) y Rzedowski (1978) mencionan que las especies arbóreas más frecuentes en las sabanas son *Byrsonima crassifolia*, *Curatella americana*, *Crescentia alata* y *C. cujete*, aunque también se pueden presentar especies de *Coccoloba*, *Paurotis*, *Quercus* y Melastomataceae (Rzedowski, 1978). Una de las explicaciones sobre la estructura de las sabanas en el trópico americano, es que se encuentran en suelos extremadamente oligotróficos, esto no les permite mantener una comunidad arbórea continua (Sarmiento, 1983; Kellman, 1989; Medina y Silva, 1991; Lüttge, 1997).

1.2 Suelo

Las sabanas se desarrollan típicamente sobre terrenos planos o escasamente inclinados y están determinadas principalmente por la disponibilidad de nutrientes (origen geológico y grado de lixiviación) y agua, debido a las variaciones en el drenaje y la capacidad de retención en el suelo (Werner, 1991). Los suelos son vertisoles, con un horizonte vértico dentro de los primeros 100 cm de profundidad, esencialmente arcillosos (más del 30%), aunque el horizonte superior puede ser arenoso (Bautista *et al.*, 2005). Son ácidos (pH 4 a 5.5) y ricos en materia orgánica, varían en color de gris en la superficie a amarillento en el horizonte inferior (Miranda, 1958; Rzedowski, 1978). A causa de una capa impermeable, el drenaje interior es deficiente, lo cual unido al escurrimiento nulo o lento en la superficie, hace que durante el período lluvioso se produzcan frecuentes y prolongados encharcamientos. En cambio, en la época seca, el suelo

carece por completo de agua superficial disponible para las plantas, pues la misma capa impermeable lo aísla de toda humedad subterránea, lo cual ocasiona grietas profundas en la superficie. Esta alternancia en la disponibilidad de agua se interpreta como la condición causante de la presencia de las gramíneas, las que se establecen en suelos extremadamente oligotróficos, siendo estas características del suelo las que permiten la dominancia de las especies gramíneas en el paisaje de las sabanas (Rzedowski, 1978).

1.3. Clima

Las sabanas tropicales son ecosistemas típicos de climas isotérmicos cálidos con alternancia de dos estaciones: una con altas precipitaciones y otra casi sin lluvia, que Köeppen definió como Am y Aw (Sarmiento, 1996). Por lo que la mayor parte de las sabanas de México se ubican en este tipo de climas, que son calurosos, sin heladas, con precipitaciones generalmente superiores a 1000 mm anuales, llegando a veces a 2500 mm (Köeppen, 1984).

Sarmiento (1996) propuso un criterio según la condición hídrica:

- **Sabana estacional:** son aquellas que están sometidas fundamentalmente al estrés de sequía; se caracterizan por periodos húmedos y secos muy marcados.
- **Sabana hiperestacional:** son aquellas que pasan alternancia durante cada ciclo anual por cuatro períodos contrastantes, dos estaciones húmedas separadas por una estación seca y otra húmeda.
- **Sabana semiestacional:** son aquellas donde el principal estrés ambiental es el exceso prolongado de agua. En ellas se alterna una estación húmeda con una seca.

1.4. Reservorio de Fauna

Las sabanas de Latinoamérica tienen muy poca atención en comparación con otros tipos de vegetación y por consiguiente, sobre su fauna. La fauna que habita en las sabanas de América tropical son de tipo silvestre, como el venado

cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el ciervo (*Blastocerus dichotomus*), que frecuentan sabanas de tipos abiertas (Ojasti, 1990), las cuales se caracterizan por la escases de elementos arbóreos. Luego tenemos a los mamíferos asociados a vegetación de sabana, el conejo (*Sylvilagus floridanus*) y el armadillo (*Dasypus sabanicola*). Entre las aves están las Ciconiiformes (garzas), Charadriiformes (playeros), Anseriformes (patos) y Columbiformes (palomas), los tres primeros vinculados a los cuerpos de agua presentes en las sabanas (Pérez y Ojasti, 1996). La fauna en las sabanas cumplen un rol ecológico, estético, económico y científico; sin embargo, muchos de los animales que habitan naturalmente estos ambientes se encuentran reducidos en número debido al uso ganadero y agrícola de estos terrenos (Solbring, 1991; Ojasti, 1993).

2. Estudios florísticos de sabana en México y la península de Yucatán

Sarmiento y Vera, (1979) mencionan que las sabanas tropicales, por el ámbito geográfico que abarcan, por la superficie que ocupan, así como por determinar los rasgos fundamentales del paisaje y las bases de la economía en vastas regiones naturales, deben ser consideradas como objetos de estudio prioritarios dentro de la región neotropical. Sala *et al.*, (2000) estiman que aproximadamente el 60% de las sabanas están en peligro de desaparecer en los años recientes, si no se toman medidas para su conservación.

Para las sabanas mexicanas, los trabajos se centran en estudios florístico-fisionómicos en los que se emplean parámetros cualitativos y cuantitativos para caracterizarlas. A continuación se describirán en orden cronológico los trabajos más sobresalientes en el sureste de México y Belice. Miranda (1952) describe varios tipos de sabana en Chiapas de las llanuras de la parte boreal del estado encontrando una relación de los tinteles de *Haematoxylon campechianum* con los encinares de *Quercus oleoides*, donde la mayor parte de las sabanas son de origen secundario; Beard (1953) describe las sabanas de Latinoamérica septentrional, concluyendo que las condiciones en las que se encuentran las

sabanas del sureste de México son similares a las que se describen en Centroamérica, las Antillas y el norte de Sudamérica; Miranda (1958) hace referencia a las sabanas de la Península de Yucatán, señalando su presencia al extremo sur del estado de Yucatán y en la parte norte de Campeche, en el área de Becanchén, Holpechen y Tixcumuy, los elementos arbóreos prevaecientes pertenecen a los géneros *Curatella*, *Byrsonima* y *Crescentia*; West (1956) señala en un mapa las extensiones de sabana en Tabasco, y describe que se tratan de comunidades secundarias de origen antropógeno; Puig (1972) tuvo como zona de estudio a la región de Huimanguillo, Tabasco y distingue dos tipos de zacatales: la sabana arbolada, y la sabana herbácea, se diferencian por la ausencia o presencia del estrato arbóreo; destacan las especies arbóreas *Byrsonima crassifolia* y *Curatella americana*, los arbustos de los géneros *Clidemia*, *Conostegia*, *Miconia*, *Mimosa* y *Walteria*, y las gramíneas *Andropogon bicornis*, *Digitaria leucites*, *Imperata* sp., *Orthoclada laxa*, *Paspalum plicatulum* y *P. pectinatum*, donde el autor las determina como sabanas de origen antropogénico; León y Gómez-Pompa (1970) describen dos enclaves de sabana en el extremo sureste del estado de Veracruz con *Paspalum pectinatum* como especie dominante; Sousa (1968) menciona en la sabana de los Tuxtlas, la distribución de éstas entre 0 y 150 m de altitud, con *Curatella*, *Byrsonima* y *Coccoloba barbadensis* como elementos arbóreos; igualmente para los Tuxtlas, Gómez-Pompa *et al.* (1978) mencionan la presencia de sabanas con los taxones *Crescentia*, *Byrsonima*, *Curatella*, *Coccoloba* y *Acacia* como plantas leñosas que cubren pequeñas áreas aisladas. Más recientemente los estudios de Flores-Guido y Espejel (1994) y Flores-Guido *et al.* (2010) mencionan especies arbóreas típicas de las sabanas neotropicales, además de las herbáceas, y la presencia de sabana inundable en los municipios de Calkiní, Palizada, Ciudad del Carmen y Escárcega (Campeche), al norte y al oriente de Yucatán, y en la región de El Jaguactal en Quintana Roo.

En la Península de Yucatán, la superficie de las sabanas es reducida en comparación con otros tipos de vegetación de la región y se distribuyen a manera de islas formando parte de la matriz de selvas tropicales, por lo que los límites de éstas pueden ser establecidos claramente y son consideradas como sabanas de origen natural, ya que Miranda (1958) sugirió que las sabanas de la Península de Yucatán tienen un origen primario, definiendo éstas como aquellas donde los suelos que sustentan son la etapa final de un proceso de emersión dinámica o eustática de terrenos pantanosos o lacustres que se fueron erosionando, formando planicies con suelos deficientes en drenaje. Igualmente, Ortiz-Díaz *et al.* (2014) reportan a la sabana de Chacho Lugo como de origen natural, ya que sus especies (*Paspalum*, *Trachypogon*) tienen una gran semejanza florística con otras comunidades neotropicales no antropogénicas (Bridgewater *et al.*, 2002; Laughlin, 2002; López-Olmedo *et al.*, 2006; Farruggia *et al.*, 2008).

Los trabajos realizados en México en donde se describen los componentes cuantitativos de las sabanas son escasos; López-Olmedo *et al.* (2006) en la región de Nizanda, Oaxaca, registraron un total de 86 especies, 68 géneros y 29 familias, donde las familias Fabaceae, Poaceae y Asteraceae tuvieron la mayor riqueza taxonómica, el 69% de la cobertura correspondió a gramíneas y ciperáceas (graminoides), la altura promedio de la vegetación fue de 35 cm y *Trachypogon spicatus* tuvo el valor VIR más alto (146.2), en cuanto al espectro biológico, prevalecieron las caméfitas y hemicriptófitas. Por su lado, Vázquez-Vázquez (2009), estudió dos sabanas de Xmabén, Campeche, obteniendo 20 especies, 16 géneros y 12 familias, donde también las familias Poaceae y Cyperaceae fueron las mejor representadas; mencionando que la cobertura fue dominada por las gramíneas (64.92 y 98.55%), la altura promedio de la vegetación fue de 21 cm, y las especies *Paspalum plicatulum* y *Paspalum arundinaceum* tuvieron el valor VIR más alto (135.46 y 124.36), y el espectro biológico dominante fue hemicriptófito, seguida de hidrófitas.

