

FLORA VASCULAR DE DOS ZONAS DE SABANA EN EL DEPARTAMENTO DE
SUCRE – COLOMBIA

JOSE LUIS BELTRAN GONZALEZ
JUAN CAMILO MEDINA PAYARES
PEDRO ANTONIO SALGADO HOYOS

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS
PROGRAMA DE BIOLOGIA
SINCELEJO

2017

FLORA VASCULAR DE DOS ZONAS DE SABANA EN EL DEPARTAMENTO DE
SUCRE – COLOMBIA

JOSE LUIS BELTRAN GONZALEZ

JUAN CAMILO MEDINA PAYARES

PEDRO ANTONIO SALGADO HOYOS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Biólogo

Directora

IRIS ROCIO PAYARES DIAZ

²Bióloga con énfasis en Biotecnología, MSc. Gestión y Auditorías ambientales, orientación
Cambio Climático.

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SINCELEJO

2017

“UNICAMENTE LOS AUTORES SON RESPONSABLES DE LAS IDEAS EXPUESTAS
EN EL PRESENTE TRABAJO”

Artículo 30, resolución 13 de 2010.

Nota de Aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jefe de Biblioteca

Sincelejo, 19 de Abril de 2017

DEDICATORIA

Las batallas de la vida son continuas, y no las gana el más fuerte, sino el que en ningún momento duda de que es Dios quien le da la victoria. Por esta razón, los primeros agradecimientos, la honra y la gloria son para Dios que nos alienta a tener valor y firmeza, a no tener miedo ni desmayar en nuestras luchas, porque él siempre está con nosotros donde quiera que vayamos. Colocamos en tus manos señor nuestro porvenir, guíanos y trázanos el rumbo para una vida fructífera y vencedora, pero sobre todo agradable a ti.

Aprovecho este espacio para darle gracias a mi madre María del Carmen González Bertel (Q.E.P.D.), por haberme dado educación, un hogar donde crecer, aprender y donde adquirir los valores que hoy definen mi vida. Gracias por todo tu sacrificio, dedicación y desvelos; que desde donde se encuentre, al lado del padre todo poderoso, con su amor me guíe para seguir dándole triunfos a su nombre. Toda una vida no me bastará para saldar mi deuda de amor y gratitud contigo querida madre. Presento este agradecimiento también a la familia González Palencia, que cuando en momentos difíciles pasaba mi vida, me brindaron todo su apoyo para seguir adelante con este triunfo que es mi proyecto de vida.

El tiempo pasa y hoy estamos aquí celebrando algo que concluye, porque logramos lo que nos habíamos propuesto para esta etapa. Una meta más alcanzada. Gracias a nuestros profesores nos llevamos la experiencia que construimos con su ayuda y la certeza de haber adquirido un aprendizaje que nos alentará para seguir buscando y alcanzando nuevas metas. Hemos crecido y seguiremos creciendo. Gracias a nuestros compañeros y compañeras con los que transitamos este camino. Un beso para guardar en el corazón de ellas y un abrazo fuerte de corazón para ellos. Gracias al grupo de investigación de Ecofisiología y a nuestra directora que siempre estuvo con nosotros brindándonos su apoyo incondicional.

“El futuro pertenece a aquellos que creen en la belleza de sus sueños”. E. Roosevelt

¡Dios Nos Bendiga A Todos!

José Luis Beltrán González

DEDICATORIA

A mi familia y amigos

Los dos tesoros más valiosos que cualquier hombre pueda tener en su vida.

Juan C. Medina

DEDICATORIA

En este espacio, tengo la oportunidad de agradecer y dedicar este trabajo primero que todo a Dios por permitirme llegar hasta este punto, lo cual es fundamental en mi vida. También a mi madre Ana Edith Hoyos Altamiranda por todo su apoyo moral y económico, además por ser el motor que hizo que emprendiera este camino.

Por último, a mis compañeros del grupo de Ecofisiología, los cuales estuvieron presentes en todo momento, apoyándonos en cada paso hacia la culminación de este proyecto.

¡Gracias totales!

Pedro Antonio Salgado Hoyos

AGRADECIMIENTOS

A nuestra directora de tesis Iris Rocío Payares, por sembrar en nosotros esta semilla que hoy germina y seguirá creciendo, el amor por el mundo vegetal. De no ser por su incansable apoyo y orientación, no habría sido posible culminar satisfactoriamente este proceso, que más que culminar, representa una puerta a nuevos caminos que esperan a ser descubiertos. Mil gracias Rochy.

Agradecer a las familias Payares Payares, Correa Payares, Payares Díaz y Medina Mejía. A la docente María Edith Payares Payares y al señor Efraín Correa Campo, propietarios de la finca Bellavista, por su gran apoyo y hospitalidad durante la fase de campo. Han sido fundamentales para la realización de este trabajo.

Agradecimientos a nuestros compañeros del Grupo de Investigación de Ecofisiología de la Universidad de Sucre, por el apoyo y motivación recibidos durante cada fase de nuestra investigación, en especial a los compañeros Yerson Baltazar Martínez, Mauro Madera Montes y Víctor Sierra Almario, por su compañía durante la fase de campo.

Finalmente, agradecer a todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este proyecto. Gracias a Dios, hemos terminado.

“Al final, conservaremos sólo lo que amemos; amaremos sólo lo que entendamos, y
entenderemos sólo lo que se nos enseñe.”

Baba Dioum

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	18
JUSTIFICACIÓN	20
OBJETIVOS	21
1.1 Objetivo General	21
1.2 Objetivos Específicos.....	21
MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	22
1.3 Generalidades de las Sabanas Tropicales	22
1.3.1 Definición.	22
1.3.2 Características generales de las sabanas tropicales.....	24
1.3.3 Factores que delimitan a las sabanas tropicales.	26
1.3.4 Diferencias entre las sabanas naturales y otras formaciones vegetales.....	28
1.3.5 Diferencias generales entre las sabanas tropicales y subtropicales.	30
1.3.6 Distribución de los ecosistemas de sabana en el mundo.	34
1.3.7 Tipos de sabanas naturales.	42
1.3.8 Tipos de sabanas antrópicas.	45
1.3.9 Actividades antrópicas relacionadas con las sabanas.	46
ASPECTOS METODOLÓGICOS	50
1.4 Áreas de Estudio.....	50
1.4.1 Características generales del lugar de estudio.....	52
1.5 Fase de Campo	55

1.6	Fase de Laboratorio.....	55
1.7	Análisis y Procesamiento de la Información	56
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		58
1.8	Composición Florística General del Área de Estudio	58
1.9	Composición Florística por Zonas de Estudio.....	64
1.10	Diversidad Florística	74
1.10.1	Efectividad del esfuerzo de muestreo en zona de sabana arbolada y sabana potrerizada en el Municipio de Galeras, Sucre.....	74
1.10.2	Análisis de diversidad a nivel de zonas de estudio.....	76
CONCLUSIONES		80
RECOMENDACIONES		82
REFERENCIAS		83
ANEXOS.....		98

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Composición taxonómica de la flora de dos sabanas en Galeras.....	58
Tabla 2. Diversidad florística de dos zonas de sabana en Galeras, Sucre.....	60
Tabla 3. Valores de índices de diversidad para la sabana arbolada y sabana potrerizada en el municipio de Galeras, Sucre	76

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Pluviometría año 2015 para la subregión sabanas	53
Gráfica 2. Cantidad de familias, géneros y especies por zonas de estudio	58
Gráfica 3. Familias con mayor número de géneros y especies en las sabanas de Galeras.....	59
Gráfica 4. Especies abundantes en las sabanas de Galeras, Sucre	63
Gráfica 5. Familias con mayor número de géneros y especies en sabana arbolada	64
Gráfica 6. Familias con mayor número de géneros y especies en sabana potrerizada.....	65
Gráfica 7. Especies con mayor abundancia relativa en las dos zonas de sabana	67
Gráfica 8. Curva de acumulación de especies para sabana arbolada	75
Gráfica 9. Curva de acumulación de especies para sabana potrerizada	75
Gráfica 10. Diversidad florística de dos zonas de sabana en Galeras, Sucre	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sabana seca africana y sabana australiana.....	34
Figura 2. Sabanas tropicales en el mundo	34
Figura 3. Áreas de sabana en el continente africano	35
Figura 4. Sabanas en Centroamérica y la Región Insular	36
Figura 5. Regiones sabánicas más grandes de América.....	37
Figura 6. Sabanas naturales de Colombia	38
Figura 7. Sabanas naturales del departamento de Sucre	40
Figura 8. Zonas de sabanas tropicales bajo influencia de la ganadería.....	47
Figura 9. Ubicación de las áreas de estudio	50
Figura 10. Zonas de estudio	51
Figura 11. Perfil de suelo de sabanas de planicies aluviales en sedimentos recientes.....	54

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Abundancia absoluta y relativa de plantas vasculares presentes en dos zonas de sabana en el municipio de Galeras.....	98
Anexo B. Estimadores de diversidad para las curvas de acumulación de especies en dos zonas de sabana en el municipio de Galeras, Sucre	100
Anexo C. Matriz de abundancia de especies en transectos establecidos en sabana arbolada	101
Anexo D. Matriz de abundancia de especies en transectos establecidos en sabana potrerizada	102
Anexo E. Especies de plantas vasculares representativas de la zona de sabana arbolada en Galeras, Sucre	104
Anexo F. Especies de plantas vasculares representativas de una zona de sabana potrerizada en Galeras, Sucre	106

RESUMEN

Se estudió la composición y diversidad de la flora en una sabana arbolada y una sabana potrerizada en el Municipio de Galeras, Sucre. Se implementaron cinco transectos de 50x8 m en cada zona para un total de 0.4 hectáreas muestreadas durante los meses de marzo y junio de 2015. Se muestrearon individuos con $DAP \geq 0.5$ cm, las cuales fueron herborizadas para su posterior identificación taxonómica. Para el análisis de diversidad, se emplearon el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') (Diversidad biológica), el índice de riqueza específica de Margalef, índice de Simpson (D) para la dominancia, índice de Pielou para determinar la equitatividad, y el índice de Jaccard para medir la similitud entre la sabana arbolada y el potrero.

La representatividad del muestreo en ambas zonas fue determinado con los índices ICE, ACE, Chao1 y 2, Jackknife1 y 2, y Bootstrap, siendo este último el que indicó mayor efectividad de muestreo, con 83% en sabana arbolada y 82% en potrero. Se censaron 808 individuos pertenecientes a 67 especies distribuidas en 57 géneros y 27 familias. Las familias con mayor número de especies en sabana arbolada fueron Dilleniaceae, Rubiaceae y Melastomataceae, y las especies mejor representadas *Cordia garapatica*, *Davilla kunthii*, *Byrsonima crassifolia*, *Miconia impetolaris* y *Xylopia aromatica*; y en potrero las familias Leguminosae, Myrtaceae y Bignoniaceae, y las especies más representativas *Attalea butyracea*, *Tabebuia rosea*, *Xylopia aromatica*, *Byrsonima crassifolia* y *Terminalia amazonia*. Ambos sitios de muestreo presentaron una diversidad de especies importante, a pesar de la antropización inherente a la ganadería y la agricultura. Sin embargo, existe mayor grado de diversidad en la sabana potrerizada ($H'=3,022$), mientras que la sabana arbolada presentó un grado de diversidad biológica de $H'=2,187$.

Palabras clave: sabana arbolada, antropización, flora vascular, índices de diversidad, *Curatella americana*

ABSTRACT

The composition and diversity of flora in a wooded savanna and pasture in the municipality of Galeras-Sucre was established. Five transects 8x50 m in each area were implemented, for a total of 0.4 hectares sampled during the months of March and June in 2015. Species were taken with $DAP \geq 0.5$ cm. The diversity index Shannon-Wiener (H') was used to measure alpha diversity, Margalef index to determine species richness, Simpson index (D) to measure dominance, Pielou index to determine the evenness, and Jaccard index to measure the similarity between the wooded savanna and pasture.

Sampling effectiveness was measured by the ICE, ACE, Chao1, Chao2, Jackknife1, Jackknife2 and Bootstrap indices, the latter which was closer in the percentage of species sampled, 83% in wooded savanna and 82% in pastureland. 808 individuals from 67 species distributed in 57 genera and 27 families were registered. Families with more species in wooded savanna were Dilleniaceae, Rubiaceae and Melastomataceae, and the dominant species are *Cordia garapatica*, *Davilla kunthii*, *Byrsonima Crassifolia*, *Miconia impetolaris* and *Xylopia aromatica*; the most abundant families in the pasture area are Leguminosae, Myrtaceae and Bignoniaceae, and the most representative species are *Attalea butyracea*, *Tabebuia rosea*, *Xylopia aromatica*, *Byrsonima crassifolia* and *Terminalia amazonia*.

Both sampling sites showed a variety of important species, despite the inherent anthropization to livestock and agriculture. However, there is a greater degree of diversity in the pasture ($H'=3.022$), while the wooded savanna has a degree of intermediate or normal biological diversity ($H'=2.187$).

Keywords: wooded savannah, anthropization, vascular flora, diversity indices, *Curatella americana*.

INTRODUCCIÓN

La sabana tropical es un ecosistema natural estable, generalmente conformado por vegetación de naturaleza xeromórfica que ocurre en regiones bajas, sometida a un clima tropical con ocurrencia de dos estaciones bien definidas de invierno y verano, la presencia de una cubierta vegetal relativamente continua de plantas herbáceas, que ocasionalmente pueden estar asociadas a una capa discontinua de especies leñosas arbóreas y arbustivas, y en ocasiones de palmas, que crecen sobre superficies planas o peniplanicies muy suavemente onduladas (Cuatrecasas, 1958; Sarmiento y Monasterio, 1975; Sarmiento, 1994; Serna, Rippstein, Grollier y Mesa, 2001). Estos ecosistemas están sometidos a factores de presión selectiva como la sequía o el exceso de agua, un déficit de nutrientes en el suelo, y fuegos recurrentes en la vegetación (Sarmiento, 1994), que junto a limitantes climáticos como la altitud, reducen el área de las sabanas tropicales a zonas que se encuentran por debajo de 1000 a 1200 msnm, con precipitaciones anuales que varían entre 1000 a 2000 mm (Sarmiento y Monasterio, 1975).

Las sabanas naturales cubren áreas extensas en los trópicos americanos, y junto con las selvas, son las formaciones vegetales neotropicales más extensas, ocupando un área de aproximadamente 15 a 24,6 millones de Km² distribuidos en Sur y Centro América, África, Asia y Australia (Sarmiento y Monasterio, 1975; Rippstein, Amézquita, Escobar y Grollier, 2001; Cardoso & Bates, 2002; Silva & Bates, 2002). En Colombia, la mayor extensión de sabanas se encuentra en la región orinoquense, ocupando un área de aproximadamente 17 millones de hectáreas que cubren el 80% de la superficie total de esta región (Rippstein *et al.*, 2001; Rippstein y Vera, 2001), mientras que algunas extensiones de sabanas similares se pueden encontrar en los departamentos de Córdoba, Bolívar y Sucre (Sarmiento, 1994; Díaz, María y Olivera, 2000; Payares, 2015).

Con relación al Municipio de Galeras, es un territorio que cuenta con importantes extensiones de sabanas naturales con fisionomía arbolada, que presentan una cubierta continua de plantas herbáceas acompañadas de árboles leñosos dispersos, asociados a termiteros que le dan una apariencia característica al ecosistema (Payares, 2015). Estas sabanas pertenecen ecológicamente al tipo de sabanas estacionales, en las que ocurren dos estaciones bien definidas.

La diversidad biológica en estas sabanas, está representada en su mayoría por especies de plantas herbáceas como *Rhynchospora barbata*, *Melochia villosa*, *Desmodium barbatum*, entre otras (Payares, 2015); y leñosas como *Byrsonima crassifolia*, *Curatella americana*, *Cordia garapatica* y *Xylopia aromatica* (Tabla 2), algunas de ellas reconocidas como árboles típicos de las sabanas tropicales (Sarmiento, 1994). Sin embargo, este ecosistema ha sido utilizado desde hace varias décadas en el establecimiento de cultivos agroforestales y de pasturas para la ganadería extensiva (Aguilera, 2005), que amenazan a las sabanas de Galeras con la destrucción del suelo, la fragmentación de hábitats causadas por la deforestación y quemas reiteradas de la vegetación, y la pérdida de biodiversidad (PAM, 2013). Este tipo de acciones ha contribuido a la degradación progresiva de la cubierta vegetal del Departamento de Sucre, hasta el punto de causar confusiones al momento de diferenciar las zonas de sabana naturales de las de origen antrópico.

Teniendo en cuenta la importancia que representa el conocimiento de la flora para la conservación de las sabanas naturales en el Departamento de Sucre, se realizó el trabajo **“Flora vascular de dos zonas de sabana en el departamento de Sucre–Colombia”**, con el objetivo de contribuir al conocimiento de la flora vascular de las sabanas del Municipio de Galeras, a partir del estudio de su diversidad y composición florística.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el Departamento de Sucre cuenta con muy poca información acerca de la diversidad y composición florística de sus sabanas naturales y de su estado de conservación, a pesar de considerársele uno de los ecosistemas que más importancia ecológica y económica representa para el Municipio de Galeras y el Departamento, gracias a las actividades de agricultura y ganadería que se realizan en la zona. Sin embargo, son estas actividades antrópicas realizadas sin ningún tipo de control, las que degradan la cubierta vegetal de las sabanas, y por consiguiente, a las comunidades vegetales del Municipio, causando fragmentación de la vegetación nativa y reemplazándola por especies introducidas mejoradas para la cría de ganado y la extracción de madera.

La conservación de las sabanas es fundamental porque son de gran importancia nacional como unidades naturales que tienen un conjunto de características particulares que hacen de ellas un ecosistema de gran importancia ecológica, debido a que ofrecen servicios ambientales importantes como la captación de CO₂, el reciclaje de elementos químicos que naturalmente se encuentran secuestrados en la biomasa, y que son liberados por una gran maquinaria de organismos descomponedores y por acción del fuego, constituyen un hábitat natural para muchas especies, ofrecen servicios como la regulación del ciclo hídrico superficial, el control de la erosión, entre otros. Por lo tanto, es importante realizar trabajos de investigación que contribuyan al conocimiento de la flora de nuestras sabanas y que permitan promover su conservación.

OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Analizar la diversidad y composición de la flora vascular, en dos áreas de sabanas en el Municipio de Galeras-Sucre, mediante la determinación de índices de diversidad y riqueza, para el reconocimiento de características florísticas propias de las sabanas del departamento de Sucre.

1.2 Objetivos Específicos

- Estudiar la diversidad de la flora vascular en dos áreas de sabanas mediante el análisis de diversidad y riqueza.
- Determinar la composición de la flora vascular en un área de sabana arbolada y una de sabana potrerizada.

MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

1.3 Generalidades de las Sabanas Tropicales

1.3.1 Definición.

La definición de sabana como un bioma natural ha sido objeto de controversia por parte de muchos autores, debido a que este término en ocasiones se ha utilizado ampliamente para describir de manera errónea diferentes tipos de vegetación (Sarmiento y Monasterio, 1975; Gottsberger y Gottsberger, 2009). Al parecer, esta palabra es de origen amerindio, y se le atribuye a los indígenas arahuacos o Arawak que habitaban en la isla La Española, lo que hoy se conoce como las repúblicas Dominicana y Haití, quienes utilizaban este término para referirse a las zonas cubiertas con extensas áreas continuas de hierbas y carentes de árboles leñosos (Hernández., 1994; Cámara y Díaz, 2005a). Sin embargo, se recomienda no definir a estos ecosistemas únicamente como una formación tropical con un tapiz herbáceo discontinuo de gramíneas amacolladas, o como formaciones con un tapiz continuo de herbáceas no amacolladas vegetativamente paralizadas, debido a que estas características se presentan en las estepas y páramos, respectivamente (Cámara, Martínez y Díaz, 2005b).

Uno de los conceptos más generales de sabana tropical, basado exclusivamente en sus características más conspicuas, la define como un ecosistema natural y estable que tiene ocurrencia en el trópico bajo, caracterizado principalmente por presentar una marcada estacionalidad, con la presencia de un estrato continuo de gramíneas y ciperáceas, y ocasionalmente con un estrato discontinuo de árboles o arbustos achaparrados (Beard, 1953, según citado en De la Ossa, Trujillo y De la Ossa, 2016). De igual manera, Cuatrecasas (1958) concuerda con este concepto, y propone definir a la sabana como una llanura cubierta de una vegetación baja de gramíneas, a menudo con árboles y arbustos esparcidos, que ocupa regiones bajas, cálidas, con una estación seca

relativamente larga, como en el caso de los llanos orientales y parte de las sabanas del bajo Magdalena en Colombia.

Posteriormente, algunos autores como Sarmiento, Goldstein y Meinzer (1985) y Frost *et al.*, (1986) se refieren a las sabanas como todos aquellos ecosistemas tropicales caracterizados por presentar una cubierta casi continua de plantas herbáceas, representadas principalmente por gramíneas y ciperáceas heliófilas con metabolismo C4, con alturas de más de 30 centímetros en su estado de máxima actividad, mostrando una estacionalidad definida en su desarrollo, con un periodo de baja actividad relacionada con estrés hídrico. Las especies leñosas como arbustos, árboles y palmas pueden estar presentes, pero nunca conformando un dosel continuo y paralelo a la cubierta herbácea.