3. Importancia de los parámetros de la vegetación

La vegetación debe ser caracterizada por su fisionomía, cuyo estudio a la vez es indispensable para comprender de su naturaleza y distribución, o por las especies que la componen (florística) (Rzedowski, 1978). La fisionomía se refiere a la apariencia externa de la vegetación en cuanto a altura, color, forma, tamaño de las hojas, estos atributos tienden a ser el resultado de la combinación de caracteres funcionales (papel adaptativo para la sobrevivencia) y estructurales (arreglo vertical u horizontal de las plantas) (Flores-Guido y Álvarez, 2004), por lo que las especies e individuos pueden ser agrupados con base a su forma de vida de acuerdo a sus similitudes en estructura y función.

Las sabanas neotropicales presentan una alta diversidad de formas de vida (Sarmiento y Monasterio, 1983), y esto se traduce como un conjunto variado de adaptaciones morfoestructurales que permiten a las especies sobrepasar los factores ambientales, para la sabana particularmente son la sequía y fuego. Las formas de vida son un carácter que manifiestan adaptaciones al ambiente que pueden ser de tipo morfológico o bien fisiológico. La distribución de los tipos morfológicos de las plantas o espectro biológico refleja las condiciones ambientales a las que tienen que enfrentarse y es distinta en cada región del mundo. Los organismos con analogías morfológico-funcionales notables se reúnen en grupos denominados formas biológicas, estas son descritas en el sistema de clasificación de Raunkiaer, que se fundamenta en las características de las partes aéreas de las plantas (altura que alcanzan del suelo), las partes que se hallan en crecimiento (brotes o vástagos) y en la duración de la vida de las mismas (Robles y Zárate, 2011; Alcaraz, 2013). Las principales formas biológicas vegetales, según el sistema de Raunkier adaptado por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), con algunas modificaciones de Inocencio *et al.* (1998) son (Figura 1):

- **Fanerófitos (P):** Plantas leñosas o herbáceas vivaces (árboles, arbustos, bambúes y grandes hierbas).

- **Epífitos (E):** Plantas que germinan sobre otras plantas (incluidas plantas muertas) cuyos cadáveres permanecen erectos, postes telegráficos, cables, etc.).
- **Lianas (L):** Plantas que germinan en el suelo y mantienen su contacto con el mismo, pero que economizan en producción de biomasa, sirviéndose de otros vegetales para sustentar sus tallos.
- **Caméfitos (Ch):** Plantas perennes, leñosas o herbáceas, cuyas ramas maduras o sistema caulinar permanecen todo el año dentro de los primeros 50 cm por encima de la superficie del suelo.
- **Hemicriptófitos (H):** Plantas perennes que muestran una reducción periódica de las partes aéreas, que quedan reducidas en el periodo desfavorable, restando las yemas de reemplazo a ras del suelo.
- **Geófitos (G):** Plantas perennes que muestran de forma periódica la reducción del sistema completo aéreo a órganos de almacenamiento incluidos en el suelo.
- **Terófitos (T):** Anuales, plantas cuya parte vegetativa muere tras la producción de semillas, completan su ciclo vital dentro del año y pasan el período desfavorable (frío o sequía) en forma de semillas.
- **Hidrófitos (Hyd):** Plantas acuáticas enraizadas, con los órganos asimiladores sumergidos o flotantes.
- **Helófitos (Hel):** Plantas semiterrestres vivaces enraizadas, cuyos órganos asimiladores, el menos en parte, no se hallan sumergidos.
- **Pleustófitos (PI):** Plantas acuáticas errantes, yacentes o suspendidas en agua y en ocasiones temporalmente enraizadas.

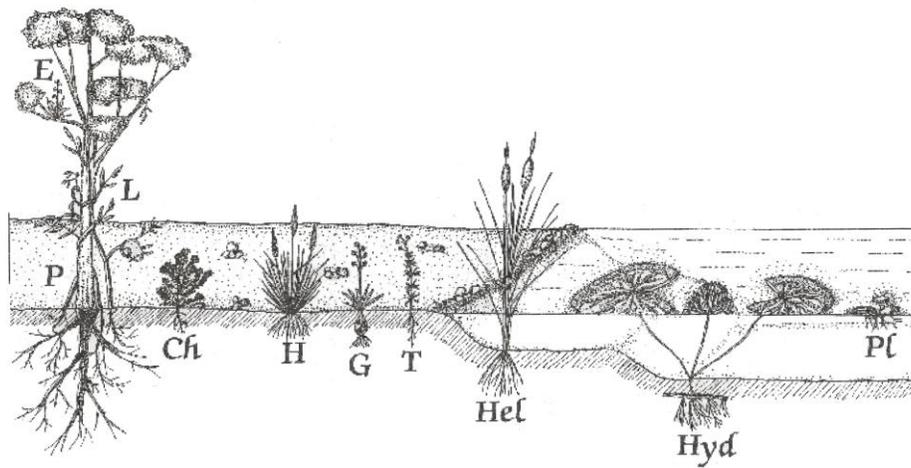


Figura 1. Tipos básicos de formas vitales: P. Phanerófitos; E. Epífitos; L. Lianas; Ch. Caméfitos; H. Hemicriptófitos; G. Geófitos; T. Terófitos; Hel. Helófitos; Hyd. Hidrófitos; Pl. Pleustófitos (Tomado de Alcaraz, 2013).

3. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la estructura de la vegetación de la sabana Chacho Lugo, Tekax, Yucatán.

3.1 OBJETIVOS PARTICULARES

1. Analizar la estructura de la vegetación de la sabana.
2. Estimar la riqueza y diversidad florística de la sabana.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaraz Ariza F. J. 2013. Formas vitales, estratificación y fenología. Geobotánica, Tema 8. Universidad de Murcia, España.
- Bautista F.; D. Palma-López y W. Huchin-Malta. 2005. Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán. Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Beard J. S. 1953. The savanna vegetation of northern tropical America. Ecol. Monogr. 23: 150-215.
- Bridgewater S. G. M.; A. Ibáñez; J. A. Ratter y P. A. Furley. 2002. Vegetation classification and floristics of the savannas and associated wetlands of the Rio Bravo Conservation and Management Area, Belize. Edinburgh Journal of Botany. 59: 421-442.
- Farruggia F. T.; M. H. H. Stevens y M. A. Vincent. 2008. A floristic description of a neotropical coastal savanna in Belize. Caribbean. Journal of Science. 44: 53-69.
- Flores-Guido J. S. y I. Espejel. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán; Etnoflora yucatanense; Fascículo 3; UADY; Mérida, Yucatán.
- Flores-Guido J. S. y J. Álvarez. 2004. Flora y vegetación. En: Bautista Zuñiga F; H. Delfín Gonzáles; J. L. Palacio Prieto y M. del C. Delgado Carranza (Eds). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Autónoma de México. Universidad Autónoma de Yucatán. Consejo de Ciencia y Tecnología. Instituto de Ciencia y Tecnología. 303-325.
- Flores-Guido J. S.; R. Durán García y J. J. Ortiz Díaz. 2010. Comunidades vegetales terrestres. En: Durán R.; M. Méndez (Eds). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 125-129.

- García-Núñez C y A. Azócar. 2004. Ecología de la regeneración de árboles de la sabana. *Ecotrópicos*. Sociedad Venezolana de Ecología. 17: 1-24.
- Gómez-Pompa A. 1978. Ecología de la Vegetación en Veracruz. INIREB-CECSA. México.
- Huber O. 1987. Neotropical savannas: their flora and vegetation. *Trends Ecol. Evol.* 3: 67-71.
- Inocencio C.; Alcaraz F. y Ríos S. 1998. El paisaje vegetal de la cuenca albacetense del Guadalmena. Inst. Estudios Albacetenses. Serie I. Estudios 100. Albacete.
- Kellman M. 1989. Mineral nutrient dynamics during savanna-forest transformation in Central America. En: Proctor, J. Editorial Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 137-151.
- Köppen W. 1948. Climatología. Con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México.
- Laughlin D. C. 2002. Flora of the pine savanna at Monkey Bay Wildlife Sanctuary, Belize. *Caribbean Journal of Science*. 38: 151-155.
- León C.; J. M. y A. Gómez-Pompa. 1970. La vegetación del sureste de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 5: 13-48.
- López-Olmedo L. I.; E. A. Pérez García; J. A. Meave. 2006. Estructura y composición florística de las sabanas de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec (Oaxaca), México. *Acta Botánica Mexicana*. 77: 41-67.
- Lüttge U. 1997. *Physiological Ecology of Tropical Plants*. Springer Verlag, Berlín.
- Medina E. y J. F. Silva. 1991. Savannas of northern South America: a steady state regulated by water-fire interactions on a background of a low nutrient availability. *Journal of Biogeography*. 17 (4/5): 403-413.
- Miranda F. 1952. La vegetación de Chiapas. Ediciones del Gobierno del estado. Tuxtla Gutiérrez.

- Miranda F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. En: Beltrán E. (Ed). Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D. F. 2: 215-271.
- Miranda F. y E. Hernández X. 1963. Fisiografía y vegetación. Las zonas áridas del centro y noreste de México. Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F.
- Mueller-Dombois D y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Willey & Sons, Inc.
- Ojasti J. 1990. Comunidades de mamíferos en sabanas neotropicales. En: Sarmiento (Ed.) Las sabanas Americanas. Fondo Editorial Acta Científica de Venezuela, Caracas. 259-293.
- Ortiz-Díaz J. J.; J. Tún-Garrido; I. Arnelas-Seco y G. García-Gil. 2014. Flora fanerogámica de dos enclaves de sabana de la península de Yucatán. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: 665-676.
- Osorio-Miranda M; M. Castelán Estrada; J. F. Gómez Leyva; S. Salgado García y L. Hernández Cuevas. 2013. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 16 (2): 171-182.
- Pérez L. A.; M. Sousa; A. M. Hanan; F. Chiang y P. Tenorio. 2005. Vegetación terrestre. En: Bueno, J., Álvarez, F., Santiago, S. (eds.). Biodiversidad del Estado de Tabasco. CONABIO-Instituto de Biología, UNAM. México. 65-110.
- Pérez-García E. A.; J. Meave y C. Gallardo. 2001. Vegetación y flora de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Acta Bot. Mex. 56: 19-88.
- Pérez E. E. y J. Ojasti. 1996. La utilización de la fauna silvestre en América tropical y recomendaciones para su manejo sustentable en las sabanas. Ecotropicos. Sociedad Venezolana de Ecología. 9 (2): 71-82.
- Pennington T.D. y J. Sarukhán. 1998. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies, 2a. ed. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica, México.

- Puig H. 1972. La sabana de Huimanguillo, Tabasco., México. En: Memorias del Symposia 1. Congreso Latinoamericano de Botánica. 389-411.
- Robles Pliego M. y Zárate Huerta G. 2011. Ordenación y clasificación de las comunidades vegetales del Municipio de San Andrés Nuxiño, Oaxaca. Tesis de Ingeniería, División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México, D.F.
- Sala O. E.; F. S. Chapin III; J. J. Armesto; E. Berlow; J. Bloomfield; F. Dirzo; E. Huber-Sanwald; L. F. Huenneke; R. B. Jackson; A. Kinzig; R. Leemans; D. M. Lodge; H. A. Mooney; M. Oesterheld; N. L. Poff; M. T. Sykes; B. H. Walker; M. Walker y D. H. Wall. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*. 287: 1770-1774.
- Sarmiento G. 1983. Patterns of specific and phenological diversity in the grass community of the Venezuelan tropical savannas. *Journal of Biogeography*. 10: 373-391.
- Sarmiento G. 1996. Ecología de pastizales y sabanas en América Latina. En Sarmiento G.; G. Cabido M. (Eds). Biodiversidad y funcionamiento de pastizales y sabanas en América Latina. CYTED-CIELAT, Mérida. 15-24.
- Sarmiento G. y Monasterio M. 1983. Life forms and phenology. En F. Bourliere (Ed.): *Ecosystem of the world 13. Tropical Savannas*. Elsevier, Amsterdam. 79-108.
- Sarmiento G. y M. Vera. 1979. Composición, estructura, biomasa y producción primaria de diferentes sabanas en los llanos occidentales de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*. 136: 5-41.
- SEMARNAT. 2003. Suelo. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México: compendio de estadísticas ambientales 2002. SEMARNAT. México.
- Solbrig O.T. 1991. Savanna modelling for global change. IUBS Special issue. No.24. Paris.

- Sousa M. 1968. Ecología de las leguminosas de los Tuxtlas, Veracruz. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 39:121-160.
- Vázquez-Vázquez C. 2009. Estructura y composición florística de las sabanas de Xmabén, Campeche, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria. Mérida, Yucatán.
- Vázquez-Vázquez C.; J. J. Ortiz Díaz; J. Tun Garrido y G. García Gil. 2012. Flora vascular de las sabanas de Xmabén, Holpechén, Campeche, México. Polibotánica. 34: 1-19.
- Werner P.A. 1991. Savanna, Ecology and Management: Australian Perspectives and Intercontinental Comparisons. Blackwell Scientific. Publications, Oxford.
- West R. C. 1956. The natural vegetation of the Tabascan lowlands. Rev. Geogr. 64: 109-122.

5. ARTÍCULO

ESTRUCTURA DE LA SABANA CHACHO LUGO, TEKAX, YUCATÁN, MÉXICO

STRUCTURE OF CHACHO LUGO SAVANNA IN TEKAX, YUCATAN, MEXICO

Julia Gabriela Rivero-Manzanilla, Juan Javier Ortiz-Díaz y

Juan Tun-Garrido

Cuerpo Académico Diversidad de los Recursos Florísticos de Mesoamérica, Campus de

Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

Mérida, Yucatán, México. Correos electrónicos: juligaby_24@hotmail.com;

odiaz@uady.mx; tgarrido@uady.mx.

El artículo fue elaborado de acuerdo con las normas editoriales de la revista Polibotánica:
<http://www.scielo.org.mx/revistas/polib/einstruc.htm>

RESUMEN

Las sabanas son comunidades vegetales donde existe un estrato herbáceo continuo dominado por especies gramínoideas, con escasos árboles esparcidos. Estas comunidades se desarrollan sobre suelos con drenaje deficiente y están sujetas a períodos de sequía e inundación a lo largo del año. Las formas de vida vegetal presentes muestran adaptaciones morfoanatómicas como estrategias de sobrevivencia en estos ambientes estacionales. El área ocupada por las sabanas es menor cuando se compara con las selvas estacionales, pero en México los estudios ecológicos son escasos. Además los ecosistemas de sabana en Yucatán están en grave riesgo ya que están siendo transformados para actividades agropecuarias. En virtud a esto es necesario obtener mayor conocimiento ecológico y taxonómico para proponer estrategias de manejo y conservación. Este trabajo tiene como objetivo caracterizar la estructura de la vegetación de la Sabana de Chacho Lugo, para lo cual se analizó una base de datos obtenida en los meses de Septiembre-Octubre de 2007. Se obtuvo el valor de importancia relativa (VIR), cobertura y altura para describir la estructura de la comunidad vegetal. A cada especie se le asignó una forma de vida de acuerdo a la clasificación de Raunkiaer, y para estimar la diversidad se empleó la serie de números de Hill y Equidad de Hill. Se reportan 26 especies, pertenecientes a 24 géneros y 15 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Poaceae y Cyperaceae, formando el grupo dominante de la vegetación, las especies de estas dos familias botánicas se conocen como gramínoideas y presentaron una cobertura del 85.21%. La sabana posee una altura promedio de 56.32 cm que corresponde a la altura promedio de las especies gramínoideas. La forma de vida mejor representada fue hemicriptófito con 11 especies. Con respecto a la serie de números de Hill, de las 26 especies, 13 son abundantes, donde 3 son las dominantes y éstas mismas especies presentaron los valores VIR más altos, *Paspalum plicatulum* (86.45), *Rhynchospora holoschoenoides* (37.57) y *Sorghastrum setosum* (14). Sin embargo, la sabana de Chacho Lugo presentó un bajo índice de equidad de Hill con 0.2088, lo que la define como una comunidad ecológicamente heterogénea, pero

fisionómicamente homogénea. Estos resultados nos ayudarán en futuras decisiones sobre la conservación y manejo adecuado de estas comunidades vegetales afectadas por las actividades del hombre.

Palabras claves: composición florística, sabana, Yucatán

ABSTRACT

Savannas are plant communities dominated by graminoid in an herbaceous species matrix with few scattered trees. These communities are developed on ill drained soils and dry and waterlogging seasons. Life forms present show morphoanatomical adaptations as survival strategies to these changing environments. The area covered by savannas is reduced when comparing to tropical seasonally forests, but ecological studies in Mexico are few. Moreover, such ecosystems are at risk in Yucatan due to its transformation into crops, so that gathering ecological and taxonomic knowledge is necessary in order to propose conservation and management strategies. The aim of this study is to characterize the vegetation structure of the savanna Chacho Lugo. From the analysis of a database with information gathered from September to October 2007. The relative importance value (RIV), coverage and height were calculated, to describe the structure of the plant community. Each species was assigned with a life habit, according to the Raunkiaer's classification. To estimate diversity, the numbers of Hill and Hill index were used. Twenty six species, belonging to 24 genera and 15 families are registered in the plots. The families with the highest species richness are Poaceae and Cyperaceae, whose species are known as graminoids, and accounts for 85.21% of total coverage. Savanna has an average height of 56.32 cm the same as the average height of graminoids. The most abundant life form was hemicryptophyte with 11 species. Thirteen species out of the 26 are the most abundant, with three dominant species *Paspalum plicatulum* (86.45 RIV), *Rhynchospora holoschoenoides* (37.57 RIV) and *Sorghastrum setosum* (14 RIV). Nevertheless the Evenness Hill Index was low (0.2088) considering the savannah as ecologically

heterogeneous but physiognomically homogeneous. This information will provide useful information to take future decisions on the conservation and management of these plant communities affected by human activities.

Key words: Floristic composition, savanna, Yucatan.

INTRODUCCIÓN

Las sabanas son ecosistemas que se distribuyen en zonas tropicales de América, África y Asia (Osorio-Miranda *et al.*, 2013), ocupando aproximadamente un 20% de la superficie terrestre (Cole, 1986; Ripstten, 2001) y un 12% de la superficie de México (SEMARNAT, 2003; Pérez *et al.*, 2005). En México, las sabanas más prominentes se encuentran en el sureste del país, Tabasco, Chiapas y Veracruz, así como en la región de Los Chenes, Campeche y Yucatán (Miranda y Hernández-X., 1963; Rzedowski, 1978; Flores y Espejel, 1994; Pérez *et al.*, 2005). En la Península de Yucatán, la superficie que ocupan las sabanas es reducida en comparación con otros tipos de vegetación de la región (Miranda, 1958; Rzedowski, 1978). Sin embargo existen muy pocos estudios recientes que nos indiquen la superficie actual que ocupan estos ecosistemas.

Las sabanas neotropicales son comunidades donde existe un estrato continuo dominado por hierbas más o menos xeromórficas de las familias Poaceae y Cyperaceae principalmente, en ocasiones con arbustos, árboles o palmas esparcidos (Beard, 1953; López-Olmedo *et al.*, 2006). Los factores principales que determinan su distribución son la disponibilidad de nutrientes y agua, debido a las variaciones en el drenaje y la capacidad de retención en el suelo (Werner, 1991), y en la época de secas el factor fuego (Vázquez-Vázquez *et al.*, 2012). Estas comunidades vegetales se desarrollan típicamente

sobre terrenos planos o escasamente inclinados, esencialmente arcillosos, que durante el periodo lluvioso se mantienen encharcados y en la época seca, la superficie del suelo carece por completo de agua disponible para las plantas (Rzedowski, 1978; Bautista *et al.*, 2005).

Los trabajos realizados en las sabanas en México se centran en estudios florísticos, en la región de Huimanguillo, Tabasco (Puig, 1972), en Campeche (Vázquez-Vázquez *et al.*, 2012), y recientemente el de Ortiz-Díaz *et al.*, (2014) en dos enclaves de sabana de la península de Yucatán. Sin embargo, los aspectos de riqueza y estructura de la comunidad vegetal, sólo han sido analizados en la región de Nizanda, Oaxaca por López-Olmedo *et al.* (2006) y en Campeche por Vázquez-Vázquez (2009).