Silva (2003) define a la sabana como una formación vegetal caracterizada por tener un clima isotérmico con precipitaciones estacionales, lo que ocasiona una marcada estacionalidad en los procesos productivos y reproductivos de la vegetación, del ciclaje de agua y de los nutrientes. En concordancia con la mayoría de los autores, Silva afirma que las sabanas se caracterizan por la presencia de una cubierta herbácea continua, dominada por gramíneas y ciperáceas perennes que crecen en macollas, a menudo interrumpida por elementos leñosos aislados o en grupo, de porte bajo, y con gran capacidad de rebrote y resistencia ante la acción del fuego, al estrés hídrico y a la reducida oferta de nutrientes que caracteriza a los suelos generalmente distróficos.

Complementariamente, Cámara y Díaz (2005a) definen a las sabanas del continente americano como una formación vegetal intertropical de plantas herbáceas heliófilas, bajo un régimen bioclimático estacional húmedo seco, cuya distribución está limitada por la humedad del suelo, la precipitación pluvial, la duración de la sequía estacional con paralización vegetativa, y la textura

del suelo, que a su vez son controladas por el balance hídrico y el dominio bioclimático en el que tienen lugar estos ecosistemas.

Por último, existen definiciones con base en las condiciones de las sabanas colombianas:

Las sabanas naturales son formaciones climáticas tropicales, del piso térmico cálido, con predominio de pastos, en las cuales pueden aparecer entremezclados subarbustos esparcidos e inclusive árboles y palmeras. Se desarrollan por lo general en planicies con muy ligero declive y en ocasiones en terrenos quebrados u ondulados, cuyo clima corresponde a los tipos Am, Aw y BswH de la clasificación de Köppen (1936), con promedios de precipitación de unos 1000 a 2500 mm y régimen unimodal o bimodal de lluvias, pero siempre con 4-9 meses de sequía pronunciada. (Hernández y Sánchez, 1992, p.142).

Sin embargo, y aunque parezca simple, lograr una definición adecuada que englobe de manera precisa a todas las formaciones de sabanas naturales aún resulta muy complejo.

1.3.2 Características generales de las sabanas tropicales.

Las sabanas naturales se caracterizan por presentar un estrato herbáceo relativamente continuo, a menudo con una capa discontinua de plantas leñosas, cuyo funcionamiento es estacional, debido a la ocurrencia de un clima estacional isomegatermico con temperaturas siempre superiores a 18°C, definido en el sistema de Koeppen como clima de sabanas (Aw). Las lluvias ocurren entre 6 a 7 meses, alternando con una época de sequía de alrededor de 5 meses de duración (Gómez, 1986, según citado en Elizondo y Jiménez, 1988; Sarmiento, 1996). El límite altitudinal de las sabanas colombianas oscila entre los 1000 a 1100 msnm, mientras que gran parte de ellas están establecidas por debajo de los 500 metros en el piso térmico cálido (Hernández y Sánchez, 1994).

En general, los suelos de las sabanas son pobres en materia orgánica, debido precisamente a un intenso y prolongado lavado, producto de un fuerte drenaje interno durante todo o gran parte del año, debido a que sus suelos generalmente presentan un exceso de porosidad, producida en

ocasiones por la enorme cantidad de cuarzo en forma de arena aglutinada de estructura granular fina. Sin embargo, hay suelos que son arcillosos y retienen el agua en la superficie (Sarmiento y Monasterio, 1975; Elizondo y Jiménez, 1988; Hernández y Sánchez, 1992; Sarmiento, 1996). Estos suelos también pueden contener óxido de hierro, Aluminio, un exceso de sales o elementos calcáreos, cuya presencia depende del tipo de sabana (Hernández y Sánchez, 1992).

De manera general, los suelos más frecuentes son los Oxisoles, con menor proporción de Alfisoles y Spodosoles en las sabanas estacionales. Sin embargo, en las sabanas hiperestacionales abundan suelos Entisoles, Inceptisoles, Alfisoles, Ultisoles, Oxisoles y Vertisoles, este último muy característico de este tipo de sabana, en tanto que en las sabanas estacionales no ocurre. Además, suelen ser ácidos y muy pobres en nutrientes, ya sean distróficos o hiperdistróficos (Sarmiento, 1983; Sarmiento, 1990; Rippstein *et al.*, 2001).

En opinión de algunos, las sabanas son formaciones de origen antropogénico que habrían surgido como consecuencia de la deforestación y mantenidas por quemas frecuentes. Sin embargo, existen evidencias botánicas, ecológicas y paleoecológicas que indican que la diferenciación de estos ecosistemas ocurrió durante el Terciario, y se inició probablemente desde el Eoceno, cuya extensión ha fluctuado mucho según cambios climáticos (Hernández y Sánchez, 1992).

Por lo tanto, las sabanas naturales representan una de las unidades estructurales y funcionales en las que se ha diferenciado la biota de la tierra, al mismo nivel que las selvas, los bosques montanos, los páramos o los desiertos (Sarmiento, 1994), y que según algunos autores, estas han surgido como resultado de la evolución de diversos procesos geológicos, entre ellos, las fuerzas tectónicas, la sedimentación, la erosión y los cambios climáticos drásticos que han ayudado a determinar el tipo y las características de los suelos (Rippstein *et al.* 2001).

1.3.3 Factores que delimitan a las sabanas tropicales.

De acuerdo con Sarmiento y Monasterio (1975), la ocurrencia de las sabanas tropicales americanas está delimitada por la interacción de varios factores:

1.3.3.1 Clima. La mayoría de las sabanas en América tropical ocurren bajo climas húmedo y seco tropical, con precipitaciones anuales que varían entre 1.000 a 2.000 mm, de las cuales el 80% a 90% ocurren en una temporada húmeda de 5 a 8 meses de duración. La mayoría de las sabanas pertenecientes a los Llanos en Colombia, Venezuela y Bolivia, sabanas de Cuba y la meseta interior de las Guayanas y Brasil, ocurren bajo este tipo de clima. Sin embargo, en las sabanas de Honduras y Nicaragua, Trinidad, y la costa norte de Brasil y las Guayanas, incluyendo las islas de sabana ubicadas en las tierras bajas del Amazonas, solo ocurren en clima húmedo tropical, donde la precipitación anual excede los 2.000 a 3.000 mm, presentándose a lo sumo dos o tres meses con precipitaciones inferiores a 100 mm (Sarmiento y Monasterio, 1975).

Por lo tanto, el primer limitante climático en la distribución de las sabanas tropicales resulta ser la sequía, ya que en América tropical no hay sabanas con precipitaciones anuales por debajo de 800 a 1.000 mm, diferente a lo que sucede en otros continentes, donde las sabanas ocurren en climas árido y semiárido; una segunda limitación es la altitud, debido a que la mayoría de las sabanas aparecen por debajo de 1.000 a 1.200 metros de altura. Estas dos limitaciones climáticas reducen el área de las sabanas tropicales a los climas cálido, tropical, y lluvioso (Sarmiento y Monasterio, 1975).

1.3.3.2 Suelo. La mayor parte de las sabanas en América tropical ocurren sobre topografía plana, ya sea sobre llanuras aluviales cuaternarias, como es el caso de los llanos de Colombia, Venezuela y Bolivia, o sobre antiguas peniplanicies muy suavemente onduladas, como ocurre en los cerrados brasileños. Una parte de estas sabanas ocupan posiciones topográficas bajas, donde el

agua se acumula durante la época de lluvias, lo que lleva al desarrollo de suelos hidromórficos. Sin embargo, las sabanas no se producen en los suelos que permanecen inundados la mayor parte del año, debido a que en estas condiciones pueden establecerse pantanos, o si el agua se mantiene en circulación, se pueden mantener bosques de galería. Por lo tanto, las sabanas ocurren en suelos mal drenados solo en condiciones de saturación de agua estacional. Bajo estas condiciones de saturación, el subsuelo puede permanecer completamente seco a una profundidad de 0,5 a 1 metro, ya que una capa dura de arcilla cerca de la superficie reduce en gran medida la percolación del agua a horizontes más profundos (Sarmiento y Monasterio, 1975).

1.3.3.3 Fuego. Los incendios en las sabanas ocurren generalmente en intervalos que varían desde unos pocos meses a varios años, y la gran mayoría de sabanas se queman al menos una vez cada uno o dos años. Este fenómeno es más frecuente en las sabanas tropicales que en cualquier otro sistema natural del mundo, debido a su utilización en la ganadería. Sin embargo, en las sabanas tropicales naturales, los fuegos también ocurren naturalmente en un clima con temporada húmeda y seca, ya que en zonas con clima seco el combustible que representa la vegetación no es suficientemente continuo para propagar las llamas, y en zonas con clima siempre húmedo, el material vegetal muerto y el que sigue en pie raramente están secos para ser lo suficientemente inflamables. Por esta razón, el principal periodo de quemas en las sabanas ocurre en la última mitad de la temporada seca, durante la cual hay suficiente cantidad de biomasa seca para expandir el fuego (Sarmiento y Monasterio, 1975).

1.3.3.4 Actividad antrópica. Uno de los fenómenos de los últimos siglos que también ha condicionado a la existencia de las sabanas ha sido la acción humana, que continúa produciendo grandes extensiones de sabanas secundarias en América tropical. Algunas de estas comunidades secundarias son mantenidas por quemas anuales, además de que muchas sabanas primarias han

sido modificadas por el sobrepastoreo y el arado, así cambiando su composición y estructura original. Sin embargo, las sabanas primarias, sabanas modificadas y sabanas secundarias pueden ser separadas fácilmente por su composición florística (Sarmiento y Monasterio, 1975).

De manera general, las características de los suelos, la topografía y el fuego como un factor natural, junto con los factores climáticos, determinan la presencia de sabanas naturales (Hernández y Sánchez, 1992).

1.3.4 Diferencias entre las sabanas naturales y otras formaciones vegetales.

Con relación a lo descrito por Sarmiento (1994), las sabanas tropicales se pueden distinguir de otras formaciones vegetales por ser formaciones abiertas, sin un dosel arbóreo uniforme, donde una matriz herbácea se extiende o bien como una matriz ininterrumpida de pastos y hierbas, o salpicada de plantas leñosas de bajo porte, o en ocasiones de palmas. Estos elementos arbóreos pueden llegar a formar un estrato vegetal significativo, pero nunca constituyen un dosel que filtre el paso de la luz, y por ende influya sobre el crecimiento de las gramíneas y demás especies que forman el estrato herbáceo. Además, en la sabana se da una fuerte alternancia estacional de lluvias, distinguiéndose de cualquier otra formación vegetal, por la falta de una cubierta continua de árboles que la diferencia de los Bosques y Selvas, y la presencia de un estrato herbáceo continuo que la distingue de formaciones de clima árido o semiárido.

No son consideradas sabanas naturales, aquellas comunidades herbáceas donde las gramíneas y ciperáceas no son dominantes o xeromórficas, como en la vegetación de montañas altas de los Andes, conocida como “páramo”, la vegetación del altiplano guayanés, y las comunidades de pantanos permanentes o estacionales. También se excluyen comunidades seriales tanto como sistemas hechos por el hombre como son los pastizales y campos (Sarmiento y Monasterio, 1975).

La presencia de la cubierta herbácea dominada por gramíneas perennes es una característica que la sabana comparte con las estepas y praderas, pero la sabana natural presenta condiciones ecológicas únicas que permiten identificarlas como un bioma diferente a cualquier otro. A esto se le suman características originales como la ocurrencia de incendios que ayudan en la mineralización de la materia orgánica, y la presencia de especies adaptadas a quemas reiteradas, periodos largos de sequía o inundaciones, y a suelos pobres en nutrientes (Sarmiento, 1994; Serna *et al.*, 2001).

Una de las características fundamentales que permiten diferenciar las sabanas naturales de las formaciones boscosas densas que han sido alteradas por actividades antrópicas, además de la ocurrencia de un dosel casi completamente abierto, es la presencia de una cubierta herbácea mucho más destacada en las sabanas, conformada por gramíneas C4, mientras que en los bosques predominan las plantas C3. Esto se debe en parte, a que las plantas C4 son altamente resistentes al fuego y muy intolerantes a las sombras, por lo que resultan altamente inflamables al conformar la biomasa seca suficiente para la ocurrencia de incendios (Ratnam, 2011).

Precisamente, la acción del fuego sobre la vegetación durante la estación seca, es considerada como otra de las características originales y fundamentales de los sistemas de sabana, y que constituye un filtro en el que solo las especies que presentan las adaptaciones necesarias son las que predominan (Tamayo, 1972, como se citó en Montilla, 2010; Sarmiento, 1994; Sarmiento, 1996). De esta manera, en las sabanas ocurren incendios con mayor frecuencia, presentando una gran resistencia ante la acción del fuego, mientras que en otras formaciones vegetales suele ser muy raro este fenómeno, y cuando ocurre generalmente ocasiona efectos catastróficos en la vegetación (Ratnam, 2011).

La flora de sabana está conformada en su mayoría por especies adaptadas a presiones ambientales únicas. Algunas de estas especies son *Curatella americana*, *Byrsonima crassifolia* y *Bowdichia virgilioides*, caracterizadas por ser arboles perennes relativamente pequeños, por lo general hasta de unos 6 a 8 metros, que conforman un dosel discontinuo con mayor penetración de la luz, capaces de recuperarse de la acción del fuego gracias a la presencia de una corteza gruesa y de yemas apicales protegidas, que suelen brotar después de fuegos intensos (Hernández y Sánchez, 1992; Ratnam, 2011). Este tipo de especies por lo general no se producen o no son tan abundantes en formaciones boscosas densas (Ratnam, 2011).

Por el contrario, los arboles adultos de las formaciones boscosas son más altos y caducifolios, con corteza delgada y arquitecturas muy variadas, conformando un dosel continuo con poca penetración de la luz y con capacidad de recuperación muy limitada ante incendios. De manera adicional, las plántulas de especies leñosas de sabana son persistentes durante la competencia con hierbas C4 que dominan la capa herbácea, incluso después de fuegos reiterados, mientras que en las especies de formaciones boscosas es poco frecuente o muy raro el rebrote después del fuego, además de que sus plántulas presentan poca persistencia durante la competencia con especies herbáceas luego de incendios recurrentes (Ratnam, 2011).

1.3.5 Diferencias generales entre las sabanas tropicales y subtropicales.

De acuerdo con Sarmiento (1990, 1996), en América subtropical, más precisamente en Bolivia, Argentina y Paragua, y pequeñas áreas de Brasil, existen diferentes tipos de ecosistemas herbáceos o mixtos que se acercan al concepto de sabanas, debido a que presentan características fisionómicas y funcionales similares a las de las sabanas tropicales, con una clara dominancia de gramíneas perennes, y acompañadas de árboles bajos dispersos. Sin embargo, estos ecosistemas presentan diferencias ambientales esenciales en comparación a las sabanas tropicales.

De manera similar a lo que ocurre en el trópico, las sabanas subtropicales se siguen clasificando ecológicamente en estacionales, hiperestacionales y semiestacionales, pero teniendo en cuenta que se suma una estacionalidad térmica a medida que se progresa hacia el sur del continente (Sarmiento, 1990 y 1996). Esta es una de las diferencias más importantes, si se considera el hecho de que las sabanas tropicales presentan temperaturas isomegatermicas.

En las sabanas subtropicales, el fuego y las inundaciones siguen siendo factores importantes. No obstante, la sequía se combina con el frío del invierno, lo cual es inexistente en el trópico, mientras que los suelos tienden a ser mesotrópicos, poco lixiviados y sin graves limitaciones nutritivas, donde pueden aparecer factores ecológicos como la alcalinidad, la salinidad o ambos a la vez. Por el contrario, los suelos de las sabanas tropicales suelen ser distróficos y fuertemente ácidos y muy lixiviados, por lo que son muy pobres en nutrientes (Sarmiento, 1996).

Otra diferencia está en que las sabanas tropicales presentan una estación seca con duraciones de 2 a 6 meses consecutivos, con climas húmedos, ya sea alternante o siempre húmedos, pero nunca bajo clima semiárido. En cambio, todas las sabanas subtropicales ocurren bajo clima semiárido, presentando de 5 a 7 meses de sequía. Adicionalmente, debido a las diferencias térmicas que se presentan en el subtrópico, en estas zonas suelen presentarse heladas frecuentes, lo que no ocurre en las sabanas de América tropical (Sarmiento, 1990).

Debido a las diferencias ecológicas que separan al trópico del subtrópico, las sabanas subtropicales no presentan grandes afinidades con la flora sabánica tropical, en especial con el componente leñoso. Incluso, las especies de las sabanas subtropicales no presentan estructuras adaptativas como los xilopodios, las cortezas claramente gruesas y escleromorfismo foliar, que a las especies tropicales les permite resistir la acción del fuego y la sequía. Sin embargo, las especies de sabana subtropical han evolucionado bajo la presión de la herbivoría, desarrollando

adaptaciones como la presencia generalizada de espinas, de hojas rígidas, punzantes y de tamaño pequeño, debido a que la mayor fertilidad de sus suelos ha favorecido al crecimiento de la vegetación, y por lo tanto, al de las poblaciones de herbívoros (Sarmiento, 1990).

En África, las sabanas alcanzan una mayor extensión geográfica, representando un bioma intermedio entre las selvas en zonas con clima húmedo, y los desiertos que se extienden en ambientes más secos. Este carácter transicional es más marcado en África que en Suramérica, debido a la falta de sistemas montañosos que modifiquen la distribución de los climas y tipos de bioma (Sarmiento, 1994).

Al igual que sucede en los Llanos orientales, en África existen sabanas húmedas con suelos relativamente pobres, bajo un clima fuertemente estacional, conocidas como sabanas guineanas. Al igual que en las sabanas de América tropical, las sabanas guineanas se caracterizan por la dominancia de gramíneas perennes, con árboles perennifolios de hojas grandes y sin espinas, establecidas sobre suelos pobres en nutrientes, en tanto que en las sabanas secas o sudanesas dominan las gramíneas anuales, con presencia de árboles caducifolios y espinosos, semejantes a la vegetación de clima árido, pero con suelos relativamente ricos (Sarmiento, 1994).

Las sabanas secas de África se caracterizan por tener pastos relativamente más nutritivos que el resto de las sabanas, por lo que alberga una gran cantidad de rebaños de grandes herbívoros silvestres de diversas especies, lo que no ocurre en las sabanas de América tropical (Figura 1) (Sarmiento, 1994).

De manera general, las sabanas africanas presentan una composición florística totalmente diferente a la de las sabanas americanas, entre las cuales se encuentran especies arbóreas como *Ochna pulchra*, *Crewia flavescens*, *Burkea africana* en Sudáfrica (Sarmiento, 1985), y *Acacia*

senegal, *Annona senegalensis*, *Adansonia digitata*, *Hymenocardia acida* en sabanas de sudan, entre otras (Dukku, 2013).

En Australia, existen grandes extensiones de sabana tropical que cubren más de 1,5 millones de km² al norte australiano. Estas sabanas han evolucionado de manera autónoma, debido a su carácter insular. Sin embargo, pueden ser comparadas con las sabanas americanas o con las guineanas de África por sus características fisionómicas y funcionales que guardan en común, además de la ocurrencia de un clima fuertemente estacional y presencia de suelos pobres en nutrientes. La flora de estas sabanas presenta un alto grado de endemismo, que en presencia de una relativa pobreza en sus suelos, solo unos pocos géneros como *Eucalyptus* y *Acacia* pueden representar su diversidad. Un ejemplo es el árbol de eucalipto, tolerante a la sequía y resistente al fuego cuando alcanza la madurez (Williams y Cook, s.f.; Sarmiento, 1994; Woinarski, Mackey, Nix y Traill, 2007). La fauna herbívora es menos diversificada que en África, a pesar de los pastos abundantes, siendo los canguros los más representativos (Sarmiento, 1994). Además, los insectos fitófagos como las termitas, son muy abundantes en estas sabanas, encontrándose muchos termiteros de formas variadas (Figura 1) , y junto con las hormigas juegan un papel clave en la estructura del suelo, el ciclo de nutrientes, la biodiversidad de invertebrados, la dinámica de las semillas y el crecimiento de las plantas (Woinarski *et al.*, 2007).

En el caso de las sabanas asiáticas, ha sido controvertida su delimitación debido a las fuertes intervenciones antrópicas que no permiten determinar el área que ocupan las sabanas naturales originales (Sarmiento, 1994).



Figura 1. Sabana seca africana y sabana australiana (Fuente: Sarmiento, 1994 y Woinarski *et al.*, 2007)

1.3.6 Distribución de los ecosistemas de sabana en el mundo.

A nivel mundial, las Sabanas tropicales ocupan una extensión de 15 a 24,6 millones de Km² y se localizan en Sur y Centroamérica, África, Asia y Australia (Figura 2) (Frost *et al.*, 1986; Rippstein *et al.*, 2001; Cardoso & Bates, 2002; Silva & Bates, 2002; Woinarski *et al.*, 2007).