Este trabajo de investigación surge por la necesidad de obtener mayor información ecológica de las sabanas en la península de Yucatán, con el fin de proponer estrategias de manejo y conservación de las mismas; estos ecosistemas representan reservorios de germoplasma de especies exclusivas que soportan inundación periódica, adicionalmente, la humedad retenida en el suelo durante la temporada de inundación y al principio de la temporada de secas, hacen estas zonas propicias para el establecimiento de cultivos agrícolas, lo cual ocurre en la actualidad, propiciando la desaparición de grandes extensiones de sabanas en el sur del estado de Yucatán, así como la disminución de las poblaciones adaptadas a estos ambientes.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Los estudios se realizaron en la sabana Chacho Lugo, la cual se ubica en el municipio de Tekax al sur del estado de Yucatán. El municipio de Tekax ocupa una superficie de 3,819.61 km² y limita al norte con Teabo, al sur con el estado de Campeche y Quintana Roo, al este con Tzucacab-Tixméuac y al

oeste con Akil y Oxkutzcab (Cime, 2005). La flora del municipio consta de montes altos y bajos de vegetación selva mediana subcaducifolia con agricultura nómada, y la fauna presente son conejo (*Sylvilagus floridanus*), mapache (*Procyon lotor*), venado (*Odocoileus virginianus*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), iguana (*Ctenosaura similis*), boa (*Boa constrictor*), chachalaca (*Ortalis vetula*), ch'el (*Cyanocorax yucatanicus*) y tsutsuy (*Leptotila verreauxi*) (Cime, 2005). La sabana de estudio se encuentra entre las coordenadas 19°47'30.20" N y 89°20'04.79" O a 77 msnm y ocupa un área aproximada 351 has., la cual se presenta como un enclave rodeado de vegetación de selva mediana subcaducifolia (Ortiz-Díaz *et al.*, 2014). (Figura 1).

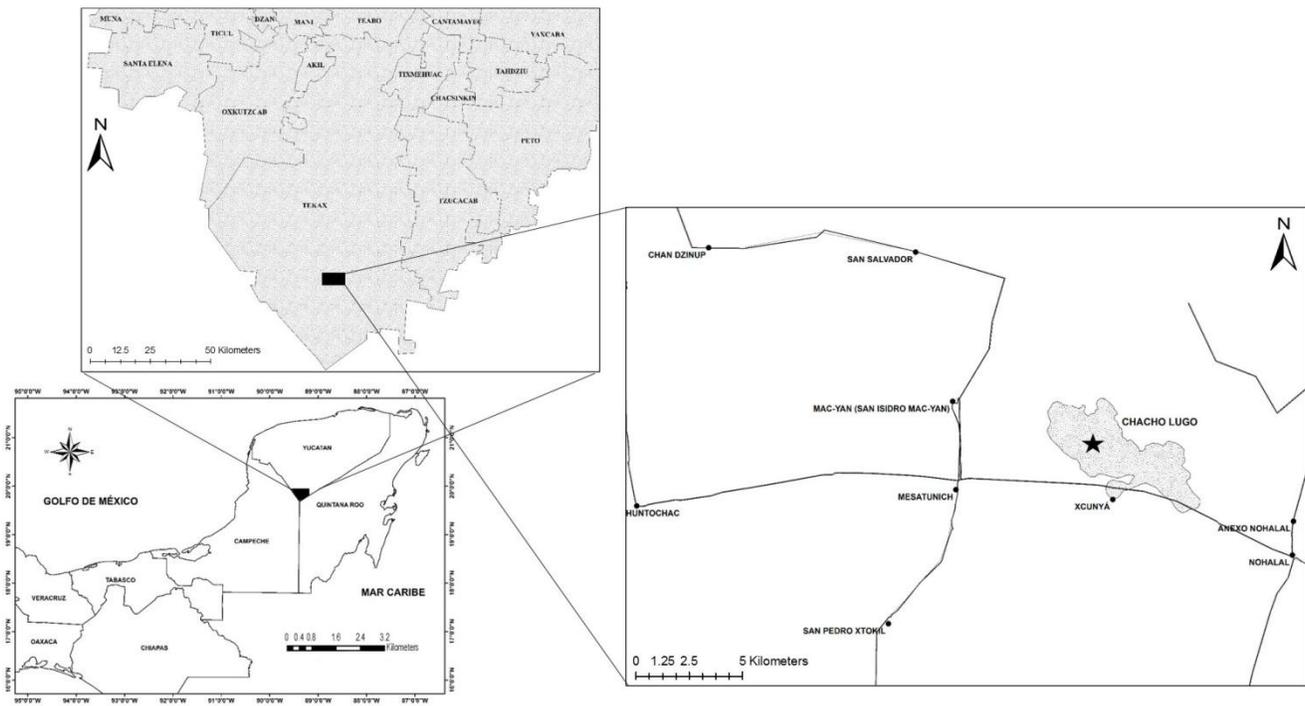


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio: sabana Chacho Lugo, Tekax.

Geomorfológicamente el sitio de estudio se localiza en el fondo de un valle tectónico kárstico, el cual forma parte de un sistema mayor de valles estructurales de dirección noroeste-sureste (Duch, 1988). El clima es seco, del tipo Aw1 (i') g, cálido subhúmedo, con lluvias en verano, pero con bajo porcentaje

de lluvia invernal, poca oscilación térmica y temperatura máxima antes del solsticio de verano (Orellana *et al.*, 2010). La precipitación media anual oscila entre 1 000 y 1 100 mm. El suelo se caracteriza por ser de tipo arcilloso (vertisol), el cual se desarrolla en terrenos planos y con limitaciones en el movimiento del drenaje superficial inundándose temporalmente de septiembre a febrero. En general los vertisoles son suelos que se caracterizan por tener un perfil poco diferenciado, sin más estratificación que un horizonte A de gran espesor (68 cm), y con un pH alcalino (7.5-7.9). Localmente los vertisoles son identificados genéricamente como suelos de sabana (chak'an) por ser éste el principal tipo de vegetación que se desarrolla sobre ellos (Duch, 1988).

Método

El trabajo de campo se realizó durante los meses de septiembre y octubre de 2007, época en la cual Vázquez-Vázquez (2009) observó el máximo desarrollo de las hierbas gramínoideas dominantes; encontrando también que la mayoría de las especies presentan floración y fructificación lo cual hace posible la identificación de las especies. El método que se utilizó para el muestreo de vegetación fue el de intercepción lineal o línea de Canfield (Flores-Guido y Álvarez, 2004). Se establecieron dos líneas base de 100 m cada una de norte a sur y con una separación de 50 m. A lo largo de cada línea base se establecieron 10 líneas perpendiculares a intervalos de 10 m, cada línea perpendicular se colocó a 1 m de altura del suelo y se dividió en 10 segmentos de 1 m, para facilitar la identificación de los individuos y el registro de los datos de cobertura y altura, necesarios para describir la estructura de la comunidad vegetal (Flores-Guido y Álvarez, 2004). Igualmente, se calculó el valor de importancia relativa (VIR) para todas las especies mediante la fórmula $VIR = Cr + Fr$ (cobertura relativa) + Fr (Frecuencia relativa). Con el fin de obtener el espectro biológico, a cada especie se le asignó una forma de vida de acuerdo con la clasificación de Raunkier adaptado por Muelle-Dombois y Ellenberg (1974), con algunas modificaciones de Inocencio *et al.*, (1998).

Estimación del esfuerzo de muestreo y diversidad

Para estimar el esfuerzo de muestreo, se obtuvieron curvas de acumulación de especies, las que darán fiabilidad al extrapolar el número de especies observado vs. el número de especies esperado. Se aplicó el estimador de riqueza Chao1 para obtener el número de especies esperado, mediante el programa SPADE (Chao y Shen, 2010) y se utilizó el programa EstimesS (Colwell, 2013) para obtener las especies esperadas para cada transecto, estos datos se extrapolaron con el número de especies observadas. Para estimar la diversidad, se empleó la serie de números de Hill, donde se obtendrá el número efectivo de especies, N_0 = número de especies, N_1 = número de especies abundantes, N_2 = número de especies dominantes y Equidad de Hill (Moreno, 2001).

RESULTADOS

Riqueza de especies y espectro biológico

Se contabilizaron 1438 individuos pertenecientes a 26 especies, 24 géneros y 15 familias. Las familias más ricas son Poaceae y Cyperaceae con seis y cinco especies respectivamente; seguidas por las familias Fabaceae y Malvaceae con 2 especies. El género *Paspalum* (*P. plicatulum*, *P. coryphaeum*) y *Rhynchospora* (*R. holoeschenoides* y *R. nervosa*) registraron dos especies cada uno, mientras que los 22 géneros restantes presentan una especie (Cuadro 1).

La forma de vida mejor representada fue hemicriptófito con 11 especies, sus individuos presentan la mayor cobertura de 85.21%, terófito con 6 especies con una cobertura de 2.11%, luego las formas de vida fanerófito, caméfito y geófito con 3 especies cada una, con una cobertura de 0.32%, 5.06% y 7.15% respectivamente (Figura 2). Las familias dominantes, Cyperaceae y Poaceae, pertenecen a hemicriptófito. Las pequeñas hierbas de Asteraceae, Convolvulaceae, Polygalaceae, Plantaginaceae,

Passifloraceae y Verbenaceae pertenecen a terófito; mientras que las fanerófitas están representadas por árboles y arbustos de las familias Bignoniaceae, Fabaceae, Malpighiaceae; las caméfitas pertenecen a Fabaceae y Malvaceae; y las geófitas pertenecen a Amaryllidaceae, Iridaceae y Rubiaceae (Tabla 1).