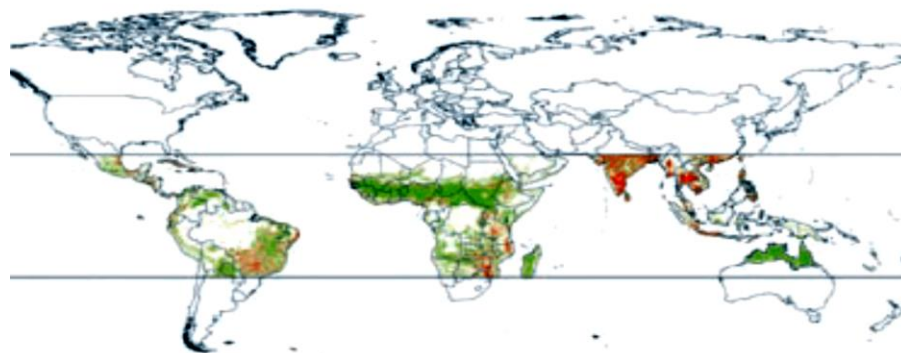


Figura 2. Sabanas tropicales en el mundo (Fuente: Woinarski *et al.*, 2007)

El 45% de las sabanas tropicales se localizan en América del Sur con cerca de 270 millones de hectáreas, de las cuales 207 millones se encuentran en Brasil, 29 millones en Venezuela, aproximadamente 17 millones en Colombia, 13 millones en Bolivia y 4 millones en Guyana

(Rippstein *et al.*, 2001). Áreas de sabana más pequeñas se encuentran en Madagascar, Indochina, Indonesia, Filipinas y el sur de Nueva Guinea (Woinarski, 2007).

1.3.6.1. Distribución de las sabanas africanas, australianas y asiáticas.

En África, las sabanas húmedas o guineanas se extienden desde Guinea sobre el Atlántico hasta Camerún, para continuar hacia el sur por Zaire hasta Sudáfrica. Desde África Oriental, a través de Kenya, Mozambique, Zimbabue hasta Sudáfrica, existen importantes extensiones de sabanas secas, conocidas como sabanas sudanesas (Figura 3) (Sarmiento, 1994).

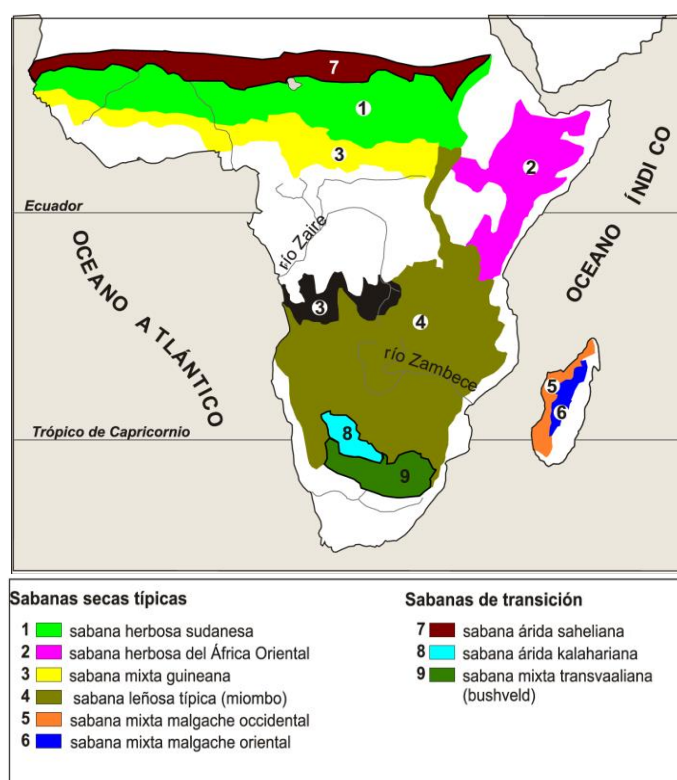


Figura 3. Áreas de sabana en el continente africano (Fuente: Alcaraz, 2012)

Adicionalmente, se pueden encontrar zonas de sabana de transición al norte y sur del continente (Figura 4). En el caso de Australia, las extensiones de sabana dominan hacia el norte de la isla, mientras que en Asia se encuentran principalmente en la India (Figura 2) (Sarmiento, 1994).

1.3.6.2. Distribución de las sabanas en Sur y Centroamérica. En América, las sabanas tropicales se extienden desde México, el Norte de Cuba y República Dominicana (Figura 4) (Cámara, 2000), hasta Bolivia y Paraguay, pero es en Brasil, Venezuela y Colombia donde alcanzan una mayor superficie (Sarmiento, 1994).

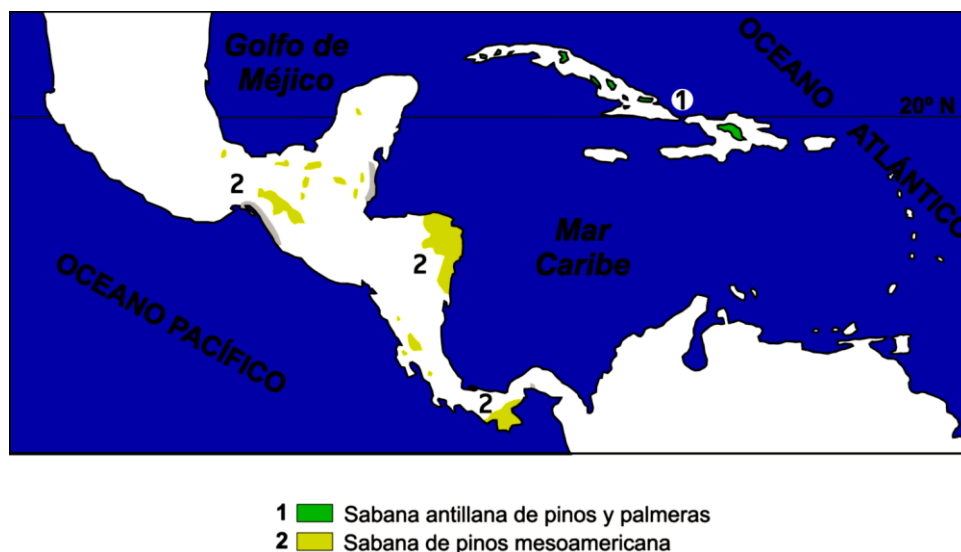


Figura 4. Sabanas en Centroamérica y la Región Insular (Fuente: Alcaraz, 2012)

En Suramérica, siguiendo un orden de mayor a menor extensión se encuentran las sabanas del Cerrado, que en suelo brasileño ocupa un área de más de 1.8 millones de km², quedando una parte al sureste de Bolivia y noreste de Paraguay (Figura 5.1); los Llanos de Mojos al norte de Bolivia (Figura 5.2); Llanos del Orinoco, distribuidas en Colombia y Venezuela (Figura 5.3); La Gran Sabana, ubicada al sudeste de Venezuela en el Macizo de las Guayanas, extendiéndose hacia Brasil y Guayana (Figura 5.4); las sabanas de Rupununi-Rio Branco, que se originan como una extensión de la Gran Sabana hacia el sur, penetrando territorios brasileños y guyaneses (Figura 5.5); el cinturón de sabanas ubicado en la región costera de la Guayana, Surinam y la Guayana Francesa (Figura 5.6); parches de sabana en la Región amazónica (Figura 5.7); y las sabanas de la Costa

Caribe Colombiana (Figura 5.8), en donde se encuentran las sabanas cordobesas, sucreñas y de Bolívar, entre otras.

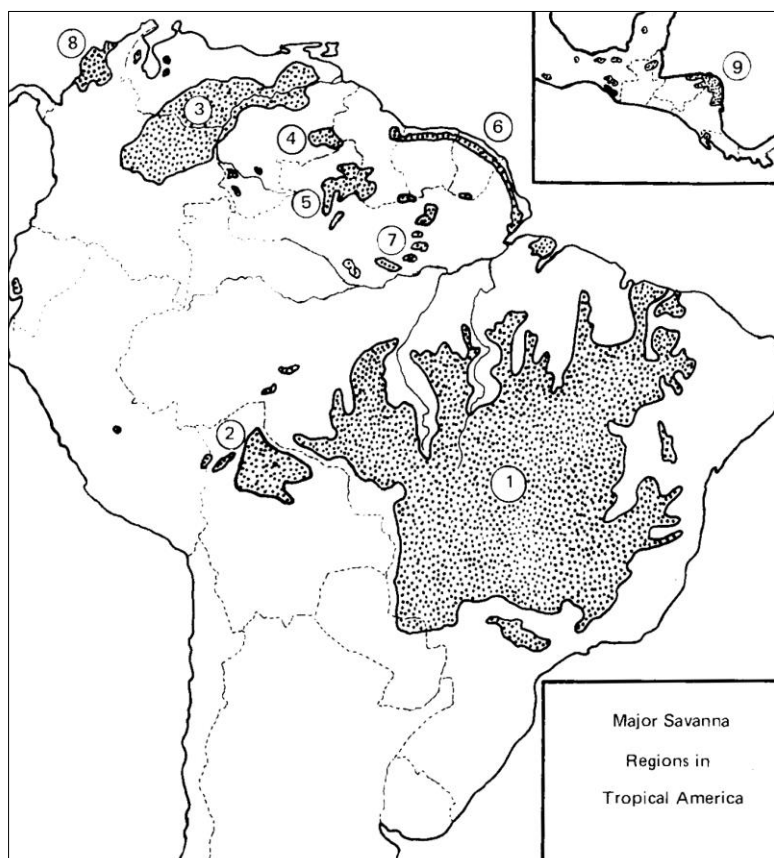


Figura 5. Regiones sabánicas más grandes de América (Fuente: Sarmiento y Monasterio, 1975)

1.3.6.3. Distribución de las sabanas naturales de Colombia. La región orinoquense colombiana posee cerca de 17.000.000 de hectáreas en sabanas, la mayor parte distribuidas en los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada (Rippstein *et al.*, 2001), que además, se constituyen en una de las más grandes reservas para la expansión inmediata de la frontera agrícola y ganadera. Sin embargo, también se puede encontrar vegetación de sabanas en la Guajira, muy secas y poco conocidas, además de alteradas por fuegos recurrentes (Hernández y Sánchez, 1992); y en los departamentos de Córdoba, Bolívar y Sucre (Sarmiento, 1994), así como también en el

Departamento del Cesar (Castro, 2012; Segura, 2012), distribuidas en Sabanas de María Angola, EL Paso, Los Venados, La Loma, La Gloria, Tamalameque, conformando las sabanas del Valle Medio del río Cesar (CORPES, 1992, como se citó en Díaz *et al.*, 2000). Estas sabanas conforman el sistema de sabanas del Caribe colombiano, una de las formaciones vegetales más grandes de los trópicos (Plan de Manejo Santuario de Flora y Fauna los Flamencos, 2013).

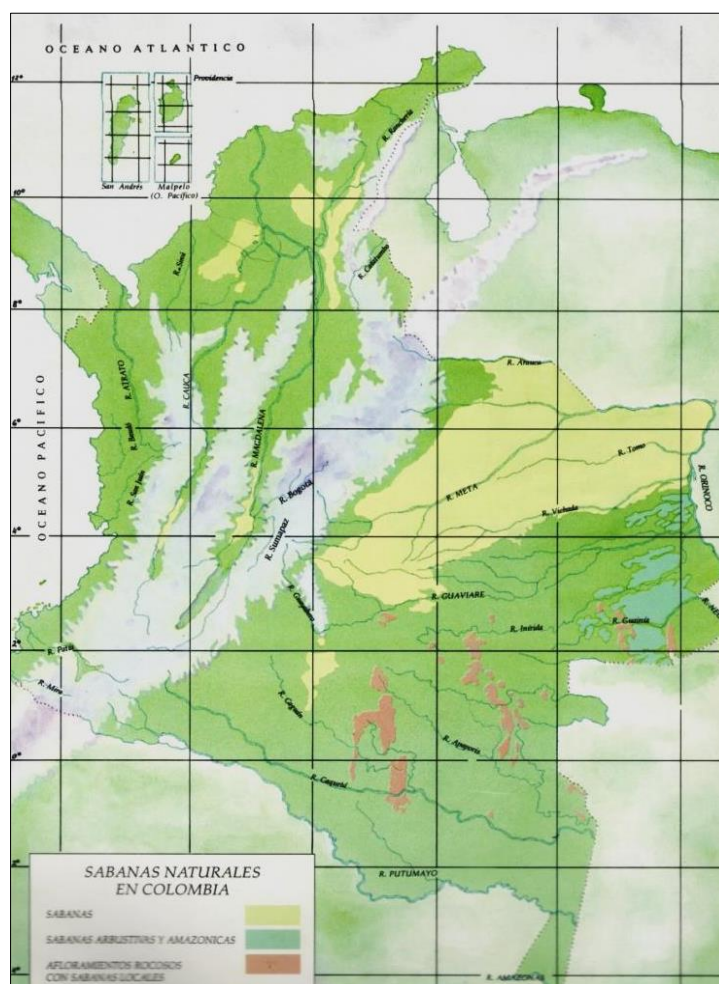


Figura 6. Sabanas naturales de Colombia (Fuente: Hernández y Sánchez, 1994)

Adicionalmente, extensiones de sabanas naturales ocurren en el Departamento de Santander, en el Municipio de Sabanas de Torres, formando enclaves localizados en la cuenca del río Lebrija, y

caracterizados por tener relieve ondulado con suelos superficiales poco fértiles (CORPES, 1992, como se citó en Díaz *et al.*, 2000). Además, se encuentran las sabanas del Alto Valle del río Magdalena, que ocupa los llanos del Tolima y el norte del Huila y del Departamento de Caldas; algunas extensiones de sabana en zonas de la Amazonía, y sabanas del Yarí en el Departamento de Caquetá y Meta, cuya flora y fisonomía guardan una importante afinidad con los Llanos (Hernández y Sánchez, 1992) (Figura 6).

1.3.6.4. Sabanas naturales del Departamento de Sucre. Según Díaz *et al.* (2000), las sabanas naturales del Departamento de Sucre hacen parte de la gran cuenca de los ríos Cauca y San Jorge, con una extensión de aproximadamente 72.000 hectáreas, distribuidas en los municipios de San Marcos (6.833,37 ha), La Unión (224,30 ha), Caimito (13.331,37 ha), San Benito Abad (50.340,50 ha) y Galeras (1.270,96 ha). Sin embargo, estas sabanas solamente representan el 6,62% del área total del Departamento de Sucre, de las cuales el 69,9% se encuentran en territorios del Municipio de San Benito Abad (Figura 7).

De acuerdo con Hernández y Sánchez (1994), estas sabanas, y en general las del Caribe colombiano, se encuentran establecidas sobre relieves planos a ondulados, en terrenos por debajo de los 200 metros sobre el nivel del mar, en el piso térmico cálido, generalmente de clima isomegatermico con temperaturas medias anuales entre 27,9 a 28,3°C. Adicionalmente, en esta zona se presenta la alternancia de una marcada estación seca desde los meses de diciembre hasta abril, y otra lluviosa de mayo a diciembre (IDEAM, 1998, como se citó en Díaz *et al.*, 2000).

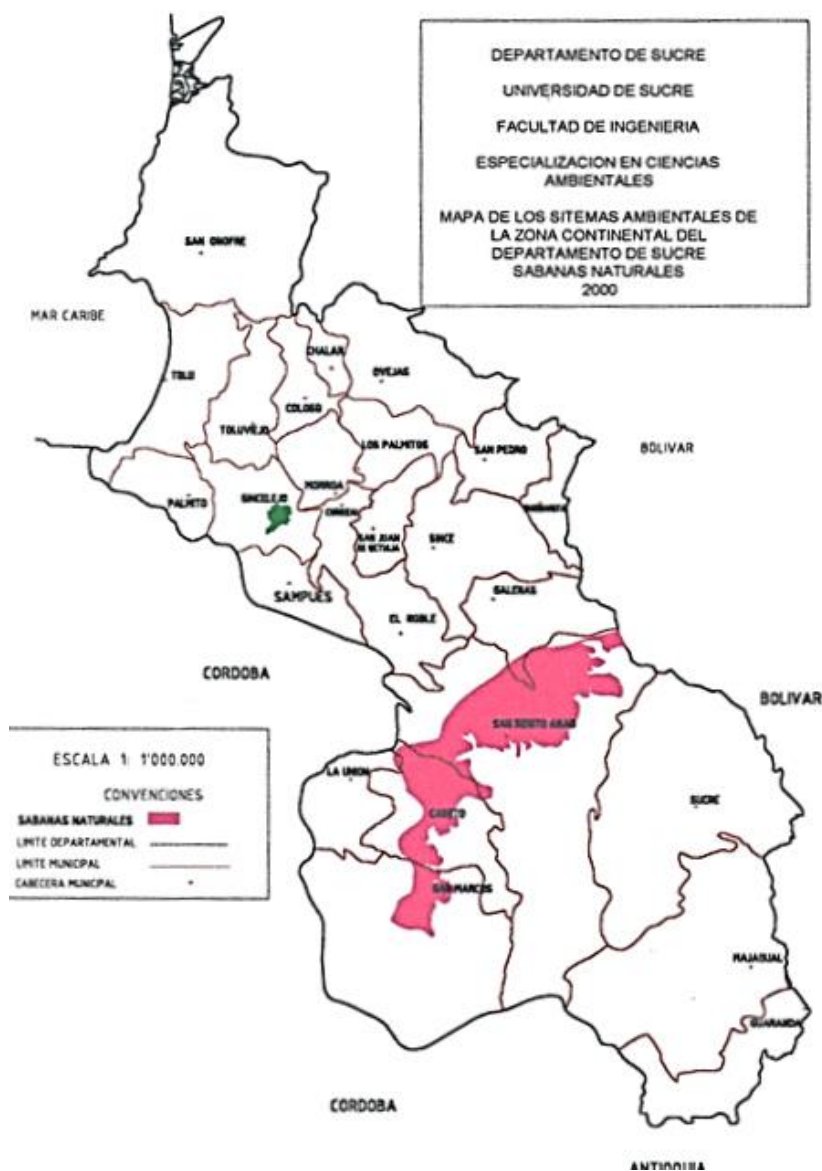


Figura 7. Sabanas naturales del departamento de Sucre (Fuente: Díaz *et al.*, 2000)

Las sabanas del Departamento de Sucre se caracterizan geográficamente por presentar arroyos y caños estacionales que durante las épocas de lluvias arrastran importantes volúmenes de agua sin que esta pueda ser usada para suplir las necesidades hídricas de la región (Botero, De la Ossa, Espitia y De la Ossa, 2009). Es el caso del Arroyo Grande que atraviesa los terrenos al sur de

Galeras-Sucre, estableciéndose en sus orillas una tupida vegetación de galería, que conecta con las fronteras de las sabanas naturales del Municipio.

De acuerdo con Díaz *et al.* (2000), las sabanas sucreñas cuentan con vegetación típicamente representada por gramíneas poco nutritivas, ciperáceas, algunas leguminosas, árboles y arbustos achaparrados y perennifolios, con algunas especies de palmas tolerantes al fuego.

Además de la presencia de sabanas naturales en el Departamento de Sucre, también existen grandes extensiones de sabanas secundarias fisionómicamente muy similares, que Tovar, Martínez y Martínez (2000) agrupan en tres tipos: sabanas antrópicas de Lomerío, de Montaña y de llanura, pudiéndose encontrar las dos primeras en la zona centro del departamento de Sucre, que corresponde a la subregión sabanas, distribuidas en los municipios de Buenavista, San Pedro, Sincé, Galeras, Betulia, Los Palmitos, Sampués y Corozal, incluyendo a las sabanas secundarias de Galeras dentro del tipo de sabanas de lomerío.

Según Hernández y Sánchez (1994), entre las especies más representativas de las sabanas de Sucre y del resto de la costa colombiana se encuentran *Curatella americana*, *Byrsonima crassifolia*, *Xylopia aromatica*, *Cochlospermum vitifolium*, *Vernonia brasiliensis*, entre otras especies que presentan adaptaciones xeromórficas, incluso más acusadas que la de los Llanos, como respuesta a la presión generada por el fuerte estrés en estos ecosistemas.

De manera general, los suelos de las sabanas naturales del Departamento de Sucre son ácidos, pobres en nutrientes y en materia orgánica, nitrógeno y fosforo, de estructura franco-arenosa, muy lixiviados, de fertilidad pobre, y en ocasiones muy mal drenados en temporadas de lluvias (Hernández y Sánchez, 1994). Esta podría ser la razón por la que existe un gran número de termiteros en las sabanas sucreñas, que son contruidos por las termitas para protegerse de los excesos de agua, además de las altas temperaturas que caracterizan a esta zona (Díaz *et al.*, 2000).

A pesar de las condiciones originales de los suelos de las sabanas sucreñas, estos son explotados en agricultura con cultivos de ciclo corto de tipo pancoger, y en actividades de ganadería extensiva mediante la utilización de pastos nativos e introducidos (Díaz *et al.*, 2000).