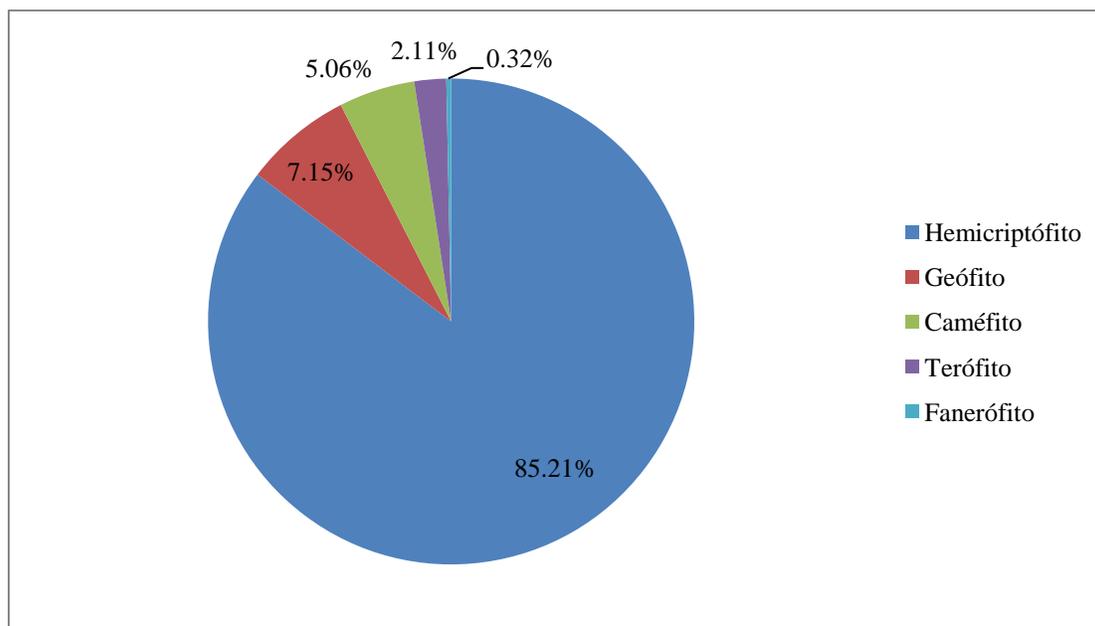


Figura 2. Cobertura relativa ocupada por cada forma de vida presente en la sabana.

Cuadro 1. Lista de especies registradas en los muestreo, incluyendo forma de vida, altura, cobertura, frecuencia y valor de importancia relativa (VIR).

Familia	Especie	Forma de vida	Altura promedio en cm (\pm D.E)	Cobertura promedio en cm (\pm D.E)	Cobertura relativa	Frecuencia relativa	VIR
Poaceae	<i>Andropogon glomeratus</i> (Walter) Britton, Sterns & Poggenb	Hemicriptófito	65.75 \pm 9.9	25.12 \pm 16.45	1.11	1.88	2.99
Plantaginaceae	<i>Bacopa lacertosa</i> Pennell ex Standl.	Terófito	29	4	0.06	0.01	0.08
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Fanerófito	370	190	0.06	0.88	0.95
Cyperaceae	<i>Carex sp.</i> L.	Hemicriptófito	47	2.5	0.06	0.01	0.08
Iridaceae	<i>Cipura campanulata</i> Ravenna	Geófito	6.8 \pm 10.92	7.51 \pm 5.36	3.47	1.75	5.23
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	Fanerófito	171.5 \pm 139.3	112 \pm 110.30	0.13	1.04	1.18
Amaryllidaceae	<i>Crinum americanum</i> L.	Geófito	44.72 \pm 11.03	20.63 \pm 8.38	0.76	1.06	1.82
Fabaceae	<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl	Caméfito	32.13 \pm 12.99	23.79 \pm 13.54	4.45	7.13	11.58
Cyperaceae	<i>Eleocharis minima</i> Kunth	Hemicriptófito	5.6 \pm 1.34	2.1 \pm 1.29	0.34	0.04	0.39
Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	Terófito	15 \pm 17.78	8.66 \pm 12.42	0.20	0.12	0.33
Poaceae	<i>Imperata brasiliensis</i> Trin	Hemicriptófito	61.31 \pm 11.66	22.65 \pm 11.08	1.11	1.69	2.81
Malvaceae	<i>Melochia villosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	Caméfito	146.6 \pm 17.35	18.8 \pm 21.52	0.34	0.44	0.78
Rubiaceae	<i>Morinda royoc</i> L.	Geófito	36.64 \pm 29.13	11.80 \pm 6.89	2.92	2.32	5.24
Poaceae	<i>Paspalum coryphaeum</i> Trin	Hemicriptófito	70.86 \pm 42.56	27.19 \pm 15.3	4.24	7.76	12.01
Poaceae	<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.	Hemicriptófito	65.36 \pm 20.55	13.72 \pm 10.72	44.92	41.52	86.45
Passifloraceae	<i>Piriqueta cistoides</i> (L.) Griseb	Terófito	17	3 \pm 1	0.06	0.01	0.08
Fabaceae	<i>Pithecellobium albicans</i> (Kunth) Benth.	Fanerófito	66 \pm 60.8	76 \pm 87.68	0.13	0.71	0.85
Polygalaceae	<i>Polygala leptocaulis</i> Torr. & A. Gray	Terófito	22 \pm 14.98	6.25 \pm 0.5	0.27	0.11	0.39
Cyperaceae	<i>Rhynchospora holoschoenoides</i> (Rich) Heter	Hemicriptófito	19.15 \pm 16.41	9.10 \pm 4.63	23.29	14.27	37.57
Cyperaceae	<i>Rhynchospora nervosa</i> Vahl) Boeckeler	Hemicriptófito	35.79 \pm 13.63	8.05 \pm 5.02	1.18	0.64	1.82
Cyperaceae	<i>Scleria eggersiana</i> Boeckeler	Hemicriptófito	70.25 \pm 19.73	10.43 \pm 8.27	0.55	0.39	0.94

Poaceae	<i>Sorghastrum setosum</i> (Griseb.) Hitch	Hemicriptófito	101.91±47.67	21.60±16	5.70	8.29	14.00
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta angustifolia</i> (Mill.) Vahl	Terófito	13.31±18.15	26.28±4.78	1.11	1.96	3.08
Poaceae	<i>Trachypogon vestitus</i> Andersson	Hemicriptófito	53.69±11.23	28.57±18	2.71	5.21	7.93
Malvaceae	<i>Waltheria americana</i> L.	Caméfito	20±20.51	6.5±3.87	0.27	0.12	0.39
Asteraceae	<i>Wedelia hispida</i> Kunth	Terófito	14.66±2.25	18±8.55	0.41	0.50	0.92

Estructura horizontal y vertical de la vegetación

Se registraron 225.28 m de cobertura vegetal total analizada en la sabana Chacho Lugo, Tekax, lo cual equivale al 100% de cobertura estudiada; de los cuales el 59.79% corresponde a las Poaceae y 25.42% a las Cyperaceae. Las especies graminoides fueron las que obtuvieron la mayor cobertura (85.21%) (Figura 3), en este grupo se encuentran las Poaceae como *Paspalum plicatulum* (44.92%) con la mayor cobertura, seguida por *Sorghastrum setosum* (5.70%) y *P. coryphaeum* (4.24%). Posteriormente se encuentran las Cyperaceae cuya cobertura pertenece a *Rhychospora holoschoenoides* (23.29%), seguida de *R.nervosa* (1.18%).

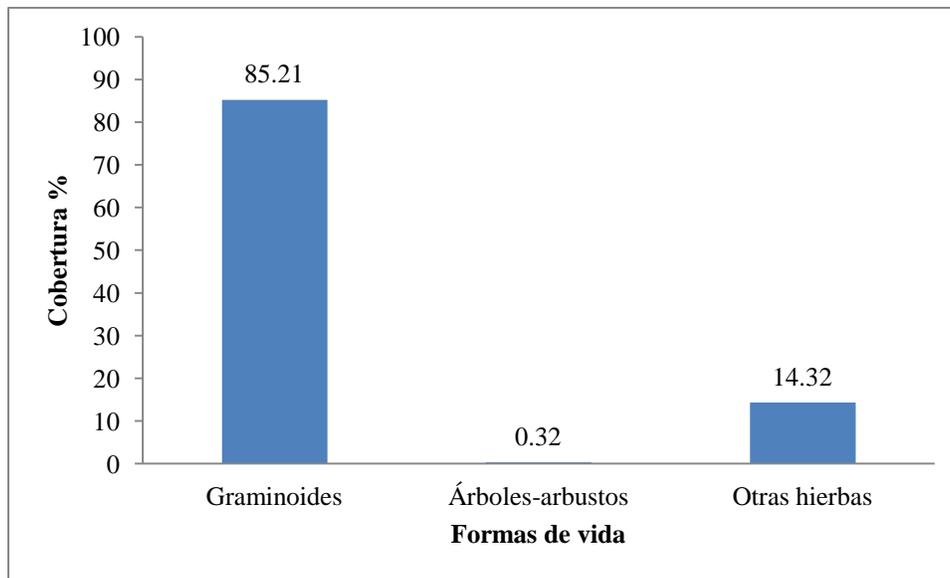


Figura 3. Porcentaje de cobertura obtenido por las formas de vida de Chacho Lugo, Tekax.

La especie que registró mayor altura fue *Byrsonima crassifolia*, mientras *Eleocharis minima* reportó la menor altura promedio de 5.6 cm. La altura promedio de la vegetación para Chacho Lugo fue de 56.32 cm, donde las hierbas graminoides se distribuyen en los intervalos 1-30 cm (14.46%), 31-60 cm (42.61%), 61-90 cm (32.17%), 91-120 cm (6.34%), 121-150 cm (2.55%), 151-180 cm (1.70%) y 181-210 cm (0.15%) (Figura 4). Las especies arbóreas y arbustivas se distribuyen en los intervalos 1-50 cm, 50-100 cm y 150-200 cm (20%) y 250-300 cm (40%) (Figura 5). En cuanto, a la especie que tuvo el

valor de importancia relativa (VIR) más elevado fue *Paspalum plicatulum* con 86.45, seguido de *Rhychospora holoschoenoides* con 37.57 y *Sorghastrum setosum* con 14 (Tabla 1).