1.3.7 Tipos de sabanas naturales.

Muchos autores han propuesto clasificar las sabanas naturales basándose en diferentes aspectos, aunque realmente no haya una terminología unificada para este propósito. Es así como hay clasificaciones desde el punto de vista ecológico, las hay en base a las características fisionómicas, e incluso, han sido clasificadas por el tipo de vegetación que las conforman, o las especies que dominan en la zona estudiada. Una de las clasificaciones generales más conocidas es la propuesta por Sarmiento (1994), en donde se reconocen tres grandes tipos ecológicos de sabana que difieren unas de otras de acuerdo con la estacionalidad del ecosistema, teniendo en cuenta que esta característica es una de las más marcadas en las sabanas tropicales. Estas son:

1.3.7.1. Sabanas secas o estacionales. Se caracterizan por presentar una fuerte estacionalidad, en donde las lluvias se concentran en una estación del año con duraciones de entre 6 a 9 meses, mientras que en el resto del año las precipitaciones bajan considerablemente hasta llegar a ser insignificantes. Este tipo de sabana es el más extenso en América tropical, y se caracteriza por estar sometida a estrés hídrico, debido a la ocurrencia de una extensa temporada sin lluvias que favorece a la formación de incendios durante la temporada seca. De acuerdo con Sarmiento (1996), este tipo de sabanas normalmente tienen un estrato arbóreo importante, florísticamente diverso, que puede reducirse cuando el estrés hídrico se hace más extremo, predominando de esta forma, pastizales casi puros con algunas leñosas enanas. Según Sarmiento (1983), una gran proporción de las dos regiones de sabana más grandes de Suramérica, como lo son el Cerrado brasileño, y los Llanos colombianos y de Venezuela, pertenecen a este tipo de sabana.

1.3.7.2. Sabanas húmedas o hiperestacionales. Son sabanas ubicadas en zonas bajas mal drenadas que se inundan en temporada de lluvias, y atraviesan anualmente por un periodo en el que las plantas disponen de suficiente agua en el suelo, seguido de un periodo en el que el suelo queda anegado y las plantas sufren por exceso de agua. Más tarde, cuando el suelo comienza a secarse, aparecen nuevamente condiciones normales de disponibilidad de agua, y finalmente, cuando los suelos se secan y la sequía se hace extrema, las plantas sufren por deficiencia de agua. Según lo propuesto por Sarmiento (1996), una de las características más marcadas de este tipo de sabanas, es la ausencia de elementos leñosos y la total dominancia de la vegetación herbácea. Sin embargo, en ocasiones se pueden observar algunas especies de palma que son capaces de sobrevivir bajo un estrés hídrico tan extremo.

De acuerdo con Sarmiento (1983), las sabanas hiperestacionales se pueden producir en tierras bajas mal drenadas en cualquier región climática, pero son particularmente comunes en regiones grandes y deprimidas con drenaje lento, como el gran pantanal de Mato Grosso, los llanos bolivianos y algunas áreas de los llanos del Orinoco.

1.3.7.3. Sabanas inundadas o semiestacionales. Es la sabana que permanece anegada durante varios meses, y que en algunas épocas, por acción de la evaporación y drenaje, pueden experimentar una disminución en los niveles de agua, pero nunca están sometidas a condiciones de sequía, de modo que el suelo apenas llega a secarse durante unas pocas semanas al final de la estación seca. Sarmiento (1996) señala que algunas de estas sabanas ocurren en la franja sabánica costera de Surinam, Guayana Francesa y Brasil, y afirma que el principal estrés ambiental en estas sabanas es el exceso de agua, mientras que la presión de la sequía y el fuego representan estreses menos importantes, debido a que el material vegetal pocas veces se seca completamente como para

constituir un combustible adecuado. Sin embargo, en caso de que el exceso de agua se hiciera permanente, las sabanas inundables serían reemplazadas por humedales (Sarmiento, 1996).

Los ecosistemas de sabana de América tropical también han sido clasificados en base a sus características fisionómicas, siendo las más significativas las **sabanas herbáceas o de pastizales**, caracterizadas por presentar una cubierta vegetal continua donde dominan las plantas gramíneas, careciendo completamente de especies leñosas. Sin embargo, pueden existir plantas leñosas enanas que no exceden la altura de la capa herbácea; un segundo tipo de sabana, las **sabanas abiertas**, presentan un reducido número de árboles pequeños y arbustos dispersos dentro de una capa herbácea continua, en la cual representan menos del 2 % de cobertura, con una densidad promedio de 500 árboles por hectárea. Por otra parte, la **sabana cerrada** es aquella que presenta una cobertura arbórea que oscila entre el 2% y el 15%, lo que corresponde a una densidad total de cerca de 1000 árboles por hectárea. Por otra parte, se encuentra la **sabana boscosa**, también conocida en Brasil como “**el cerrado**”. Presenta una cobertura arbórea de entre 15% y 40%, y puede alcanzar una densidad total de 3000 árboles o más por hectárea, siendo la cobertura forestal más dominante que la capa herbácea, pero sin conformar un dosel continuo que impida la entrada de luz (Sarmiento & Monasterio, 1971; Sarmiento, 1983).

Existen algunos mosaicos formados de sabana y bosque, llamados **sabanas parqueadas**, caracterizadas por tener islotes dispersos de bosque; y **bosque abierto**, por tener claros dispersos de sabana. Estos dos tipos se originan en zonas donde las sabanas y la selva tropical forman un intrincado mosaico de vegetación, pudiendo tener cualquiera de las características fisionómicas nombradas anteriormente (Sarmiento & Monasterio, 1971; Sarmiento, 1983).

El sistema de sabanas del Caribe Colombiano se encuentra constituido por varios tipos de formaciones de sabana costeras, entre las cuales están la **sabana arbolada**, que presenta un tapiz

herbáceo continuo con especies leñosas arbóreas dispersas, distribuida en las cercanías de Magangué, Montería, Valledupar, algunas zonas de la guajira y cercanías del río Magdalena; la **sabana de pajonal**, dominada por plantas herbáceas en terrenos bajos y anegadizos, ubicada en los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar, Cesar y Magdalena; la **sabana de matorrales**, caracterizada por extenderse a lo largo de terrenos ondulados y por tener la típica vegetación subxerófila; y la **sabana subdesértica**, distribuida en las cercanías de los ríos Sinú y Ranchería, y de los arroyos que atraviesan la región (Plan de Manejo Santuario de Flora y Fauna los Flamencos, 2013).

1.3.8 Tipos de sabanas antrópicas.

Las sabanas antrópicas son aquellas formaciones secundarias que tienen su origen en las alteraciones producidas por el hombre, a través de diferentes acciones antrópicas como la deforestación de ecosistemas originales, generalmente boscosos, o por la transformación de ecosistemas de sabanas naturales durante su utilización en actividades de ganadería extensiva y agricultura. Debido a que estas sabanas secundarias comparten características fisionómicas muy similares con las sabanas naturales o primarias, es muy fácil confundirlas si no se cuenta con información acerca de la composición florística que las caracteriza.

De acuerdo con Rorhidi y Herrera (1977), como se citó en De la Ossa *et al.* (2016), las sabanas antrópicas se clasifican según su extensión e intensidad de la intervención antrópica, en:

1.3.8.1. Sabanas semiantrópicas. Son sabanas que aún conservan su flora original y de sus alrededores, pero se encuentran presionadas por actividades antrópicas poco intensas, como el pastoreo extensivo y fuegos poco recurrentes. Sin embargo, aunque su flora es propia del ecotopo original, el ecosistema es ajeno al ecotopo.

1.3.8.2. Sabanas antrópicas. Estas sabanas se encuentran bajo profunda presión de actividades antrópicas permanentes, como la deforestación, fuegos recurrentes y pastoreo intensivo, por lo que la flora y el ecosistema no son propios del ecotopo, aunque presenten continuidad sucesional con la flora y el ecosistema originales.

1.3.8.3. Sabanas artificiales. Son sabanas estrictamente creadas por la acción del hombre, a partir de la degradación completa de la vegetación original, incluyendo la destrucción total de las sabanas antrópicas. Aquí, tanto la flora como el ecosistema son ajenos al ecotopo y no existe continuidad sucesional con la flora ni con el ecosistema original. Esto sucede cuando por ejemplo, la matriz herbácea y el componente leñoso nativo de las sabanas es reemplazada completamente por pasturas mejoradas para la ganadería.

1.3.9 Actividades antrópicas relacionadas con las sabanas.

En Colombia, la diversidad ecosistémica que encontramos actualmente ha sido condicionada por el impacto degradante de las actividades humanas, hasta el punto en que algunos ecosistemas completos, tipos de vegetación o hábitats enteros se encuentran seriamente amenazados de desaparición. Se estima que más del 40% del territorio nacional ya ha sido alterado drásticamente por diversas formas de intervención antrópica (Etter, 1993). Estas alteraciones han generado la expansión acelerada de sistemas de producción agropecuaria, para lo que se requiere un reemplazo extensivo de las matrices vegetales originales, que conlleva a la fragmentación y generación de parches o relictos aislados que difícilmente pueden mantener sus componentes y procesos biológicos (Etter, 1993).

Según Hernández y Sánchez (1994), actualmente la delimitación de las sabanas naturales de Colombia es un problema que persiste por falta de estudios más detallados, en parte por las alteraciones antrópicas que destruyen la cobertura vegetal mediante la acción del fuego.

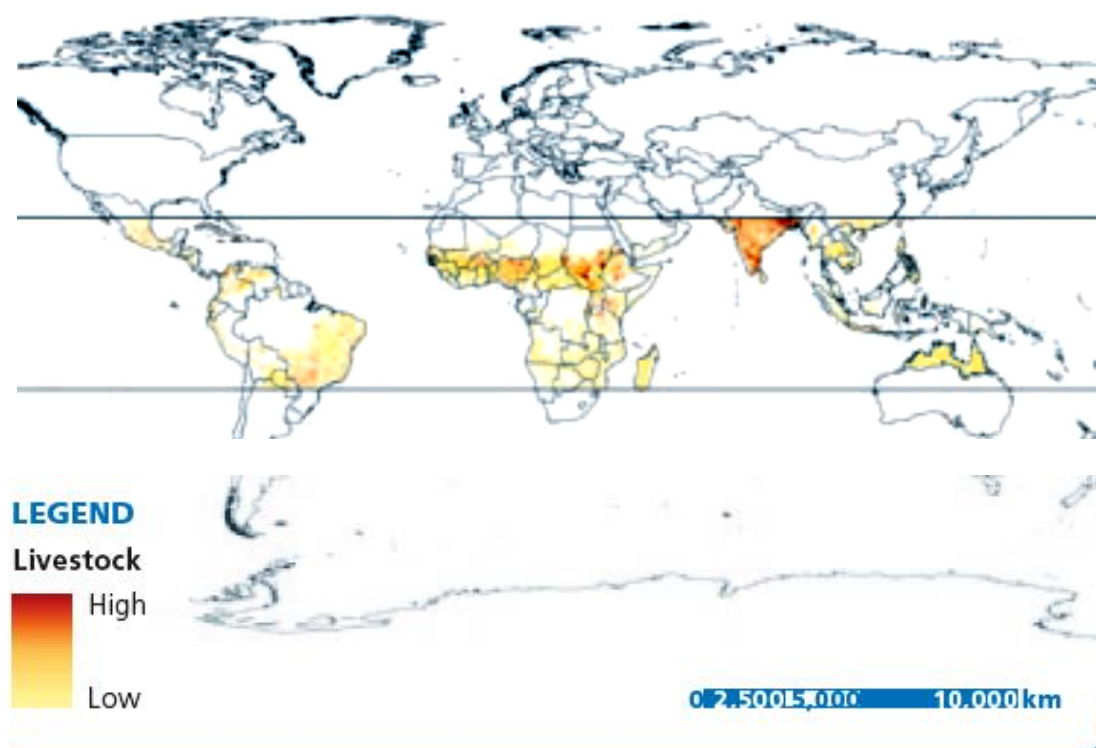


Figura 8. Zonas de sabanas tropicales bajo influencia de la ganadería (Fuente: Woinarski *et al.*, 2007)

De acuerdo con Murgueitio y Abraham (2004), las alteraciones son ocasionadas en gran parte por la ganadería (Figura 8), fenómeno que se inició en América, mediante el aprovechamiento de los ecosistemas de sabanas naturales presentes en varias regiones del Caribe, la Orinoquia y la Pampa argentina. Posteriormente, fue extendiéndose hacia diferentes formaciones vegetales, mediante la deforestación y el uso del fuego, con el objetivo de impedir la sucesión vegetal de los bosques nativos. De esta manera, se ha ido incrementando el área cubierta por sabanas secundarias (Sarmiento, 1996).

Es así como el origen de la mayor parte de las sabanas sucreñas se le atribuye a la transformación de los bosques secos tropicales, que han ido desapareciendo para dar lugar al

establecimiento de pasturas con fines ganaderos, cuya transformación tiene sus comienzos a mediados del siglo XVI, alcanzando su máxima expresión en el siglo XVIII, hasta la actualidad (Aguilera, 2005). Esto ha traído como consecuencia, que el 57,80% del territorio del Departamento de Sucre se encuentre representado por pasturas que ocupan alrededor de 628.492 hectáreas. El 80% de estas áreas se encuentran en los municipios de Buenavista, Galeras, San Antonio de Palmito, Sampués, San pedro, Tolú y Toluviejo (Tovar *et al.*, 2000).

Según Tovar *et al.*, (2000), la sobrecarga de cabezas de ganado por hectárea es la actividad que ha ocasionado el mayor problema en las zonas de sabana intervenidas en el departamento de Sucre, presentándose consecuencias como la compactación de los suelos, erosión, extinción de flora nativa y desplazamiento de la poca fauna silvestre asociada a las sabanas de pastizales y matorrales, además de la contaminación de cuerpos de agua y suelos con agroquímicos (CARSUCRE, 2012). Incluso, por la acción del fuego reiterado, se liberan CO₂ y otros gases (CH₄) hacia la atmosfera, mientras que la rápida combustión de la materia orgánica favorece su lixiviación durante la estación lluviosa, y su dispersión en forma de ceniza, causando la volatilización de los nutrientes de ciclo gaseoso que son transportados hasta otras zonas alejadas de las sabanas, lo que significa una pérdida importante de nutrimentos (Hernández y López, 2002).

El proceso de sabanización ha sido tradicional en las zonas de sabanas naturales, ocasionando su transformación en praderas o potreros mediante la constante eliminación de su estructura vegetal original, y la introducción de especies mejoradas (Campos, 1999, como se citó en López, Hernández y Brossard, 2005). Muchas zonas de sabana han sido transformadas completamente con la introducción de gramíneas africanas de las especies *Panicum máximum* (Guinea), *Melinis minutiflora* (Yaraguá) y *Hyparrhenia rufa* (Puntero), muy resistentes al fuego (Parsons, 1972, como se citó en Murgueitio y Abraham, 2004), y más competitivas que las especies nativas

(Sarmiento, 1996). En el Departamento de Sucre, las más utilizadas en las actividades ganaderas son *Bothriochloa pertusa* (Colosuana), especie poco tolerante a la humedad, y *Brachiaria decumbens* (todo terreno) o *Brachiaria humidicola* (Plan Integral Único, 2011).

De acuerdo con lo anterior, se requiere con urgencia de un sistema de monitoreo de los patrones de uso del paisaje, que permita establecer el impacto que las actividades antrópicas causan sobre la biodiversidad (Etter, 1993), además de implementar sistemas de uso y manejo del suelo que se ajusten a las condiciones naturales del ecosistema, con el fin de reducir el deterioro de los recursos naturales y lograr el aprovechamiento de estos, de una manera sostenible (Rippstein *et al.*, 2001).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.4 Áreas de Estudio

Los muestreos se realizaron en dos zonas de sabana adyacentes, ubicadas al sur del Municipio de Galeras-Sucre, entre la vereda de Palmital y el arroyo Grande, en la parte oriental de las sabanas del Departamento de Sucre (Figura 9).

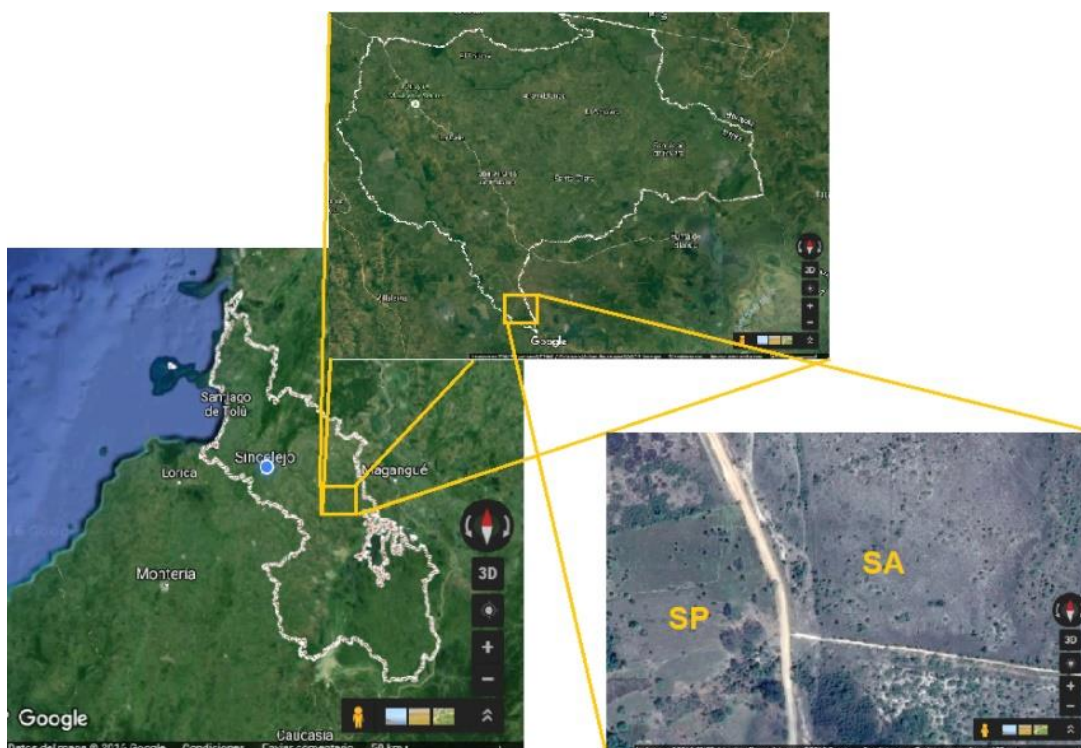


Figura 9. Ubicación de las áreas de estudio (Fuente: www.google.es/maps)

La primera zona corresponde a una sabana natural arbolada (SA) ($9^{\circ}1'52.21''$ N – $74^{\circ}58'47.43''$ O), caracterizada por presentar un tapete continuo de vegetación herbácea nativa, con presencia de una capa de árboles dispersos de poca altura (Figura 10.a). Estas sabanas tienen zonas que se inundan por sus suelos con mal drenaje (Figura 10.c). La segunda zona es una sabana potrerizada (SP) ($9^{\circ}1'52.216''$ N – $74^{\circ}58'47.43''$ O) con importante grado de intervención

antrópica, en donde se encuentran especies leñosas nativas e introducidas, y zonas con pastos mejorados para la ganadería (Figura 10.b). Estas dos sabanas son separadas por cercas vivas y la carretera que conduce al corregimiento de Santiago Apóstol, Municipio de San Benito Abad (Figura 10.e).



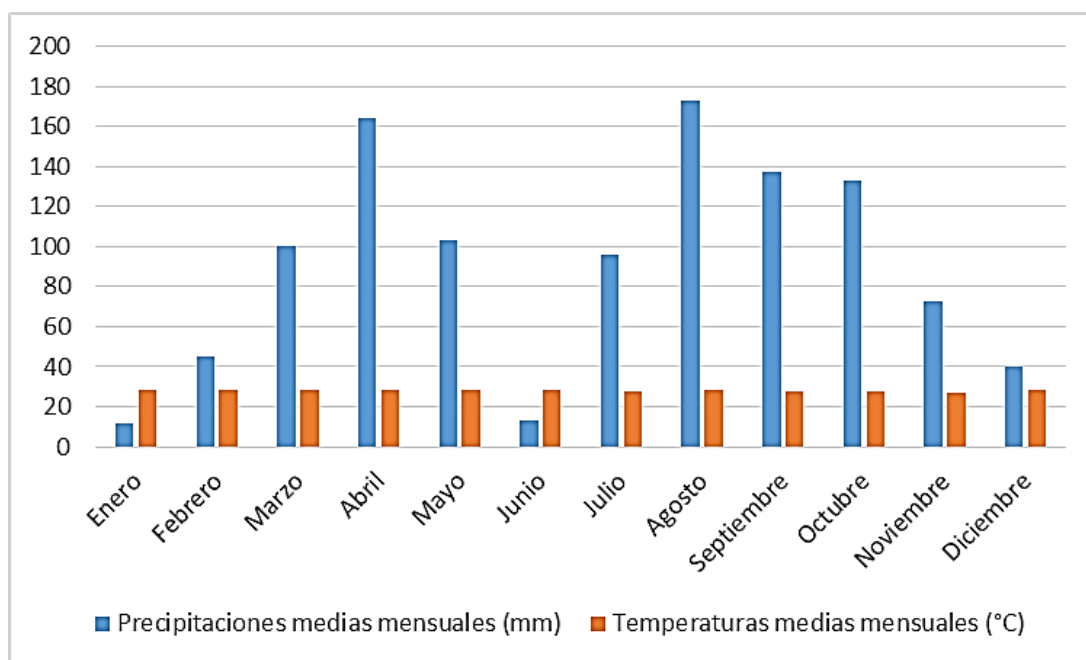
Figura 10. Zonas de estudio. SA: sabana arbolada; SP: sabana potrerizada (fuente: autores)

1.4.1 Características generales del lugar de estudio.

El Municipio de Galeras posee una extensión de 321.6 km² que representan el 3.01% del territorio del Departamento de Sucre, con suelos de topografía plana a ondulada, combinados con suelos de playones y de formaciones cenagosas al sur de su territorio (Plan Ambiental Municipal, 2013). Es precisamente en esta zona donde se encuentran las sabanas naturales del Municipio, con una extensión de aproximadamente 1.270 ha (Díaz *et al.*, 2000), conocidas popularmente con el nombre de “Playones”, debido a su antigua fisonomía de sabana abierta con suelos mal drenados. La presencia de termiteros es característico de estas sabanas (Figura 10.d).

El lugar presenta una altura promedio de 40 msnm, y se encuentra bajo un clima de estacionalidad marcada, con una temperatura media anual de 28°C y precipitaciones promedio anuales de 1.233 mm. La estación lluviosa ocurre entre los meses de abril hasta finales de noviembre, y la estación seca se extiende entre los meses de diciembre hasta mediados de abril, en tanto que en el mes de julio a agosto ocurre un corto periodo seco, conocido como el “veranillo de San Juan”. Según el PAM (2013), las condiciones climáticas han variado ostensiblemente, por lo que las lluvias generalmente ocurren durante tres o cuatro meses al año.

Sin embargo, para datos de precipitación correspondientes al año 2015 proporcionados por el IDEAM, hubo una disminución de las lluvias a partir del mes de mayo, siendo el mes de junio uno de los meses más secos del año (Gráfica 1). Al parecer, el veranillo de San Juan coincidió con el mes de junio, y no con los meses de julio y agosto como sugieren algunos trabajos, y por el contrario, el mes de agosto fue el más lluvioso del año. Además, se registró una precipitación promedio anual de 1089 mm, con temperatura media anual de 28°C. La subregión sabanas presentó temperaturas medias mensuales relativamente constantes (Gráfica 1).



Gráfica 1. Pluviometría año 2015 para la subregión sabanas (fuente: IDEAM)

Las sabanas de Galeras se encuentran establecidas sobre relieve plano con pendientes menores del 1%, y sus suelos presentan características que los sitúan en un estado de evolución moderado, que presentan coloraciones rojizas por un contenido importante de hierro, y en los primeros 22 cm carecen de estructura (figura 11), debido precisamente al gran contenido de arena y baja cantidad de materia orgánica, lo que le da al suelo una textura gruesa. Esta característica favorece la lixiviación de nutrientes, proceso a través del cual se pierden elementos del perfil del suelo, especialmente las bases, por lo que son suelos pobres en bases intercambiables como Ca, K, Na y Mg. La lixiviación de estas bases ocasiona la acidificación progresiva de los suelos, por lo que presentan valores de pH entre 4.5 a 5.0, lo que es muy ácido (Acosta-Galvis *et al.*, 2009).

De acuerdo con Acosta-Galvis *et al.*, (2009), en profundidades superiores a 66 cm empiezan a aparecer colores grises en estos suelos (Figura 11), lo que es una indicación de mal drenaje. Esta

característica obedece a una condición del pasado cuando imperaban condiciones de mal drenaje, debido a que hace aproximadamente 50 años, estas sabanas se caracterizaban por ser zonas anegadizas que permanecían durante mucho tiempo en condiciones de saturación, lo que no permitía el establecimiento de plantas leñosas en la zona.

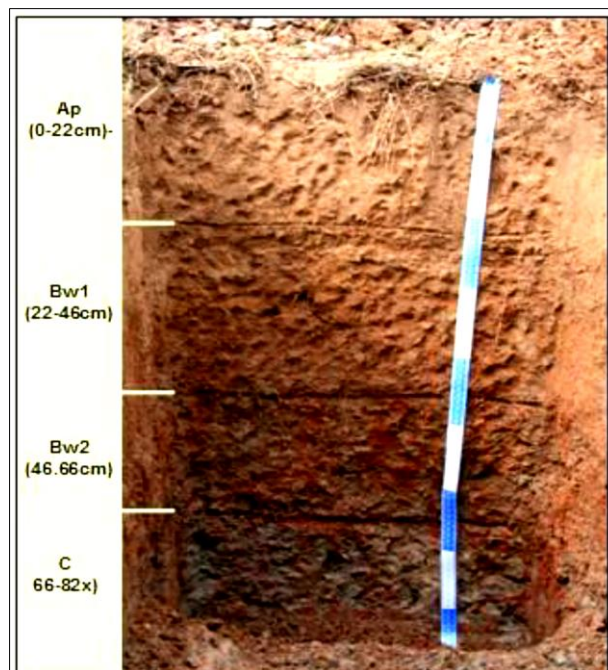


Figura 11. Perfil de suelo de una sabana en el municipio de Galeras, Sucre (Fuente: Acosta-Galvis *et al.*, 2009)

Por lo tanto, las sabanas se caracterizaban por presentar una fisonomía abierta, conformada exclusivamente por una matriz herbácea completamente pura. Por esta razón, las sabanas de Galeras son conocidas popularmente como playones. Sin embargo, en la actualidad su fisonomía corresponde a la de una sabana arbolada, posiblemente debido a cambios que han ocurrido principalmente en el régimen climático local, y a cambios en las características de los suelos (Payares, 2015).

1.5 Fase de Campo

Se realizaron muestreos en la zona durante los meses de marzo y junio de 2015. Para esto se ubicaron 10 transectos al azar con medidas de 50x8 m, para un total de 0.4 ha cubiertas, de los cuales 5 se establecieron en una sabana potrerizada, y los 5 restantes en una sabana natural arbolada, según lo propuesto por Gentry (1982) con algunas modificaciones.

De los lugares de muestreo se tomaron las coordenadas geográficas de cada sitio con un GPS Garmin etrex 10, se muestrearon todas las plantas vasculares con $DAP \geq 0.5$ cm, y de cada ejemplar obtenido se tomaron los datos que pudieran perderse durante la herborización (olores, colores, presencia de látex, etc.). Se anotaron el hábito de crecimiento y altura de cada planta con ayuda de un metro y un clinómetro digital Nikon Forestry Pro. Las muestras fueron tomadas con ayuda de podadoras, y organizadas en papel periódico marcado con fechas de recolección, nombre de recolector, y un código asignado a cada ejemplar, para luego ser prensados y transportados hasta los laboratorios de Biología de la Universidad de Sucre.

1.6 Fase de Laboratorio

Las muestras se herborizaron conforme lo propuesto por Villarreal *et al.*, (2004) y Rojas, Estévez y Roncancio (2008). Estas fueron secadas en un horno a 60°C y luego colocadas en un congelador a -7°C para su respectivo saneamiento y posterior identificación, mediante el empleo de claves taxonómicas y libros especializados en la identificación de especímenes vegetales, tales como la guía de campo para familia y genero de plantas leñosas de Gentry (1996), Flora fanerogámica del Valle de México de Rzedowski & Rzedowski (2005), Estudios de leguminosas colombianas I y II de Forero y Romero (2005), y Forero (2009) , entre otras fuentes. También se utilizaron recursos informáticos como bases de datos en taxonomía y colecciones científicas

disponibles en línea, tales como www.trópicos.org, y la base de datos del herbario de la Universidad Nacional de Colombia www.biovirtual.unal.edu.co, se corroboraron los nombres científicos de cada ejemplar utilizando la herramienta Taxonomic Name Resolution Service V4.0. Se recurrió a la ayuda de expertos en los casos en que fue complicado identificar algunos ejemplares.

1.7 Análisis y Procesamiento de la Información

Para el análisis de diversidad, se utilizó el programa EstimateS 6.0b1, con el que se hallaron los estimadores ICE, ACE, Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 y Bootstrap para evaluar el esfuerzo de muestreo en ambas zonas (Greig-Smith, 1983; Moreno, 2001), y mediante el programa estadístico PAST 3.05, se calculó el índice de Simpson para analizar la dominancia, el índice de Shannon-Wiener para la diversidad biológica, y el índice de Margalef para la riqueza específica (Margalef, 1977). Adicionalmente se calcularon la desviación estándar para determinar la precisión del índice de Shannon-Wiener, el índice de Pielou para determinar la equitatividad y el índice de Jaccard para medir la similitud entre la sabana arbolada y el potrero.

Desviación estándar para Shannon-Wiener:

$$SD_{H'} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^S n_i \log_2 n_i - \left(\sum_{i=1}^S n_i \log_2 n_i \right)^2}{n^2}}$$

Índice de Jaccard:

$$Ij = \frac{c}{a + b - c}; \quad 0 < Ij < 1$$

donde:

a= número de especies en el sitio A.

b= número de especies en el sitio B.

c= número de especies en común entre los sitios A y B.

Índice de Pielou:

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

donde:

H' = índice de Shannon-Wiener

$\log_2 S = H'_{\max}$

Abundancia proporcional:

$$Pi = \frac{n_i}{N}$$

n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos para todas las S especies en la comunidad

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.8 Composición Florística General del Área de Estudio

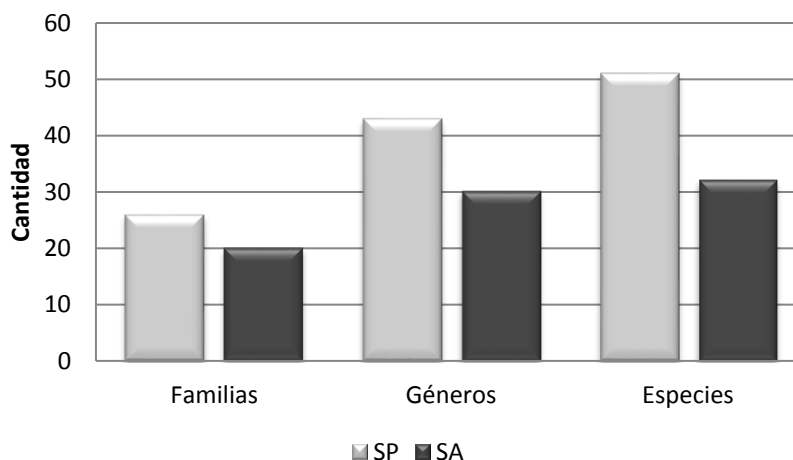
Se recolectaron 808 ejemplares pertenecientes a 67 especies, distribuidas en 57 géneros y 27 familias (Tabla 1, Gráfica 2). Dos morfoespecies fueron identificados hasta familia y 5 hasta género debido a la falta de estructuras reproductivas que facilitaran su determinación.

Tabla 1

Composición de la flora de dos áreas de sabana en el municipio de Galeras, Sucre

Zonas	Nº ejemplares	Familias	Géneros	Especies	% especies	Ij
SP	281	26	43	51	76%	0,24
SA	527	20	30	32	48%	
Total	808	27	57	67	-	-

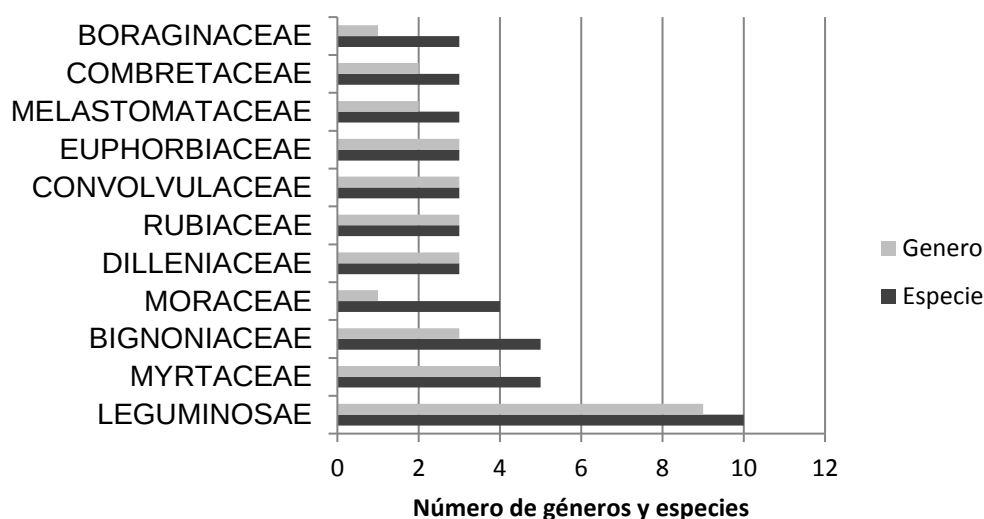
Fuente: autores. SP=sabana potrerizada; SA=sabana arbolada; Ij=índice de Jaccard.



Gráfica 2. Cantidad de familias, géneros y especies por zonas de estudio (Fuente: autores)

La familia mejor representada a nivel de género fue Leguminosae (9), seguido de Myrtaceae (4), mientras que Dilleniaceae, Rubiaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae y Convolvulaceae estuvieron representadas por 3 géneros cada una, aportando el 49% del total de géneros

encontrados en las dos zonas de sabana (Gráfica 3). Las demás familias presentaron entre 1 y 2 géneros. Por otra parte, los géneros de mayor riqueza corresponden a *Tabebuia* (Bignoniaceae), *Cordia* (Boraginaceae), y *Ficus* (Moraceae), representados por 3 especies, y los géneros *Miconia* (Melastomataceae), *Terminalia* (Combretaceae) y *Machaerium* (Leguminosae) con 2 especies cada uno, lo que corresponde al 22,4% del total de especies identificadas.



Gráfica 3. Familias con mayor número de géneros y especies en las sabanas de Galeras (Fuente: autores)

Las 10 familias mejor representadas a nivel de especies, reúnen el 63% de las especies muestreadas para las dos zonas estudiadas. En orden de importancia se encuentran: Leguminosae con 10 especies (15%), Bignoniaceae y Myrtaceae con 5 especies cada una (15% entre las dos), Moraceae con 4 (6%), y Dilleniaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae y Combretaceae con 3 especies cada una (27% entre las seis familias) (Gráfica 3).

Las 67 especies encontradas en las dos zonas de estudio se indican en la Tabla 2.

Tabla 2.
Diversidad florística de dos zonas de sabana en Galeras, Sucre

Familia	Especie	Nombre común	SA	SP
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobo	-	x
Annonaceae Juss.	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Fruta de burra	x	x
Arecaceae Bercht. & J. Presl	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.f.) Wess. Boer.	Palma de vino	x	x
Asteraceae Bercht. & J. Presl	<i>Vernonia patens</i> Kunth.	Ahumapescao	x	x
Bignoniaceae Juss.	<i>Bignonia aff. aequinoctialis</i> L.	campana	x	-
	<i>Crescentia cujete</i> L.	Totumo	-	x
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Roble	x	x
	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	Polvillo	-	x
	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	polvillo	-	x
Bixaceae Kunth	<i>Bixa Orellana</i> var. <i>Urucurana</i> (Willd.) Kuntze ex Pilg.	Achiote	-	x
Boraginaceae Juss.	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.		x	-
	<i>Cordia sp</i>		x	-
	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Vara de humo	-	x
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	guayuyu	-	x
Chrysobalanaceae R. Br.	<i>Hirtella americana</i> L.	Caimito	-	x
Combretaceae	<i>Combretum lanceolatum</i> Pohl ex Eichler		x	-
	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	capacho	-	x
	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	vara de león	-	x
Convolvulaceae Juss.	<i>Aniseia martinicensis</i> (Jacq.) Choisy		-	x
	<i>Maripa aff nicaraguensis</i> Hemsl.	mielquemada	-	x
	<i>Ipomoea aff trifida</i> (Kunth) G. Don	campanita	-	x
Dilleniaceae Salisb.	<i>Curatella americana</i> L.	Peralejo	x	x
	<i>Davilla kunthii</i> A. St.-Hil.	Matimoreno	x	x
	<i>Doliodarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	Abeja	x	-
Euphorbiaceae Juss.	<i>Dalechampia tiliifolia</i> Lam.	Rasquiñera	x	-
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Ñipiñipi	-	x
	<i>Pera aff. arborea</i> Mutis	Negrito	-	x

Familia	Especie	Nombre común	SA	SP
Leguminosae Juss.	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Acacia	x	x
	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	Calopo	-	x
	<i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. ex Benth.		-	x
	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton &	carbonero	-	x
	Rose			
	<i>Copaifera oficalis</i> (Jacq.) L.	Cascarrillo	-	x
	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.		-	x
	<i>Machaerium capote</i> Triana ex Dugand	Sietecuero	-	x
	<i>Machaerium aff arboreum</i> (Jacq.) Benth.		-	x
	<i>Platymiscium aff pinnatum</i> (Jacq.)	Trébol	-	x
	Dugand			
	<i>Senna aff fruticosa</i> (Mill.) H.S. Irwin &	Cigarrón	x	-
	Barneby			
	<i>Vismia ferruginea</i> Kunth.		x	-
Lamiaceae Martinov	<i>Gmelina arborea</i> Roxb. ex Sm.	Melina	-	x
	<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng.	Aceituno	x	-
Lauraceae Juss.	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb	Laurel	x	x
Malpighiaceae Juss.	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	Mantequero	x	x
	<i>Stigmaphyllon dichotomum</i> (L.) Griseb.	bejuco de San Juan	x	-
Malvaceae Juss.	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácimo	x	x
	<i>Pseudobombax</i> sp.		x	-
Melastomataceae Juss.	<i>Clidemia capitellata</i> (Bonpl.) D. Don		x	-
	<i>Miconia impetioilaris</i> (Sw.) D. Don ex	Bollo dulce	x	x
	DC.			
	<i>Miconia stenostachya</i> DC.	Pie paloma	x	-
Moraceae Gaudich.	<i>Ficus americana</i> Aubl.	Higo	x	x
	<i>Ficus citrifolia</i> Mill.	Copé	-	x
	<i>Ficus</i> sp		-	x
	<i>Morfoespecie 1</i>	NN	-	x
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Arrayan	-	x
Myrtaceae Juss.	<i>Eugenia</i> sp	Cereza de monte	-	x
	<i>Myrtus biflora</i> L.	Arrayan	-	x
	<i>Psidium aff guineense</i> Sw.	Guayabilla	-	x
	Morfoespecie 2	NN	-	x
Phyllantaceae	<i>Phyllantus elsiiae</i>	Culo pesado	-	x

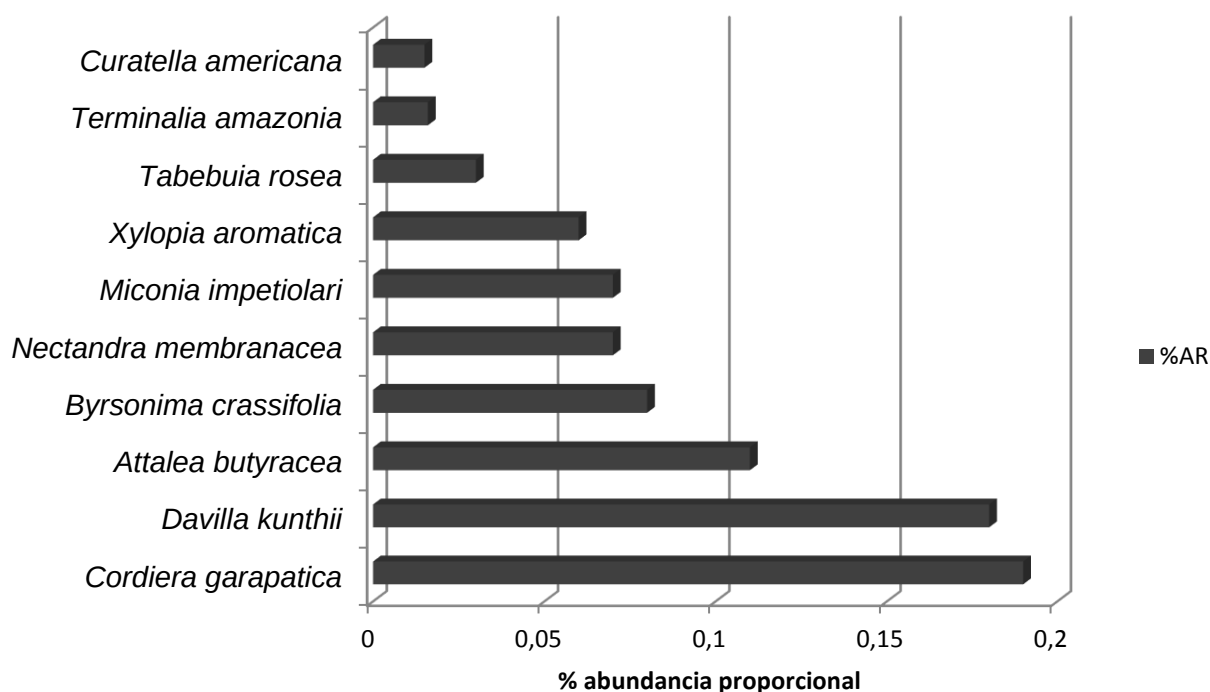
Familia	Especie	Nombre común	SA	SP
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	Vara santa	-	x
Hoffmanns. & Link				
	<i>Coccoloba padiformis</i> Meisn.	Quiebra jacho	x	-
Rubiaceae Juss.	<i>Alibertia edulis</i>	Guayabita perulera	x	-
	<i>Cordia garapatica</i> (K. Schum.) Kuntze	Pacita	x	x
	<i>Gardenia edulis</i> (Rich.) Poir.	Guayaba perulera	x	x
Salicaceae Mirb.	<i>Casearia arguta</i> Kunth	Vara blanca	x	x
	<i>Xylosma Aff obovata</i>		x	-
Sapindaceae Juss.	<i>Cupania sp</i>		-	x
	<i>Serjania mexicana</i> (L.) Willd.	Rabo de iguana	x	x

Fuente: autores

La importancia de la familia Leguminosae en cuanto a representatividad de géneros y especies coincide con lo encontrado por Grollier (1994); Rippstein *et al* (2001); López-Olmedo, Pérez-García, y Meave (2006); Dezzio, Flores, Zambrano, Rodgers y Ochoa (2008); Correa-Gómez y Stevenson (2010). Así mismo, Oliveira y Marquis (2002) establecen que las familias mejor representadas respecto al número de especies en zonas de cerrados en Brasil son Leguminosae, Myrtaceae, Melastomataceae y Rubiaceae, entre otras. Esto sugiere que las especies de la familia Leguminosae han evolucionado adaptándose a diferentes condiciones ambientales, hábitat y tipos de suelos, y se han diversificado convirtiéndose en la tercera familia más diversa (Krurup y Moreira, 1998; Forero y Romero, 2005), por lo que es posible encontrar una alta diversidad de especies de esta familia haciendo parte de la flora de un sitio o región.