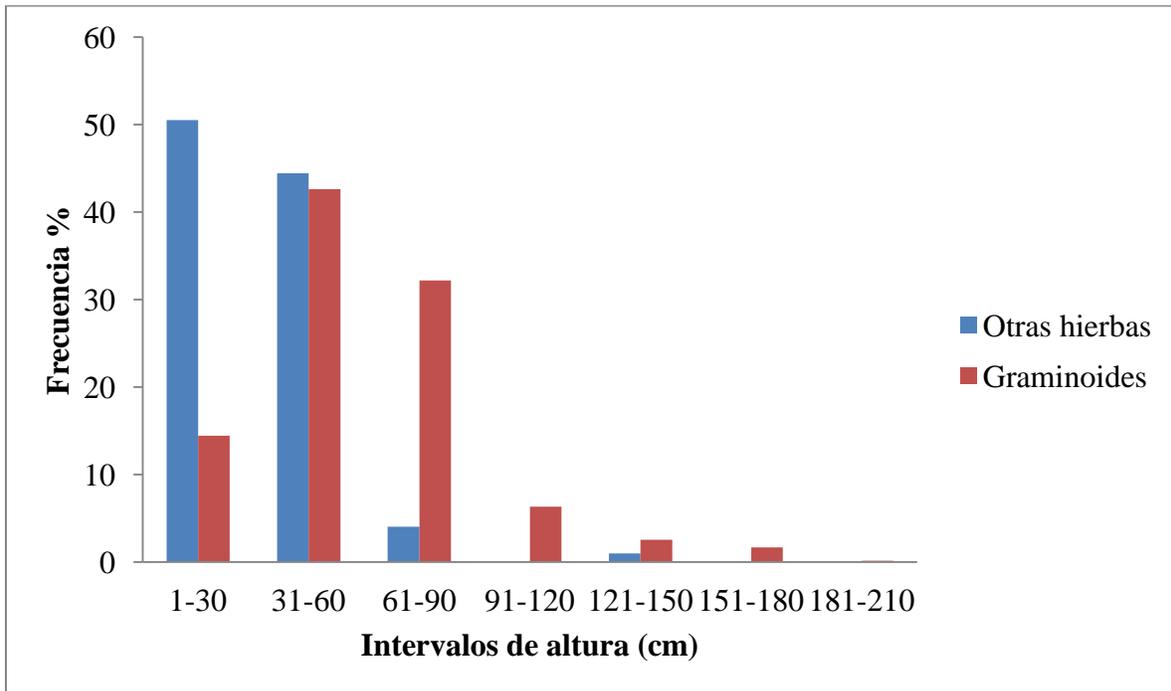


Figura 4. Distribución de frecuencia de alturas de las especies herbáceas.

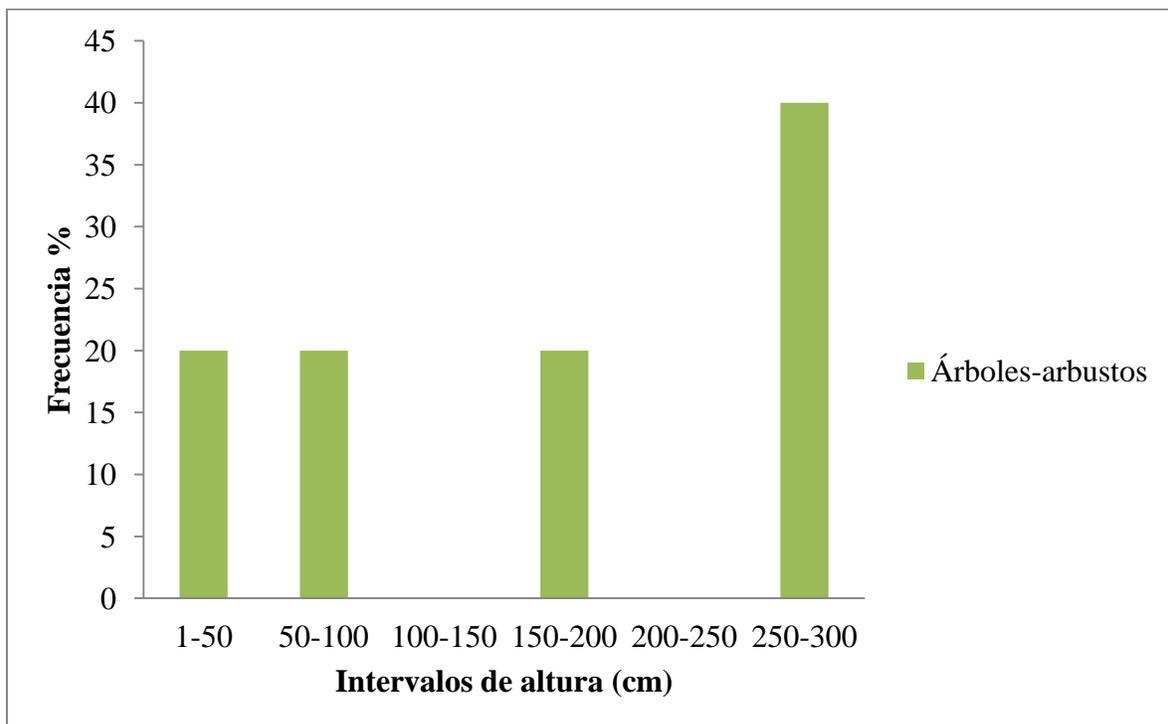


Figura 5. Distribución de frecuencia de alturas de las especies arbustivas y arbóreas.

Esfuerzo de muestreo y diversidad

Las curvas de acumulación de especies indican que el esfuerzo fue suficiente para el sitio de muestreo, al manifestar una representación del 86.66%. El estimador no paramétrico Chao1 nos indicó que se esperan 30 especies para las 20 líneas de muestreo (Figura 6). Además, nos indica que de las 26 especies observadas, 13 especies son abundantes comprendiendo a 1395 individuos y 13 especies raras que comprenden solo a 43 individuos.

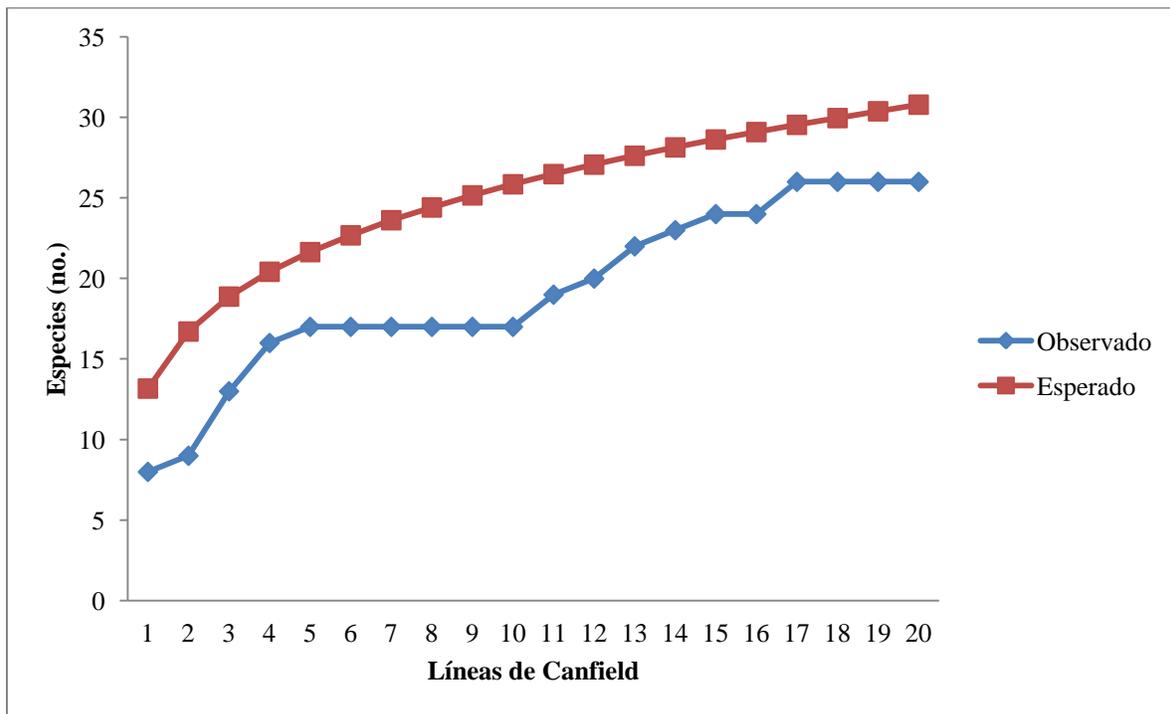


Figura 6. Curva de acumulación de especies esperadas-observadas.

De acuerdo a la serie de números de Hill, el número efectivo de especies fue $N_0 = 26$ especies presentes en el estudio, $N_1 = 13$ especies abundantes y $N_2 = 3.75$ especies dominantes del paisaje (Cuadro 1). En cuanto al índice de equidad de Hill, presentó un valor bajo de 0.2884.

DISCUSIÓN

El total de especies muestreadas en Chacho Lugo fue de 26, lo que representa un 30.76% del total de especies registradas en el inventario florístico de la misma sabana (Ortiz-Díaz *et al.*, 2014), estas especies representan una baja riqueza comparado con las 135 y 193 registradas en los trabajos realizados por López-Olmedo *et al.*, (2006) y Farruggia *et al.*, (2008) en Oaxaca y Belice respectivamente. En este estudio, el muestreo fue realizado tomando en cuenta el máximo desarrollo vegetativo de las plantas, por lo que son el reflejo de las condiciones ambientales predominantes durante el período de lluvias. La sabana Chacho Lugo permaneció cubierta por 20 a 40 cm de agua al momento de realizar los muestreos, por lo que se esperaría tener representadas a las especies tolerantes a esta condición temporal y aquellas especies intolerantes a la inundación, predominarán en la temporada de secas, en la cual tendrán una mayor posibilidad de ser consideradas en un muestreo sistemático. La mayor riqueza de especies registrada en los trabajos de Nizanda (López-Olmedo *et al.* 2006) y Sapodilla Lagoon (Farruggia *et al.*, 2008) se explicaría por la heterogeneidad en el paisaje, producto de una historia geológica más antigua en esas regiones.

Las familias Poaceae y Cyperaceae se presentan como dominantes en la sabana, lo que es consistente con estudios realizados en México y Sudamérica (León y Gómez-Pompa, 1970; Sarmiento, 1996; Rippstein *et al.*, 2001; Pérez-García *et al.*, 2001; López-Olmedo *et al.*, 2006; Huber *et al.*, 2006; Toro, 2008; Vázquez-Vázquez, 2009, Osorio-Miranda *et al.*, 2013; Ortiz-Díaz *et al.*, 2014), de igual manera con diversos estudios fisionómicos-florísticos en la península de Yucatán (Miranda, 1958; Flores y Espejel, 1994; Flores-Guido *et al.*, 2010), en los cuales se remarcan la dominancia de las especies gramínoideas. Sarmiento, (1996) menciona que los ecosistemas dominados por gramíneas cubren extensas superficies en América Latina, ya que las formaciones gramínoideas aparecen en una gran diversidad de ambientes. En cuanto a las Cyperaceas, Ortiz-Díaz *et al.*, (2014) menciona que los suelos con drenaje deficiente o anegamiento temporal favorecen la presencia de estas especies. Sin

embargo, en las sabanas se reconocen otras familias, ya sea por riqueza de especies, género dominante, o su distribución (Rippstein *et al.*, 2001; Pérez-García *et al.*, 2001; Mederos *et al.*, 2002; Huber, 2006), estas familias estuvieron presentes en la sabana de estudio, al igual que otros grupos exclusivos de las sabanas que son característicos en otras regiones de México, Centro y Sudamérica (Puig, 1972; Pérez-García *et al.*, 2001; Bridgewater *et al.*, 2002; López-Olmedo *et al.*, 2006), a excepción de Euphorbiaceae y Melastomataceae que no aparecen en el muestreo, la segunda de las cuales se distribuye en sabanas y selvas en zonas más húmedas del sur de México y América Central. Los géneros presentes en el estudio son nativos y de amplia distribución en el Neotrópico y han sido reportados en sabanas de regiones de México, Centro y Sudamérica, (Puig, 1972; Pennington y Sarukhán, 1998; Bridgewater *et al.*, 2002; Huber *et al.*, 2006). En cuanto a riqueza de especies por género, *Paspalum* y *Rhynchospora* sobresalen en el estudio, remarcando al género *Paspalum* como dominante para las sabanas de la península de Yucatán, situación similar que se presenta en otras sabanas (Vázquez-Vázquez, 2009; Vázquez-Vázquez *et al.*, 2012).

La sabana de estudio presenta una fisionomía típica, que comprende una dominancia de herbáceas gramínoideas interrumpida por muy escasos árboles (Huntley y Walker, 1982; Sarmiento 1984; Knoop y Walker, 1985; Frost, *et al.*, 1986; Vetaas, 1992; Scholes y Archer, 1997; García-Núñez y Azócar, 2004). Los árboles presentes *Crescentia cujete* y *Brysonima crassifolia* se destacan como especies indicadoras de zonas inundables, incluyendo las sabanas (Sarmiento y Monasterio, 1975; Medina y Silva, 1991; Lenthal, *et al.*, 1999), además, Goldstein *et al.*, (1986) menciona a *B. crassifolia* como una especie leñosa frecuente en las sabanas de América tropical. Sin embargo, la escases de elementos arbóreos nos muestra que la estructura dominante del paisaje de la sabana de Chacho Lugo es un estrato herbáceo relativamente continuo, donde las especies herbáceas están activas mientras hay agua disponible en el suelo (Sarmiento y Monasterio, 1975; Sarmiento, 1984, Sarmiento, 1990; Sarmiento,

1996). De este modo, la estructura de la sabana de Chacho Lugo se podría catalogar como una sabana abierta, según la clasificación de Sarmiento (1983), lo cual se interpreta por la presencia de suelos extremadamente oligotróficos con dificultad para permitir el desarrollo de especies arbóreas, situación que se presenta en otras sabanas del trópico americano (Sarmiento, 1983; Kellman, 1989; Medina y Silva, 1991; Lüttge, 1997; López-Olmedo *et al.*, 2006).

El espectro biológico de formas de vida obtenido muestra la dominancia de las hemicriptófitas, estos organismos están especializadas a vivir en ambientes extremos con sus yemas protegidas al nivel del suelo, lo cual permite protección contra el fuego, sequías y desecación (López-Olmedo *et al.*, 2006; Muñoz y Bonacic, 2006; Alcaraz, 2013). Otra forma biológica, geófitas, presenta caracteres similares con las hemicriptófitas, lo que las hace resistentes a la herbivoría y fuego (Richards, 1996), mientras las terófitas que producen abundantes semillas, forman parte del banco que producirá nuevos organismos durante la temporada de lluvias (Alcaraz, 2013). Las condiciones ambientales como inundación, fuego, sequía, herbivoría y suelo oligotrófico son fuertes restricciones para el crecimiento de las plantas, y favorecen el desarrollo de hemicriptófitas, geófitas y en menor medida las terófitas, donde éstas protegen sus yemas debajo de la cobertura de las hierbas gramíneas (López-Olmedo *et al.*, 2006).

En cuanto a la altura y cobertura, las gramíneas son las que alcanzan frecuencias mucho mayores que el resto de las especies encontradas. La altura de las otras formas de vida varió notablemente pudiendo determinar la existencia de más de un estrato. Las herbáceas *Bacopa lacertosa*, *Evolvulus alsinoides*, *Piriqueta cistoides*, *Polygala leptocaulis* y *Stachytarpheta angustifolia* que en promedio tienen menor altura ocupan espacios del suelo por debajo de las gramíneas más altas. En este sentido *Sorghastrum setosum* y *Paspalum plicatulum* especies dominantes obtuvieron los valores más altos en alturas promedio que el del resto de las especies que protegen a aquellas plantas con menor altura (Farruggia *et al.*, 2008).

La riqueza específica del área muestreadas de la sabana está compuesta por 26 especies, de las cuales, 13 son abundantes en la comunidad y son tres las especies que dominan el paisaje de la sabana, donde *Paspalum plicatulum* es la especie más abundante, como en la sabana X'cahí, Campeche (Vázquez-Vázquez, 2009). A pesar de presentar un 86.66% de representación de especies de la sabana en el muestreo realizado, el estudio de flora fanerogámica de Ortiz-Díaz et al., 2014 reporta 86 especies para la misma sabana, esto podría explicarse por el tipo de muestreo realizado, ya que Ortiz-Díaz et al., 2014 realizaron recorridos mensuales por un año, abarcando las diferentes estacionalidades de la sabana y por consiguiente de sus especies adaptadas a ellas. A nivel de provincia biogeográfica, tenemos que la sabana de Chacho Lugo está dominada por las gramíneas (Vázquez-Vázquez et al., 2012; Ortiz-Díaz et al., 2014). No obstante, Chacho Lugo presentan un valor bajo de equidad que determina a la sabana con un paisaje fisionómicamente homogéneo.

En general, las sabanas de la península de Yucatán están dominadas por especies graminoides en especial del género *Paspalum* (Vázquez-Vázquez, 2009; Vázquez-Vázquez et al., 2012), cuyas especies se caracterizan por tener potencial forrajero, entre las cuales sobresale *P. plicatulum* (Pizarro, 2000). Sin embargo, otra especie con potencial forrajero presente en la sabana es *Sorghastrum setosum*, donde Velásquez-Vélez, (2005) menciona que estas dos especies son pasturas que consume el ganado bovino, equino, caprino, ovino y la fauna silvestre; por lo que, la sabana de Chacho Lugo presenta una fuente principal de alimento para la fauna nativa que transita por su territorio, como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y conejo (*Sylvilagus floridanus*) (Cime, 2005). A la par, el área presenta un gran potencialmente para la ganadería al ser zonas donde se presentan de forma natural especies forrajeras dominantes de la sabana e igualmente en ambientes donde se pueden implementar zonas de cultivo al presentar corrientes de agua superficiales y ser zonas fértiles escasas en la región del Estado

de Yucatán, como se ha implementado en las sabanas de Tabasco con cultivos de maíz (Osorio-Miranda, 2013). En la actualidad, en la península de Yucatán, el uso de suelo en las sabanas se ha transformado drásticamente, cerca de 33 921.8 has han implementado cultivos de arroz (*Oryza sativa*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el estado de Campeche (INEGI, 2008); y en el caso específico de la sabana de Chacho Lugo, este fue manejado para la ganadería y luego abandonado, por lo que actualmente la flora que presenta es incipiente. Por esto mismo, se recomienda realizar estudios de monitoreo en la sabana de Chacho Lugo para conocer la dinámica actual de la flora y la fauna, y generar información que ayude a crear planes de manejo y conservación para las especies presentes, así como para formar planes de aprovechamiento ganadero-agrícola adecuado para la zona y que generen un beneficio tanto ecológico como económico para la población.

CONCLUSIÓN

La sabana de Chacho Lugo está compuesta por una dominancia de especies gramíneas de las familias Poaceae y Cyperaceae, cuya estructura es un paisaje de estas herbáceas interrumpido por escasos árboles. La forma de vida dominante es la hemicriptófito, cuyas especies son resistentes al fuego, sequía y herbívora, debido a la ubicación de sus estructuras de propagación, las cuales las hacen resistentes a los incendios periódicos. Sin embargo, la sabana presenta una baja riqueza florística, donde la mayor abundancia de individuos se presenta en tres especies gramíneas, *Paspalum plicatulum*, la especie dominante con mayor valor de VIR, además de *Rhynchospora holoschoenoides* y *Sorghastrum setosum*, teniendo como resultado un paisaje fisionómicamente homogéneo. Las características estructurales y florísticas de la sabana son típicas de la región centroamericana, presentando complejas relaciones entre las plantas y su medio restrictivo. Actualmente, las sabanas de la península de Yucatán son afectadas por actividades antropogénicas como la agricultura y ganadería;

por lo que los resultados del estudio son valiosos para obtener información útil para la ejecución de acciones de manejo y conservación de éstas.

LITERATURA CITADA

- Alcaraz Ariza F. J. 2013. Formas vitales, estratificación y fenología. Geobotánica, Tema 8. Universidad de Murcia, España.
- Bautista F.; D. Palma-López y W. Huchin-Malta. 2005. Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán. Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Beard J. S. 1953. The savanna vegetation of northern tropical America. Ecol. Monogr. 23: 150-215.
- Bridgewater S. G. M.; A. Ibáñez; J. A. Ratter y P. A. Furley. 2002. Vegetation classification and floristics of the savannas and associated wetlands of the Rio Bravo Conservation and Management Area, Belize. Edinburgh J. Bot. 59: 421-442.
- Chao, A. y T.-J. Shen. 2010. Program SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation). Program and User's Guide published at <http://chao.stat.nthu.edu.tw>.
- Cime Nah N. A. 2005. Diagnóstico del Municipio de Tekax. Plan Municipal de Desarrollo Rural Sustentable del Municipio de Tekax. Programa de fortalecimiento de los consejos municipales de desarrollo rural sustentable. Mérida, Yucatán.
- Cole M. 1986. The savannas: biogeography and geobotany. Academic Press. Londres.
- Colwell R. K. 2013. EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide).
- Duch J. 1988. La conformación territorial del estado de Yucatán: los componentes del medio físico Universidad Autónoma de Chapingo. Centro Regional de la Península de Yucatán. México.
- Farruggia F. T.; M. H. H. Stevens y M. A. Vincent. 2008. A floristic description of a neotropical coastal savanna in Belize. Caribb J Sci. 44: 53-69.