Las 10 especies con mayor abundancia relativa son *Cordia garapatica* (0,19%), *Davilla kunthii* (0,18%), *Attalea butyracea* (0,11%), *Byrsonima crassifolia* (0,08%), *Nectandra membranacea* (0,07%), *Miconia impatiolari* (0,07%), *Xylopia aromatica* (0,06%), *Tabebuia rosea*

(0,03%), *Terminalia amazonia* (0,016%) y *Curatella americana* (0,015), que en conjunto representan el 82% de la abundancia específica de las sabanas de Galeras (Gráfica 4, Anexo A).



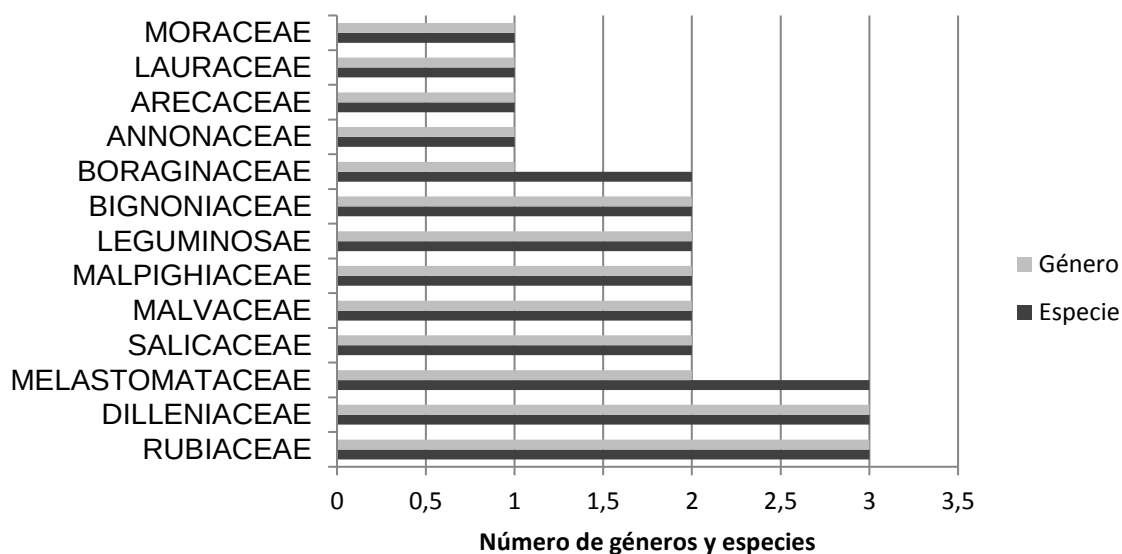
Gráfica 4. Especies abundantes en las sabanas de Galeras, Sucre (fuente: autores)

Según lo observado en las zonas de estudio, estas especies presentan una importante producción de frutos. Las especies *C. garapatica*, *A. butyracea*, *B. crassifolia* y *M. impetiolaris* producen frutos comestibles con muchas semillas, lo que facilita su dispersión. Según Pijl (1972), los síndromes de dispersión se han definido para grupos de especies vegetales como estrategias de dispersión de semillas similares, y estrategias más generales que implican agentes dispersantes completamente diferentes, lo que se evidencia con estas especies, al ser dispersadas por aves, mamíferos, viento, incluso el hombre (*C. garapatica* y *B. crassifolia* son consumidos por las personas de la zona).

En ecosistemas donde las condiciones ambientales se caracterizan por ser estacionales, como ocurre en las sabanas tropicales, se evidencia una ritmicidad funcional marcada en los diferentes componentes de la vegetación, a través de diferentes estrategias en cuanto a fenología, ganancia de carbono, asignación de asimilados y nutrientes, y sistemas reproductivos. La abundancia relativa de especies, sus fluctuaciones anuales en número, los patrones espaciales, las respuestas a la herbivoría y a otras formas de perturbación, son influenciadas por las diferencias en la habilidad de cada una de las especies para reproducirse bajo las condiciones ambientales prevalecientes (Kitajima, 2007).

1.9 Composición Florística por Zonas de Estudio

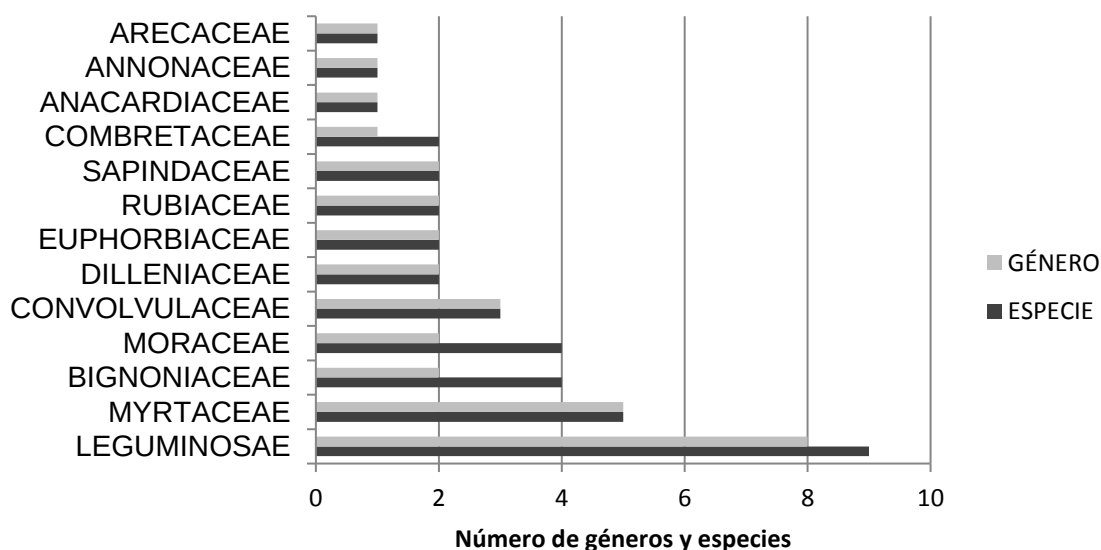
De los 808 individuos vegetales recolectados durante la etapa de muestreo, 527 corresponden a la zona de sabana arbolada, pertenecientes a 32 especies distribuidas en 30 géneros y 20 familias.



Gráfica 5. Familias con mayor número de géneros y especies en sabana arbolada (fuente: autores)

Para la zona de sabana arbolada, las familias más representativas fueron Rubiaceae, Dilleniaceae y Melastomataceae con 3 especies cada una, seguidas de Salicaceae, Malvaceae, Malpighiaceae, Leguminosae, Bignoniaceae y Boraginaceae con 2 especies, mientras que el 55% de las familias presentaron una especie (Tabla 2). De igual manera, las familias más importantes a nivel de género fueron Rubiaceae (*Alibertia*, *Cordia*, *Gardenia*) y Dilleniaceae (*Curatella*, *Davilla*, *Doliocarpus*), mientras que las familias restantes presentaron entre 1 y 2 géneros (Grafica 5).

En zona de sabana potrerizada se muestrearon un total de 281 ejemplares correspondientes a 51 especies, 43 géneros y 26 familias. Las familias mejor representadas fueron Leguminosae con 9 especies, seguida de Myrtaceae con 5, Bignoniaceae con 4, Convolvulaceae y Moraceae con 3, Euphorbiaceae, Dilleniaceae, Combretaceae y Rubiaceae con 2 especies (Gráfica 6), mientras que el 61,5% del total de las familias encontradas para esta zona, presentaron una especie (Tabla 2).



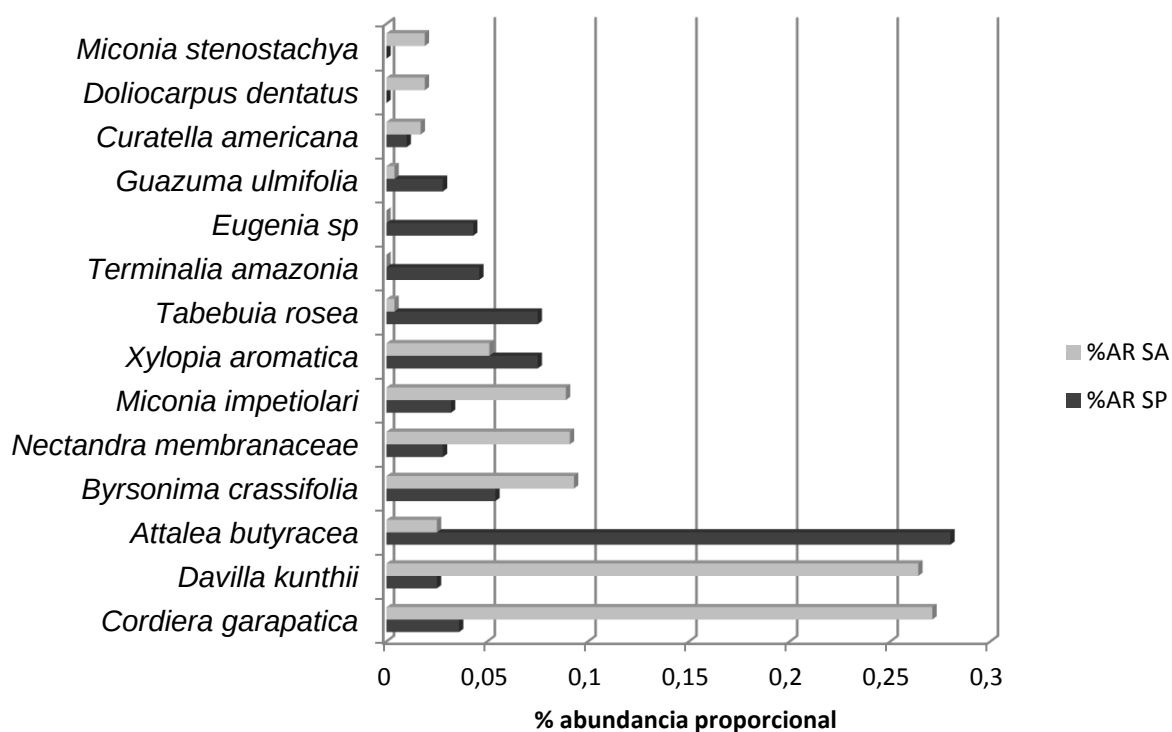
Gráfica 6. Familias con mayor número de géneros y especies en sabana potrerizada (Fuente: autores)

De manera similar, la familia con mayor número de géneros en la sabana potrerizada fue Leguminosae con 8 (*Acacia*, *Calopogonium*, *Canavalia*, *Chloroleucon*, *Copaifera*, *Inga*, *Machaerium*, *Platymiscium*) seguida de Myrtaceae con 5 (*Myrcia*, *Eugenia*, *Myrtus*, *Psidium*, Morfoespecie desconocida), Convolvulaceae con 3 (*Aniseia*, *Maripa*, *Ipomoea*), y las demás familias con 1 y 2 géneros (Grafica 6, Tabla 2).

Al comparar la composición florística en sabana arbolada y potrerizada, se hace evidente las diferencias respecto a la presencia de las familias. En sabana arbolada, Rubiaceae, Dilleniaceae y Melastomataceae son las 3 familias mejor representadas, mientras que Leguminosae, Myrtaceae y Bignoniaceae son las más representativas en sabana potrerizada. Esto puede estar relacionado con el cambio de uso del suelo, y por consiguiente, cambios en la dinámica florística que ocurren en la sabana potrerizada por introducción de especies útiles, relacionadas con la ganadería y la agricultura.

Las especies con mayor abundancia relativa para la sabana arbolada fueron *Cordia garapatica* (0,271%), *Davilla kunthii* (0,264%), *Byrsonima crassifolia* (0,093%), *Nectandra membranacea* (0,091%), *Miconia impetiolari* (0,090%), *Xylopia aromatica* (0,046%), *Attalea butyracea* (0,025), *Doliocarpus dentatus* (0,019%), *Miconia stenostachya* (0,019%), y *Curatella americana* (0,017%), las cuales conforman el 94% del total de la abundancia encontrada para esta zona (Grafica 7, Anexo A, Anexo F).

Las especies más representativas para la zona de sabana potrerizada fueron *Attalea butyracea* (0,274%), *Tabebuia rosea* (0,075%), *Xylopia aromatica* (0,075%), *Byrsonima crassifolia* (0,053%), *Terminalia amazonia* (0,046%), *Eugenia sp.* (0,043%), *Cordia garapatica* (0,036%), *Miconia impetiolari* (0,032%) y *Guazuma ulmifolia* (0,028%) (Grafica 7, Anexo A, Anexo F). Estas especies representan el 66% del total de la abundancia encontrada en potrero.



Gráfica 7. Especies con mayor abundancia relativa en las dos zonas de sabana (Fuente: autores)

Respecto a la abundancia relativa, *C. garapatica* fue la especie más cuantiosa en sabana arbolada, seguida de *D. Kunthii* y *B. crassifolia*, especies que son consideradas típicas de sabanas tropicales, y la presencia de muchos individuos en la zona puede estar relacionada con su alta producción de frutos con numerosas semillas. En las sabanas naturales, existe un largo intervalo entre las especies en cuanto a la duración y sincronización de las fenofases vegetativas y reproductivas, lo cual indica que la estacionalidad climática no limita estrictamente la fenología, pudiendo estar los períodos de floración y fructificación distribuidos durante todo el año. Sin embargo, el patrón general indica que las fenofases reproductivas comienzan durante la estación seca concurrentemente con el rebrote para la producción de nuevos tallos e individuos (Sarmiento y Monasterio 1983).

Existen diferencias y similitudes importantes entre la composición taxonómica de las dos sabanas, teniendo en cuenta que ambas zonas comparten 19 familias (70,4% del total de familias registradas). Sin embargo, la familia Hypericaceae es única para la sabana arbolada, representada por una sola especie (*Vismia ferruginea*), mientras que las familias Myrtaceae, Convolvulaceae, Anacardiaceae, Bixaceae, Cannabaceae, Chrysobalanaceae, y Phyllantaceae son exclusivas para la sabana potrerizada, la primera con 5 especies (*Eugenia sp.*, *Myrcia splendens*, *Myrtus biflora*, *Psidium aff. Guineense*, Morfoespecie 2), y la segunda con 3 especies (*Aniseia martinicensis*, *Ipomoea aff. trifida*, *Maripa aff. nicaraguensis*). El resto de familias sin compartir están representadas por una sola especie (*Spondias mombin*, *Bixa orellana*, *Trema micrantha*, *Hirtella americana* y *Phyllantus elsiae*) (Tabla 2).

Con relación a la similitud a nivel de género, las dos zonas de sabana comparten el 28% de los géneros, mientras que a nivel de especie comparte el 24% (16 especies) del total de especies registradas. En orden de mayor a menor abundancia relativa, las especies compartidas son *Cordia garapatica* (Rubiaceae), *Davilla kunthii* (Dilleniaceae), *Attalea butyracea* (Arecaceae), *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae), *Miconia impetiolari* (Melastomataceae), *Nectandra membranacea* (Lauraceae), *Xylopia aromatica* (Annonaceae), *Tabebuia rosea* (Bignoniaceae), *Curatella americana* (Dilleniaceae), *Vernonia patens* (Asteraceae), y *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae). Con valores de abundancia relativa inferiores, se encuentran las especies *Casearia arguta* (Salicaceae), *Ficus americana* (Moraceae), *Gardenia edulis* (Rubiaceae), *Serjania americana* (Sapindaceae), y la especie *Acacia mangium* (Leguminosae).

Los estudios realizados en las sabanas del departamento de Sucre, muestran la clara dominancia del componente herbáceo en estos ecosistemas (Payares, 2015; Díaz *et al.*, 2000). Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo permiten establecer comparaciones entre el componente

leñoso, como el reportado por Díaz *et al.* (2000) y Payares (2015) para las sabanas sucreñas, en donde se mencionan como especies de mayor valor de importancia en el estrato arbóreo *Byrsonima crassifolia* y *Nectandra membranacea*, en el arbustivo *Cordia garapatica*, y entre las lianas la especie *Davilla kunthii*, lo que es consistente con lo encontrado en este trabajo. Adicionalmente, se comparten las especies *Curatella americana*, *Xylopia aromatica*, *Attalea butyracea*, *Tabebuia rosea*, *Miconia impetiolari*, entre otras.

La existencia de las especies leñosas anteriores se pueden encontrar en otras sabanas tropicales de la región Caribe, como en las del departamento del Cesar, donde existen extensiones de sabanas arboladas muy similares a las de Galeras, principalmente en términos de composición florística y de intervención antrópica. Se registran además, las especies *Vitex cymosa*, *Platymiscium pinnatum*, *Guazuma ulmifolia*, *Spondias mombin*, *Attalea butyracea*, *Machaerium arboreum*, *Crescentia cujete*, y los géneros *Terminalia*, *Ficus*, *Inga*, *Cordia* y *Tabebuia* (Hernández y Sánchez, 1992; Segura, 2012), la mayoría de ellas encontradas en zona de sabana potrerizada en Galeras. Es posible que factores edáficos y climáticos similares, además de actividades antrópicas, se estén presentando en las sabanas del Cesar y en las de Galeras, pero se requiere realizar estudios tanto de suelos como climáticos para poder establecer similitudes entre éstas sabanas.

Algunos trabajos relacionados con los Llanos Orientales colombianos, permiten demostrar la presencia de elementos arbóreos y arbustivos comunes entre las sabanas galeranas y las sabanas de la Región de la Orinoquía. Tales especies son *Byrsonima crassifolia*, *Curatella americana*, *Xylopia aromatica*, *Casearia arguta*, *Miconia stenostachya*, *Psidium guineense*, enredaderas de los géneros *Davilla* y *Doliocarpus*, y especies de los géneros *Ipomoea*, *Myrcia* e *Hirtella* (Hernández y Sánchez, 1994; Rippstein *et al.*, 2001; Cortez, 2005; Tadri, 2011). De igual forma, la presencia de las especies *C. americana* y *B. crassifolia* en las sabanas venezolanas, confirma la

importancia que representan estos árboles achaparrados para las sabanas tropicales (Zambrano, 1985; Smith, 2005; Dezzeo *et al.*, 2008; Smith, Silva y Fariñas, 2008; Montilla, 2010; Montes, 2013; Palma, 2013), y en las sabanas brasileñas, son las especies más comunes del Cerrado, en codominancia con especies como *Xylopia aromatica*, *Bowdichia virgilioides*, *Byrsonima verbascifolia* y *Palicourea rigida* (Eiten, 1972; Carvalho *et al.*, 2008; Nettesheim *et al.*, 2010)

Entre las especies compartidas con las sabanas de Centroamérica, a pesar de la dominancia de herbáceas, persisten *Byrsonima crassifolia*, *Crescentia cujete*, *Curatella americana*, *Davilla kunthii*, *Pera arborea*, *Clidemia capitellata*, *Myrcia splendens*, *Psidium guineense*, *Alibertia edulis*, *Vismia ferruginea*, entre otras; y algunos géneros como *Xylopia*, *Hirtella*, *Ficus* y *Eugenia* (Elizondo y Jiménez, 1988; Farruggia, Stevens y Vincent, 2008; Artavia, 2011; Vargas, 2011; Varguez, Ortiz, Tun-Garrido y García, 2012; Ortiz, Tun-Garrido, Arnelas y García, 2014). Lo anterior evidencia la capacidad de estas especies para adaptarse a un ecosistema con limitaciones hídricas en los suelos (inundación y sequía por varios meses) y baja fertilidad.