- Flores-Guido J. S. y J. Álvarez. 2004. Flora y vegetación. En: Bautista Zuñiga F; H. Delfín Gonzáles; J. L. Palacio Prieto y M. del C. Delgado Carranza (Eds). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Autónoma de México. Universidad Autónoma de Yucatán. Consejo de Ciencia y Tecnología. Instituto de Ciencia y Tecnología. 303-325.
- Flores-Guido J. S.; R. Durán García y J. J. Ortiz Díaz. 2010. Comunidades vegetales terrestres. En: Durán R.; M. Méndez (Eds). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 125-129.
- Frost P. G. M.; J. C. Menaut; B. H. Walker; E. Medina; O.T Solbrig y M. J. Swift. 1986. Responses of savannas to stress and disturbance. *Biol. Int. Spec. Iss.* 10.
- García-Núñez C y A. Azócar. 2004. Ecología de la regeneración de árboles de la sabana. *Ecotrópicos.* Sociedad Venezolana de Ecología. 17: 1-24.
- Goldstein, G.; G. Sarmiento y F. Meinzer. 1986. Patrones diarios y estacionales en las relaciones hídricas de árboles siempreverdes de la sabana tropical. *Oecol. Plant.* 21:107-119.
- Huber O.; R. Duno de Stefano; G. Aymard y R. Riina. 2006. Flora and vegetation of the Venezuelan llanos: a review. *In Neotropical savannas and dry forests: plant diversity, biogeography and conservation.* T. D. Pennington, G. P. Lewis y J. A. Ratter (eds.). CRC Press, Florida. Taylor and Francis Group 484. *The Systematics Association Special.* 69: 95-120.
- Huntley B. J. y Walker B. H. 1982. *Ecology of tropical savannas.* Springer-Verlag, Berlin.
- INEGI. 2008. Anuario estadístico de Campeche.
- Inocencio C.; Alcaraz F. y Ríos S. 1998. El paisaje vegetal de la cuenca albacetense del Guadalmena. *Inst. Estudios Albacetenses. Serie I. Estudios 100.* Albacete.
- Kellman M. 1989. Mineral nutrient dynamics during savanna-forest transformation in Central America. En: Proctor, J. Editorial *Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems.* Blackwell Scientific Publications. Oxford. 137-151.

- Knoop W. T. y B. H. Walker. 1985. Interaction of woody and herbaceous vegetation in a Southern African savanna. *J Ecol.* 73 (1): 235-253.
- Lenthal J.; S. Bridgewater y P. Furley 1999. A phytogeographic analysis of the woody elements of New World savannas. *Edinburgh J. Bot.* 56: 293-305.
- León C. J. M. y A. Gómez-Pompa. 1970. La vegetación del sureste de Veracruz. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.* 5: 13-48.
- López-Olmedo L. I.; E. A. Pérez García y J. A. Meave. 2006. Estructura y composición florística de las sabanas de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec (Oaxaca), México. *Acta Bot. Mex.* 77: 41-67.
- Lüttge, U. 1997. *Physiological Ecology of Tropical Plants.* Springer Verlag, Berlín.
- Mederos J.; A. Torres y O. Rosada. 2002. Caracterización florística y fisonómica de las sabanas de la reserva manejada de flora "Monte Ramonal". Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna. *Revista del Jardín Botánico Nacional de Cuba.* 23 (2): 137-164.
- Medina E. y J. F. Silva. 1991. Savannas of northern South America: a steady state regulated by water-fire interactions on a background of a low nutrient availability. *J. Biogeogr.* 17 (4/5): 403-413.
- Miranda F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. En: Beltrán E. (Ed). *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento.* Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D. F. (2): 215-271.
- Miranda F. y E. Hernández X. 1963. *Fisiografía y vegetación. Las zonas áridas del centro y noreste de México.* Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F.
- Moreno E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y tesis SEA, Vol.1.* Zaragoza. 84.

- Muñoz A.E. y C. Bonacic. 2006. Variación estacional de la flora y vegetación en la precordillera andina de la Comuna de Putre (I región de Tarapacá, Chile), durante el período 2002-2003. *Gayana Botánica*. 63 (1): 75-92
- Orellana R.; C. Espadas y F. Nava, 2010. Climas. En Durán R. y M. Méndez (Eds). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 10-11.
- Ortíz-Díaz J. J.; J. Tún-Garrido; I. Arnelas-Seco y G. García-Gil. 2014. Flora fanerogámica de dos enclaves de sabana de la península de Yucatán. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 665-676.
- Osorio-Miranda M; M. Castelán Estrada; J. F. Gómez Leyva; S. Salgado García y L. Hernández Cuevas. 2013. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 16 (2): 171-182.
- Pérez L. A.; M. Sousa; A. M. Hanan; F. Chiang y P. Tenorio. 2005. Vegetación terrestre. En: Bueno J.; Álvarez F. y Santiago S. (eds.). *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. CONABIO-Instituto de Biología, UNAM. México. 65-110.
- Pérez-García E. A.; J. Meave y C. Gallardo. 2001. Vegetación y flora de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acta Bot. Mex*. 56: 19-88.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 1998. *Árboles tropicales de México*. Manual para la identificación de las principales especies, 2a. ed. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica, México.
- Pizarro E.A. 2000. Potencial forrajero del género *Paspalum*. *Pasturas Tropicales*. 22 (1): 38-46.
- Puig H. 1972. La sabana de Huimanguillo, Tabasco., México. En: *Memorias del Symposia 1. Congreso Latinoamericano de Botánica*. 389-411.
- Richards P. 1996. *The tropical rain forest*. Cambridge University Press. Cambridge. 599.

- Rippstein G.; G. Escobar y F. Motta. 2001. Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los llanos orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Publicación No. 322. Cali, Colombia.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México, D.F.
- Sarmiento G. 1983. Patterns of specific and phenological diversity in the grass community of the Venezuelan tropical savannas. *J. Biogeogr.* (10): 373-391.
- Sarmiento G. 1984. The savannas of Tropical America. En F. Bourtiere (ed.). *Ecosystems of the world* 13. Tropical Savannas. 245-288. Elsevier, Amsterdam.
- Sarmiento G. 1990. Ecología comparada de ecosistemas de sabanas de América del Sur. En: Sarmiento G. (Ed). *Las sabanas Americanas, Aspectos de su Biogeografía, Ecología y Manejo*. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas. 15-56.
- Sarmiento G. 1996. Ecología de pastizales y sabanas en América Latina. En Sarmiento G.; G. Cabido M. (Eds). *Biodiversidad y funcionamiento de pastizales y sabanas en América Latina*. CYTED-CIELAT, Mérida. 15-24.
- Sarmiento G. y Monasterio M. 1975. A critical consideration of the environmental conditions associated with the occurrence of savanna ecosystems in tropical America. En: Golley F.B. y E. Medina (Eds.): *Tropical Ecological Systems*. Springer Verlag. New York. 223-250.
- SEMARNAT. 2003. Suelo. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México: compendio de estadísticas ambientales 2002. SEMARNAT. México.
- Scholes R. J. y S. R. Archer. 1997. Tree-grass interactions in savannas. *Annual review of ecology and systematic.* 28: 517-544.
- Toro M. 2008. Micorrizas arbusculares en ecosistemas de sabana venezolanos. En: Montañó A., N. M, Camargo-Ricalde, S. L, García-Sánchez. R., Monroy-Ata, A. (Eds.). *Micorrizas Arbusculares en Ecosistemas Áridos y Semiáridos*. Mundi-Prensa. UNAMUAM- INE. México. 153-163.

- Velásquez-Vélez R. A. 2005. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de épocas, manejo y condición de paisaje en Muy Muy, Nicaragua. Tesis de Maestría. Centro agronómico de investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Várguez-Vázquez C. 2009. Estructura y composición florística de las sabanas de Xmabén, Campeche, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria. Mérida, Yucatán.
- Várguez-Vázquez C.; J. J. Ortiz Díaz; J. Tun Garrido y G. García Gil. 2012. Flora vascular de las sabanas de Xmabén, Holpechén, Campeche, México. *Polibotánica*. 34: 1-19.
- Vetaas O. R. 1992. Micro-site effects of trees and shrubs in dry savannas. *Vegetation Science*. 3: 337-344.
- Werner P.A. 1991. *Savanna, Ecology and Management: Australian Perspectives and Intercontinental Comparisons*. Blackwell Scientific. Publications, Oxford.

6. CONCLUSIONES

La riqueza florística del área muestreadas de la sabana Chacho Lugo está representada por 26 especies, pertenecientes a 24 géneros y 15 familias.

Las familias Poaceae y Cyperaceae fueron las más ricas con 6 y 5 especies respectivamente.

La forma de vida más abundante es hemicriptófito con 11 especies, terófito con 6 especies, seguida de fanerófito, caméfito y geófito con 3 especies cada una, indicando que las condiciones ambientales son fuertes restricciones para el crecimiento de las plantas, y favorecen el desarrollo de hemicriptófitos, geófitos y en menor medida las terófitos.

Las especies gramíneas obtuvieron la mayor cobertura vegetal (85.21%), correspondientes a las familias Poaceae (59.79%) y Cyperaceae (25.42%) y su altura promedio corresponde a la altura promedio de la vegetación que fue de 56.32 cm, confirmando la fisonomía de una sabana neotropical según Beard, 1953.

Las dos especies con mayor VIR son las gramíneas *Paspalum plicatum* (86.45), *Rhynchospora holoschoenoides* (37.57), que contribuyen en gran medida a darle la fisonomía a la vegetación estudiada.

Las tres especies dominantes son *Paspalum plicatum*, *Rhynchospora holoschoenoides* y *Sorghastrum setosum*, de 13 especies abundantes.

El índice de equidad de Hill presenta un valor bajo de 0.2884, definiendo a la sabana de Chacho Lugo como una comunidad ecológicamente heterogénea.