La especie más abundante en la sabana potrerizada es *Attalea butyracea* (Arecaceae). Hernández y Sánchez (1994) indican que esta especie es un elemento característico de los bosques higrotropofíticos y subhigrofiticos de la costa Caribe, capaces de invadir las sabanas naturales y de formar palmares muy densos en lugares donde ocurren quemadas reiteradas de los bosques y sabanas. Por lo tanto, esto podría ser un indicador de que la sabana potrerizada se mantiene bajo la influencia de la acción del fuego. Pero además, en estas sabanas es posible que esté sucediendo la alteración del ciclo reproductivo de la palma de vino, ocasionado por la ganadería y la quema, en donde el ganado come los frutos de la palma, y las semillas son sometidas por el rumen a una escarificación química y microbiana. Luego, es depositada en los potreros en sus heces fecales

donde con las primeras lluvias nace y empieza a colonizarlos. Lo mismo puede estar ocurriendo por la acción del fuego.

Algunas de las especies encontradas en esta zona como *Spondias mombin*, *Sapium glandulosum*, *Tabebuia rosea*, *Tabebuia chrysantha*, *Tripilaris americana*, *Cordia alliodora*, *Xylopia aromatica* y *Guazuma ulmifolia*, han sido encontradas agrupadas en pequeños parches, en su mayoría de crecimiento secundario (Tovar *et al.*, 2000), y junto con las especies *Platymiscium pinnatum*, *Vitex cymosa*, *Machaerium arboreum*, entre otras, representan parte del componente leñoso de las zonas boscosas encontradas en el Departamento de Sucre y Cesar (Díaz *et al.*, 2000; Segura, 2012; Angarita, Sanmartín y Mercado, 2014). Además, *Xylopia aromatica* es considerada en los Llanos como una especie arbórea propia de la transición sabana-bosque (Torrijos, Rangel y Rippstein, 2001). Sin embargo, en las sabanas naturales de Galeras se le puede observar muy bien distribuida por toda la zona. Pese a la relativa cercanía que tienen las zonas de vegetación de galería a orillas del arroyo grande de Corozal con la sabana potrerizada, se podría atribuir la presencia de algunas especies a posibles alteraciones en la vegetación, como producto de la migración de especies de la orilla del arroyo hasta las dos zonas de sabana.

La presencia de la especie *Crescentia cujete* (Bignoniaceae) en las sabanas, ha sido considerada como indicador de alteraciones ocasionadas por acciones antrópicas, cuya distribución se debe al ganado y otros animales de cría, que ingieren sus semillas y las dispersan a través de las excretas (Hernández y Sánchez, 1994; Solórzano *et al.*, 2006). Al parecer, esta especie está ligada a las actividades ganaderas de la región Caribe, mediante la utilización de su pulpa y hojas en forma de ensilaje alternativo para la alimentación del ganado durante el verano (Botero y De la Ossa, 2011). Sin embargo, debido a su importante distribución en las sabanas de Sur y Centroamérica, algunos autores afirman que *C. cujete* es una de las especies indicadoras de estos ecosistemas, junto con

Byrsonima crassifolia y *Curatella americana* (Lenthal, Bridgewater y Furley, 1999, como se citó en Ortiz *et al.*, 2014). A pesar de esto, los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que la presencia de la especie *C. kujete* en las sabanas de Galeras puede estar relacionada con perturbaciones antrópicas como la ganadería, ya que solo fue encontrada en zona de sabana potrerizada.

La presencia de especies leñosas en zonas de potrero está ampliamente documentada en trabajos realizados en Sur y Centroamérica, generalmente orientados al estudio de sistemas silvopastoriles. Es así como se puede señalar la presencia de las especies *Guazuma ulmifolia*, *Crescentia kujete*, *Tabebuia rosea*, *T. Chrysantha*, *T. Ochracea*, *Cordia alliodora*, *Spondias mombin*, *Attalea butyracea*, *Gmelina arborea*, *Acacia mangium*, *Sapium glandulosum*, *Machaerium capote*, *M. arboreum*, y *Psidium guineense* (Esquivel *et al.*, 2003; Murgueitio y Abrahin, 2004; Restrepo, Ibrahim, Harvey Harmand y Morales, 2004; Solórzano *et al.*, 2006; Villanueva *et al.*, 2006; Segura, 2012; Miranda *et al.*, 2013; Morales, Rusch, Casanoves, Soderstrom y Rocha, 2013; Orozco y López, 2013; Serrano, Andrade y Mora, 2014). Esto sugiere que la presencia de estas especies en las sabanas potrerizadas de Galeras, puede estar asociada a la ganadería y/o producción de madera.

En el caso de *Guazuma ulmifolia*, *Spondias mombin* y *Crescentia kujete*, son utilizadas como especies arbóreas forrajeras y productoras de frutos para el ganado durante la época seca, reconocidas como las especies más representativas de los sistemas ganaderos de la Región Caribe (Murgueitio, 2008, como se citó en Botero y De la Ossa, 2011). Por otra parte, las especies *Cordia alliodora*, *Platymiscium pinnatum*, *Tabebuia rosea*, *T. chrysantha*, *T. ochracea*, *Machaerium capote*, son apetecidas para la extracción de madera y otros usos complementarios, al igual que las

especies forestales introducidas *Gmelina arborea*, y *Acacia mangium*, que se han establecido en cultivos forestales en suelos de sabanas en Galeras y San Benito Abad.

Las especies *Spondias mombin*, *Sapium glandulosum* y *Tabebuia rosea*, se pueden encontrar conformando cercas vivas en los potreros de muchas fincas ganaderas de las sabanas del Departamento de Sucre, asociadas principalmente a las especies *Gliricidia sepium* (Matarratón), *Hymenaea courbaril* (Algarrobo), y *Enterolobium cyclocarpum* (Orejero) (Tovar *et al.*, 2000). Esta práctica implica la introducción de especies leñosas a los potreros, lo que podría estar contribuyendo al aumento de la diversidad florística en esta zona.

A pesar de la importante riqueza de especies encontrada en las dos zonas de estudio, se hace evidente la fuerte alteración en la vegetación, al comparar los valores de abundancia de individuos encontrados en potrero y sabana arbolada (Anexo C). Esto puede ser explicado a partir del efecto del fuego recurrente, la deforestación y el pastoreo permanente al cual está sometida la sabana de Galeras, en especial la zona de sabana potrerizada, que si bien presenta mayor riqueza específica (52 especies), se debe en parte al proceso de potrerización de la sabana que altera la composición y estructura original de las sabanas y bosques, mediante la fragmentación de la vegetación e introducción de nuevas especies.

En general, las sabanas naturales de Galeras presentan muchos elementos leñosos y herbáceos en común con las sabanas tropicales americanas, adaptados a una serie de factores ambientales únicos que ejercen presión sobre estos ecosistemas, mientras que en las sabanas antropizadas o antrópicas, aunque en ocasiones conserven especies vegetales originales de sabana natural, por lo general están representadas por especies introducidas o remanentes de formaciones vegetales de zonas cercanas, o del tipo de vegetación original que haya sido alterada para el establecimiento de potreros, en este caso, flora de sabana natural.

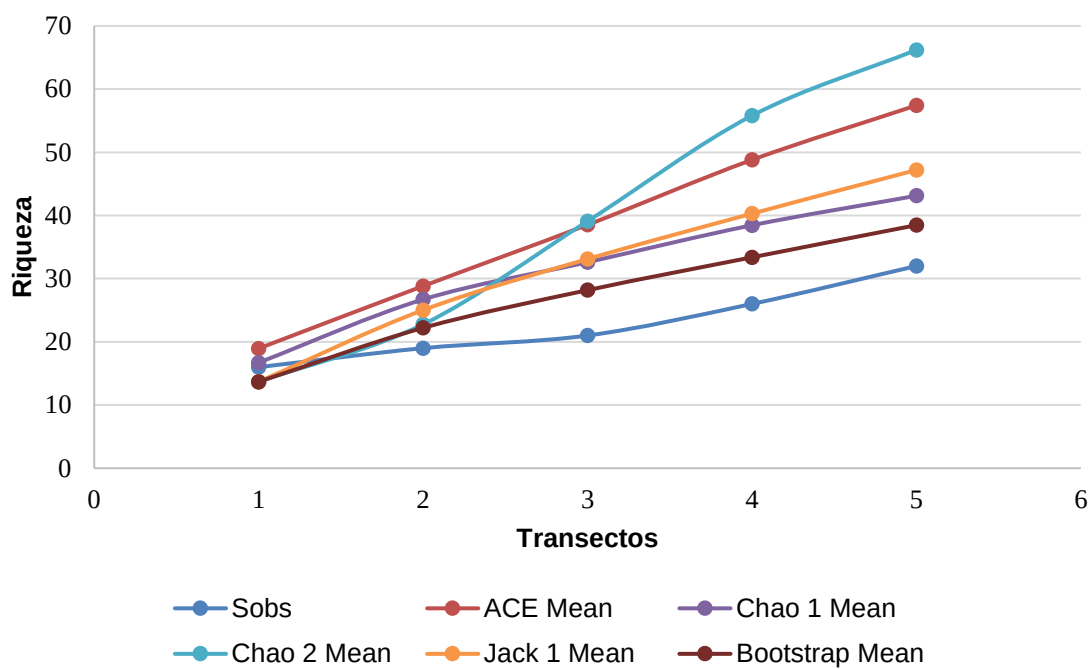
1.10 Diversidad Florística

1.10.1 Efectividad del esfuerzo de muestreo en zona de sabana arbolada y sabana potrerizada en el Municipio de Galeras, Sucre.

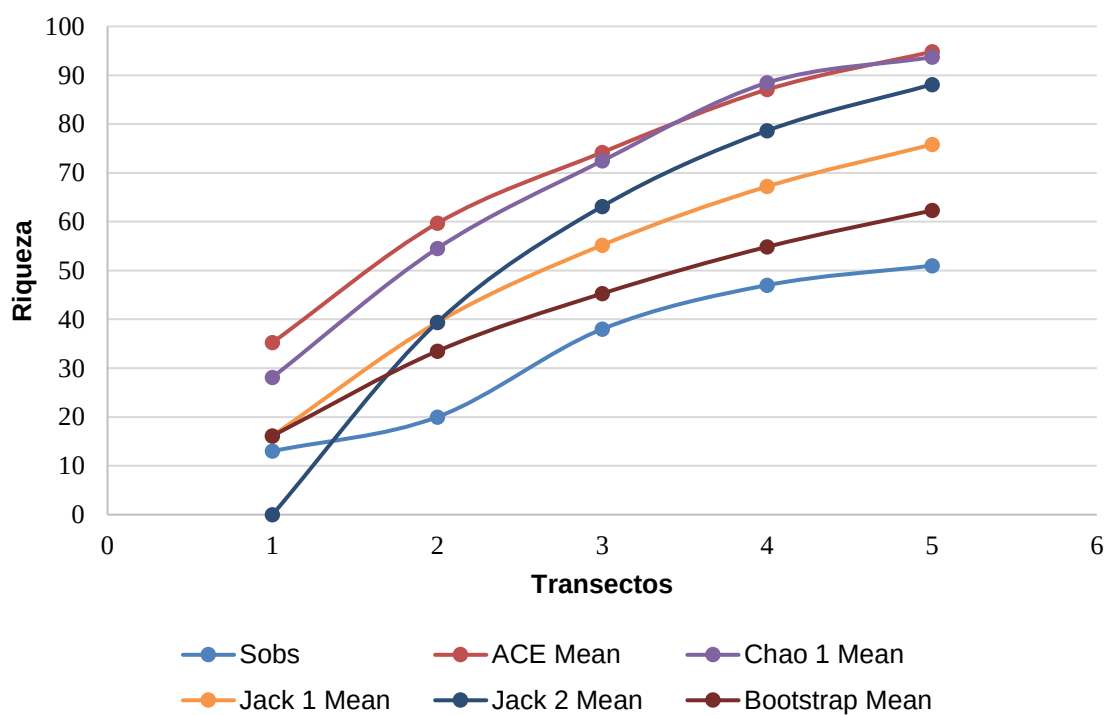
Para medir la eficiencia del esfuerzo de muestreo y determinar si el inventario florístico elaborado es confiable, se realizó una curva de acumulación de especies para cada área estudiada. Para este propósito, se utilizaron los estimadores ICE, ACE, Chao 1 y 2, Jackknife 1 y 2 y Bootstrap, los cuales permitieron determinar que el esfuerzo de muestreo en zona de sabana arbolada estuvo entre 48% y 83%. De manera similar, para la zona de sabana potrerizada se obtuvo una efectividad entre 52% y 82% (Anexo B).

El estimador de riqueza que mejor se ajustó a la riqueza observada en campo fue Bootstrap, con efectividades del 83% y 82% para sabana arbolada y sabana potrerizada, respectivamente (Anexo B, Gráfica 8, Gráfica 9). Sin embargo, es evidente que hay una diferencia importante entre la riqueza observada y la riqueza estimada en ambas zonas, como lo indican otros estimadores menos sesgados que el anterior, con eficiencias menores al 75% (Anexo B).

Es posible que estos estimadores de riqueza estén siendo influenciados por factores antropogénicos, así como lo indican autores como López y William (2006), quienes sugieren que los estimadores de riqueza pueden indicar esfuerzos de muestreo diferentes en ecosistemas influenciados por actividades humanas que en ecosistemas mejor conservados, ya que las acciones antropogénicas afectan la distribución y riqueza de las especies. Esto podría explicar que los esfuerzos de muestreo en las zonas de sabana estudiadas sean bajos, según lo indicado por los estimadores más rigurosos, lo que podría estar siendo afectado por la introducción de especies foráneas, y por especies poco abundantes en la zona, posiblemente a causa de la deforestación y fuegos reiterados.



Gráfica 8. Curva de acumulación de especies para sabana arbolada (Fuente: autores)



Gráfica 9. Curva de acumulación de especies para sabana potrerizada (Fuente: autores)

1.10.2 Análisis de diversidad a nivel de zonas de estudio.

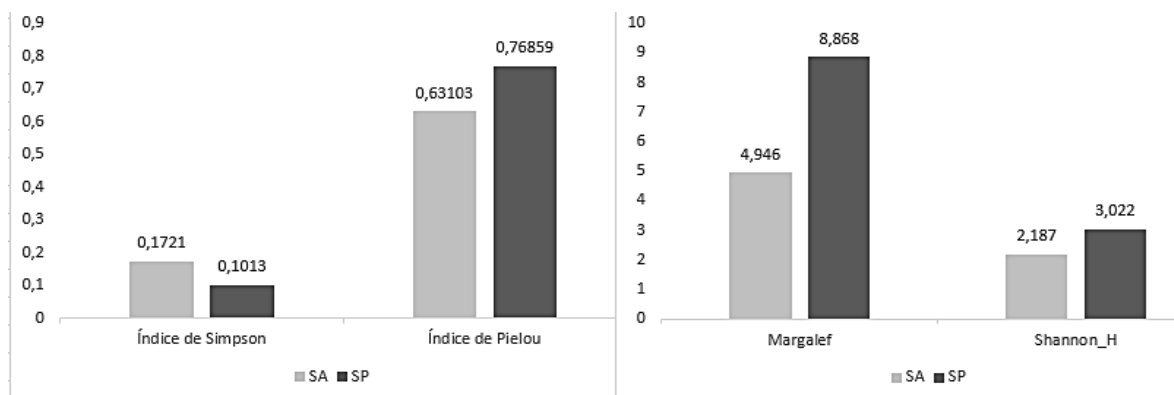
De acuerdo con los índices de diversidad empleados, se ha determinado que ambas zonas presentan baja dominancia como lo indica el índice de Simpson, lo que concuerda con el índice de Pielou que muestra una alta equitatividad en la distribución de las especies encontradas en ambas zonas (Tabla 3, Gráfica 10).

Tabla 3.

Valores de índices de diversidad para la sabana arbolada y sabana potrerizada en el municipio de Galeras, Sucre

Zonas	Simpson	Pielou	Margalef	Shannon	VarH	S
SA	0,1721	0.63103	4,946	2,187	0,000551	32
SP	0,1013	0.76859	8,868	3,022	0,001231	51

Fuente: Autores SA=sabana arbolada; SP=sabana potrerizada



Gráfica 10. Diversidad florística de dos zonas de sabana en Galeras, Sucre (Fuente: autores)

De acuerdo con el índice de Margalef, es evidente que existe una mayor diversidad específica en sabana potrerizada, con un valor de 8.86, muy cercano al doble de lo encontrado para la sabana arbolada con 4.94. Por lo tanto, si se tiene en cuenta que un sistema es más diverso cuando presenta baja dominancia y alta equitatividad, además de una alta riqueza específica, entonces las zonas de

sabana del municipio de Galeras presentan una diversidad florística importante, así como lo ratifica el índice de Shannon-Wiener, con valores de 3.022 y 2.187, para sabana potrerizada y sabana arbolada, respectivamente (Tabla 3, Gráfico 10). Sin embargo, existe mayor diversidad biológica en sabana potrerizada, a pesar de estar aparentemente más antropizada, como consecuencia de la ganadería y la agricultura.

La diversidad de estas zonas puede estar influenciada por el grado de presión de las intervenciones antrópicas y a condiciones microclimáticas diferentes en cada sabana. Es el caso de la sabana potrerizada, que se encuentra relativamente cerca del cauce del arroyo que atraviesa la zona, en el que se establece vegetación de galería que se han ido perdiendo por la ampliación de las áreas destinadas a la agricultura y la ganadería, pero que pueden estar dispersando especies hacia zonas de sabanas tanto naturales como potrerizadas. La presencia de este cuerpo de agua puede favorecer el incremento de la humedad del suelo, incluso durante la estación seca, que en conjunto con su vegetación remanente, influyen en la aparición de condiciones microclimáticas más favorables que podrían permitir el establecimiento de un número importante de especies. Además, es conocido que el establecimiento de cercas vivas contribuye a la aparición de condiciones microclimáticas favorables (Molano, Quiceno y Roa, 2003), lo que podría estar permitiendo que especies no relacionadas con las sabanas puedan establecerse exitosamente en esta zona.

La intervención antrópica ha favorecido el aumento de la diversidad florística en la zona de sabana potrerizada, a causa de la introducción de especies forestales, forrajeras y frutales para la alimentación del ganado y la extracción de madera, además del establecimiento de cercas vivas, cuyos componentes han pasado a hacer parte de la vegetación de potrero. Sin embargo, una de las acciones antrópicas más frecuente en esta zona es la deforestación. Mediante esta práctica, los

ganaderos han expandido las áreas de sabana, removiendo parte de la vegetación original, y dejando a su paso muchas especies remanentes de porte arbóreo y arbustivo, cuyo follaje les sirve de sombra y alimento a los animales de cría. Esta práctica en los potreros puede estar generando un efecto de borde que resulta en el aumento de la diversidad en las zonas de transición entre la sabana natural y la sabana antrópica.

De acuerdo con la hipótesis de las perturbaciones intermedias de Connell (1978), la diversidad florística de los ecosistemas puede alcanzar su máximo valor solo en presencia de perturbaciones intermedias, debido a que si las alteraciones son muy intensas, pueden llegar a destruir completamente la vegetación, haciendo que difícilmente se puedan mantener sus componentes y procesos biológicos, mientras que si son muy bajas, no se produce un desequilibrio importante que pueda afectar la diversidad florística de la zona. Por el contrario, en ecosistemas con perturbaciones intermedias puede ocurrir que al azar las poblaciones de especies más competitivas disminuyan, lo suficiente como para permitir que otras especies menos competitivas puedan aprovechar los recursos necesarios para desarrollarse en la zona, y de esta manera contribuir al aumento de la diversidad florística.

Para que la diversidad se mantenga en estas condiciones, el ecosistema debe estar sujeto a cambios graduales en su abundancia y composición, de modo que no aumente considerablemente la competencia entre las especies, es decir, que es necesario que el ecosistema se mantenga en un estado de desequilibrio que permita cambios graduales en la composición y abundancia de sus especies, evitando que haya eliminación de especies por competencia. Este desequilibrio puede estar siendo mantenido por la acción del fuego, la ganadería y la deforestación que normalmente ocurre en los potreros. Sin embargo, hay que tener en cuenta la introducción de especies que

acelera la transformación de estos ecosistemas, y que junto con la deforestación ocasiona el desplazamiento de la vegetación nativa.

El valor del índice de Jaccard calculado para las sabanas galeranas es fiel reflejo de la importante disimilitud existente en la flora de estas zonas estudiadas, alcanzando tan solo un índice de similitud del 0.24%, es decir, las zonas de estudio difieren en un 76% a nivel de composición florística, lo que indica un alto grado de recambio de especies, posiblemente ocasionado por la antropización.

A pesar de las actividades antrópicas, las sabanas arboladas de Galeras conservan una diversidad florística apreciable. Se puede afirmar que presentan una riqueza importante, representada por especies típicas que comparten con las demás sabanas del trópico americano y que las diferencian de otros sistemas similares, incluyendo sistemas de sabana que han sido utilizadas como potreros para actividades ganaderas.

CONCLUSIONES

- Pese a haber sido modificado, el método de Gentry (1982) se ajustó de manera ineficiente a las características de las sabanas del municipio de Galeras, así como lo indican la mayoría de los estimadores de riqueza, que sugieren esfuerzos de muestreo inferiores al 75%. Sin embargo, al realizar el muestreo libre solamente se añadieron 5 nuevas especies al inventario florístico, lo que indica que el muestreo fue representativo.
- Las sabanas naturales de Galeras pueden ser distinguidas de las sabanas antrópicas y/o antropizadas, a partir del estudio de su composición florística, debido a la presencia de especies típicas como *Cordia garapatica*, *Byrsonima crassifolia* y *Curatella americana*, junto a especies como *Davilla kunthii* y *Xylopia aromatica*, que comparten con otras sabanas primarias del trópico americano, mientras que las sabanas antropizadas del Municipio de Galeras pueden estar representadas en parte por especies forestales introducidas y/o de utilidad en la ganadería, de especies procedentes de zonas boscosas adyacentes, y del tipo de vegetación original que haya sido alterada para el establecimiento de potreros, en este caso, flora de sabana natural.
- A pesar de la antropización inherente a la ganadería y la agricultura, las sabanas arboladas del Municipio de Galeras presentan una diversidad florística importante. Al parecer, la antropización tiene un impacto empobrecedor sobre la abundancia de los individuos, pero influye en un alto índice de diversidad florística, debido en parte por la introducción de especies forestales, y por la conservación de especies vegetales nativas útiles para la ganadería, como es observado en la sabana potrerizada. El aumento en la diversidad dentro de esta zona puede estar apoyado por la ocurrencia de perturbaciones intermedias, y por la presencia de condiciones microclimáticas más favorables que en la sabana arbolada.

- Las actividades ganaderas ocasionan un alto grado de recambio de especies (76% de recambio) en las sabanas de Galeras, actividades que desplazan la vegetación nativa de estos ecosistemas, lo que podría ocasionar daños ecológicos irreversibles y posterior destrucción de las sabanas naturales del departamento de Sucre, por lo que es fundamental tomar medidas de conservación que permitan proteger este ecosistema amenazado de desaparición.

RECOMENDACIONES

- Evaluar diferentes métodos de muestreo para determinar cuál se ajusta mejor a las características de las sabanas. Por ejemplo, implementar el método de parcelas permanentes, por lo menos durante un tiempo de 2 años, que permita evaluar la diversidad en condiciones de cero antropización, además de realizar muestreos libres.
- Aplicar métodos que permitan cuantificar el grado de intervención antrópica en las sabanas del departamento de Sucre, ya que en la actualidad se desconoce el porcentaje de sabanas naturales sin intervenir.
- Realizar estudios de suelo y monitoreo de las condiciones climáticas en sabana natural arbolada y potrerizada, para obtener una caracterización más completa de estas áreas, y que ayuden a comprender su diversidad florística.
- Monitorear el impacto provocado por las especies introducidas en la zona, para determinar las repercusiones a futuro en las sabanas de Galeras.
- Realizar estudios florísticos que incluyan la diversidad y composición de los remanentes de la vegetación de galería del arroyo Grande de Corozal a la altura del Municipio de Galeras y a lo largo de todos sus tramos.

REFERENCIAS

- Acosta-Galvis, A R, M Álvarez-Rebolledo, M B Álvarez-Guerrero, J D Bogotá-Gregory, J C Farfán-Camargo, M Higuera-Díaz, D F Mejía-Giraldo, A M Umaña-Villaveces, H F Villarreal-Leal. (2009). Caracterización de la biodiversidad y de los sistemas de uso en aéreas de influencia de la corporación autónoma regional de Sucre. Informe interno. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Aguilera, M., (2005), La economía del Departamento de Sucre: Ganadería y sector público. Cartagena, Colombia, Banco de la República.
- Alcaraz, F. (2012). Bosques Monzónicos y Sabanas. Universidad de Murcia, España.
- Angarita, D., Sanmartín, D. y Mercado, J. (2014). Nuevos registros corológicos para sucre (Sanguaré – Colombia). *Revista colombiana de ciencia animal*, 6 (2), 327 – 334.
- Artavia, L. (2011). Las sabanas húmedas del sur de Costa Rica. Una caracterización fitogeográfica. *Revista geográfica de América central*, número especial, 1 – 15.
- Beard, J. (1953). The savanna vegetation of Northern tropical America. *Ecol. Monogr.* 23:149-215 En: De la Ossa, L., Trujillo, S., y De la Ossa, J. (2016). La sabana: formación de gran valor productivo. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 8 (1), 120-137.
- Botero, L., De la Ossa, J., Espitia, A. y De la Ossa, L. (2009). Importancia de los “Jagüeyes” en las sabanas del Caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Animales*, 1 (1). 71 – 84.

- Botero, L. M. y De la Ossa, J. (2011). Consumo suplementario de ensilaje salino de frutos maduros de Totumo (*Crescentia cujete*) en ganado vacuno de doble propósito. *Zootecnia Tropical*. 29(3), 293-300
- Cámara, R. (2000). Les savanes de la république dominicaine et leur exploitation par le système des "hatos". *Cahiers d'outre-Mer*, 53 (212), 343-366.
- Cámara, R y Díaz, F. (2005a). Las sabanas: clasificaciones y técnicas para su clasificación. En: R. Cámara. (Ed.) La sabana Tamaulipeca. Manejo ganadero de la sabana de Soto La Marina: una propuesta de desarrollo sostenible México, D.F. México: Editorial Plaza y Valdés, 21 – 58.
- Cámara, R., Martínez, J. y Díaz, F. (2005b). Desarrollo sostenible y medio ambiente en República Dominicana: Medios Naturales, Manejo Histórico, Conservación y Protección. España: Universidad de Sevilla.
- Campos, A. (1999). Efecto de la siembra de *Pinus caribaea* L. en fracciones de materia orgánico de un suelo de sabana. Uvcrito-Estado MonaIW'. Tesis. Universidad Central de Venezuela. 84 pp. En: López, D., Hernández, R., Brossard, M. (2005). Historia del uso reciente de tierras de las sabanas de América del sur. Estudios de casos de sabanas del Orinoco. *Interciencia*, 30 (10), 623 – 630.
- Cardoso, J. y Bates, J. (2002). Biogeografic patterns and conservation in the south American Cerrado: A tropical savanna Hotspot. *BioScience*, 52 (3), 225-233.

- Carvalho, F., Rodríguez, V., Kilca, R., Siqueira, A., Araujo, G. y Schiavini, I. (2008). Composição florística, riqueza e diversidade de um Cerrado Sensu Stricto no sudeste do Estado de Goiás. *Biosci. J., Uberlândia*, 24 (4), 64-72.
- Castro, S. (2012). Análisis florístico y fitogeográfico de ambientes asociados al complejo de ciénagas de Zapatosa (Cesar) en el Caribe colombiano (tesis de maestría), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Connell, J. (1978). Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science, New Series*, 199 (4335), 1302 – 1310.
- Correa-Gómez, D. y Stevenson, P. (2010). Estructura y diversidad de bosques de galería en una sabana estacional de los Llanos Orientales colombianos (Reserva Tomo Grande, Vichada). *Orinoquia* 14 sup (1):31-48.
- CORPES. (1992). El Caribe Colombiano. Realidad Ambiental y Desarrollo. Santafé de Bogotá. Según citado en: Díaz, E.; María, J. y Olivera, G. (2000). Reconocimiento De Las Sabanas Naturales Del Departamento De Sucre. Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia.
- Corporación Autónoma Regional del Caribe (CARSUCRE). (2012). Plan de Acción. Sincelejo, Colombia.
- Cortez, F., Dueñas, H. y Cardozo, H. (2005). Cambios en la vegetación de sabanas ocasionados por la plantación de *Pinus caribaea* en Vichada – Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 29 (110), 69 – 84.

- Cuatrecasas, J., (1958). *Aspectos de la vegetación natural de Colombia*, Editorial Voluntad.
- De la Ossa, L., Trujillo, S., y De la Ossa, J. (2016). La sabana: formación de gran valor productivo. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 8 (1), 120-137.
- Dezzeo, N., Flores, S., Zambrano, S., Rodgers, L. y Ochoa, E. (2008). Estructura y composición florística de bosques secos y Sabanas en los Llanos Orientales del Orinoco, Venezuela. *Interciencia*, 33 (10), 733-740.
- Díaz, E., María, J. y Olivera, G. (2000). Reconocimiento De Las Sabanas Naturales Del Departamento De Sucre (Tesis). Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia.
- Dukku, U. (2013). Identification of plants visited by the honeybee, *Apis mellifera* L. in the Sudan Savanna zone of northeastern Nigeria. *African Journal of Plant Science*, 7 (7), 273-284.
- Eiten, G. (1972). The Cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review*, 38 (2), 201-341.
- Elizondo, L. y Jiménez, Q. (1988). La sabana arbolada “El Escobio”, Liberia, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 36 (2a), 175-185.
- Esquivel, H., Abraham, M., Harvey, C., Villanueva, C., Tamara, B. y Sinclair, F. (2003). Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10 (39-40), 24 – 29.
- Etter, A. (1993). Diversidad ecosistémica en Colombia hoy, Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia: Fundación Alejandro Ángel Escobar.

- Farrugia, F., Stevens, M. y Vincent, M. (2008). A Floristic Description of a Neotropical Coastal Savanna in Belize. *Caribbean Journal of Science*. 44 (1), 53-69
- Forero, E. y Romero, C. (Eds.). (2005). Estudios en Leguminosas Colombianas I. Bogotá: Editorial Guadalupe.
- Forero, E. y Romero, C. (Eds.). (2009). Estudios en Leguminosas Colombianas II. Bogotá: Editorial Guadalupe.
- Frost, P., Medina, E., Menaut, J., Solbrig, O., Swift, M. y Walker, B. (1986). Responses of Savannas to stress and Disturbance. Harare, Zimbabwe: The International Union of Biological Sciences.
- Gentry, A. (1982). Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. En: Hecht, M., Wallace, B., Prance, G. (1982). *Evolutionary Biology*. Spring Street, New York. DOI: 10.1007/978-1-4615-6968-8.
- Gentry, A.H. (1996). A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru), with supplementary notes on herbaceous taxa. University of Chicago Press. 895 pp.
- Gómez, L. (1986). Vegetación de Costa Rica, apuntes para una biogeografía de Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a distancia. San José, Costa Rica. 327 p. En: Elizondo, L. y Jiménez, Q. (1988). La sabana arbolada “El Escobio”, Liberia, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 36 (2a), 175-185.

- Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger. 2009. Tropical Savannas Introduction. Tropical Biology and Conservation Management - Vol. X.
- Greig-Smith, P. (1983). Quantitative plant ecology. 3er Edition. University of California Press. Berkeley, CA. 347 p.
- Grollier, Cécile (ed.). 1994. Caracterisation des savanes d'une region des Llanos Orientaux de Colombie: Memoire de fin d'etudes, Cali, Colombie du 26 juin 1994 au 7 novembre 1994. Centre International d'Agriculture Tropicale (CIAT), Cali, CO. v.
- Hernández J. y Sánchez, H. (1992). Biomas terrestres de Colombia. En: G. Halffter (Ed.), *La Diversidad Biológica de Iberoamérica I* (pp. 136 – 152). México: Instituto de Ecología.
- Hernández, J. (1994). *Sabanas Naturales de Colombia*. Bogotá: Banco de Occidente.
- Hernández J. y Sánchez, H. (1994). Sabanas de Colombia. En: J. Hernández. (Ed.), *Sabanas Naturales de Colombia*. (pp. 58 – 161). Bogotá: Banco de Occidente.
- Hernández, I. y López, D. (2002). Pérdida de nutrimentos por la quema de la vegetación de una sabana de *Trachypogon*. *Revista de Biología Tropical*, 50 (3/4), 1013 – 1019.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). (1998). Elementos para el ordenamiento ambiental del territorio. Estado ambiental del país y de las cuencas. Primera versión Santafé de Bogotá. Según citado en: Díaz, E.; María, J. y Olivera, G. (2000). Reconocimiento De Las Sabanas Naturales Del Departamento De Sucre. Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia.

- Kitajima, K. 2007. Seed and seedling. In: Pugnaire FI y Valladares F (Eds.): Handbook of functional plant ecology. Marcel Dekker, INC., New York. Pp. 589-621
- Koeppen W. (1936). Das geographische system der klimate. Berlin. Verlag von Gebruder Borntraerger. W 35 Koester Ufer 17.
- Krarup, C. y Moreira, I. 1998. Hortalizas de estación fría. Biología y diversidad cultural. Brócoli Centro de Origen y Difusión. P. Universidad Católica de Chile, VRA, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile.
- Lenthal, J., Bridgewater, S. y Furley, P. (1999). A phytogeographic analysis of the woody elements of New World savannas. *Edinburgh Journal of Botany*. 56: pp. 293-305. En: Ortiz-Díaz, J., Tún-Garrido, J., Arnelas, I., García, G. (2014). Flora fanerogámica de dos enclaves de sabana de la península de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. N° 85, 665-676.
- López, A., Williams, G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Bol.Soc.Bot.Méx.* 78: 7-15.
- López, D., Hernández, R. y Brossard, M. (2005). Historia del uso reciente de tierras de las sabanas de América del sur. Estudios de casos de sabanas del Orinoco. *Interciencia*, 30 (10), 623 – 630.
- López-Olmedo, L.I., Pérez-García, E.A. y Meave, J.A. 2006. Estructura y composición florística de las sabanas de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec (Oaxaca), México. *Acta Botánica Mexicana* 77: 41-67.

- Margalef, R. (1977). Ecología. Ediciones Omega. Barcelona 951 pp.
- Miranda, J., Rush, G., Casals, P., Declerck, F., Ibrahim, M., Casanoves, F. y Jimenez, F. (2013). Efectos de las rasgos morfológicos y ecofisiológicos de árboles neotropicales en la transferencia de agua y nutrientes al suelo. *Agroforestería en las Américas*, N° 50, 69 – 75.
- Molano, J., Quiceno, M., Roa, C. (2003). El papel de las cercas vivas en un sistema agropecuario en el pie de monte llanero. En: Sánchez, M. y Rosales, M. (2003). *Agroforesteria para la producción animal en América Latina – II. Organización para las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.*
- Montes, R. (2013). Flora y vegetación características de la Altiplanicie de Mesa y Planicie eólica del Parque Nacional Aguaro-Guariquito, Estado Guárico, Venezuela. *Caldasia*, 35(2), 219 – 240.
- Montilla, A. (2010). Contribución al estudio de sabanas en Venezuela. *Geoenseñanza*, 15 (1), 35- 48.
- Morales, J., Rusch, G., Casanoves, F., Soderstrom, L. y Rocha, L. (2013). Composición florística de pastizales en Muy Muy y Rivas, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, N ° 50, 16 – 29.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

- Murgueitio, E. e Ibrahim M. (2004). Ganadería y medio ambiente en América latina. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Venezuela.
- Murgueitio, R. E. (2008). Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. Disponible Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. Según citado en: Botero, L., De la Ossa, J., Espitia, A., De la Ossa L. (2009). Importancia de los “Jagüeyes” en las sabanas del Caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Animales*, 1 (1): 71 – 84.
- Nettesheim, F., Carvalho, D., Fonseca, C., Nunes, R., Cavalcanti, D., Gabriel, M. y Menezes, L. (2010). Estrutura e florística do estrato arbóreo no Cerrado sensu stricto de Buritis, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 61(4): 731-747.
- Oliveira, P. y Marquis, R. (2002). The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press books are printed on permanent and durable acid- free paper. QH117 .C52 2002, 577.4'8'0981-dc21.
- Orozco, L. y López, A. (2013). Evolución, aplicación y futuro de la agroforestería en Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 49, 99 – 110.
- Ortiz-Díaz, J., Tún-Garrido, J., Arnelas, I. y García, G. (2014). Flora fanerogámica de dos enclaves de sabana de la península de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 665-676.

- Palma, F. (2013). Caracterización de la flora api-botánica de las formaciones vegetales del área operacional maderas del Orinoco, en las sabanas al sur de los estados Monagas y Anzoátegui. Universidad de Oriente, Venezuela.
- PAM., (2013). Plan Ambiental Municipal, Galeras, Colombia: Alcaldía Municipal de Galeras.
- Parsons, JJ. (1972). Difusión de los pastos africanos en los trópicos americanos. En: Las Regiones Tropicales Americanas: Visión Geográfica. (ED: Joaquín Molano y B Fondo), FEN Colombia. pp. 355-370. Bogotá, Colombia. En: Murgueitio, E., Ibrahim M. (2004). Ganadería y medio ambiente en América latina. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Venezuela.
- Payares, I. (2015). Diversidad, composición y estructura de la flora vascular de una Sabana natural del departamento de Sucre, Colombia. (Tesis de maestría). Fundación Universitaria Iberoamericana, Sincelejo, Colombia.
- Pijl, L Van Der (1972) Principles of seed dispersal in higher plants. Second edition. Springer-Verlag, New York, New York, USA.
- Plan de manejo Santuario de Flora y Fauna Los Flamencos. (2013). Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de Colombia. Parques nacionales naturales de Colombia. Recuperado de:
<http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wpcontent/uploads/2013/12/Flamencos.pdf>

Plan Integral Único (PLU). (2011). Plan integral único Para la Prevención del Desplazamiento y la Atención Integral a la Población Desplazada a causa de la Violencia del Municipio de GALERAS.

Ratnam, J., Bond, W., Fensham, R., Hoffmann, W., Archibald, S., Lehmann, C., Anderson, M., Higgins, S., y Sankaran, M. (2011). When is a “forest” a savanna, and why does it matter? *Global Ecology and Biogeography*, 1-8.

Restrepo C., Ibrahim, M., Harvey, C., Harmand, J. y Morales, J. (2004). Relaciones entre la cobertura arborea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, N° 41-42, 29 – 36.

Rippstein, G., Amézquita, Escobar, G. y Grollier, C. (Ed.). (2001). Condiciones Naturales de las Sabanas. En: *Agroecología y Biodiversidad de las Sabanas en los llanos orientales de Colombia*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT.

Rippstein, G. y Vera, R. (2001). Resumen histórico de la investigación desarrollada por el CIAT en la Sabana nativa. En: G. Rippstein. (Ed.), *Agroecología y Biodiversidad de las Sabanas en los llanos orientales de Colombia* (pp. 240- 246). Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT.

Rojas, V., Estévez V. y Roncancio, N. (2008). Estructura y composición florística de remanentes de bosque húmedo tropical en el oriente de Caldas, Colombia. *Boletín científico museo de historia natural*. Vol. 12. 24 - 37 p.

- Rorhidi, A. y Herrera, R. (1977). Génesis, características, y clasificación de los ecosistemas de sabana de Cuba. *Ciencias Biológicas* 1:115-130. En: De la Ossa, L., Trujillo, S., y De la Ossa, J. (2016). La sabana: formación de gran valor productivo. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 8 (1), 120-137
- Rzedowski, G. C. y Rzedowski, J. (2005). Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.
- Sarmiento, G. y Monasterio, M. (1971). Ecología de las sabanas de América tropical. Análisis macroecológico de los llanos de calabozo, Venezuela, Cuadernos geográficos.
- 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., Medina, E. (Eds). *Tropical Ecological Systems*. (pp. 223-250). New York: Springer Verlag.
- Sarmiento, G. y Monasterio, M. (1983). Life forms and phenology. En: Bourliere, F. (Ed). *Ecosystems of the World XIII. Tropical Savannas*, Elsevier, Amsterdam, 79-108.
- Sarmiento, G., Goldstein, G., y Meinzer, F. (1985). Adaptative strategies of woody species in neotropical savannas. *Biol. Rev*, 60, 315-355.
- Sarmiento, G. (1990). Ecología comparada de ecosistemas de sabanas en 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., (1994). Sabanas naturales: génesis y ecología. En G. Sarmiento. (Ed.), Sabanas naturales de Colombia (pp. 17-55). Cali, Colombia: Banco de Occidente.
- Sarmiento, G. (1996). Ecología de pastizales y sabanas en América Latina. En: Sarmiento, G., Cabido, M. (Eds). Biodiversidad y Funcionamiento de Pastizales y Sabanas en América Latina. CYTED-CIELAT, Mérida, pp. 15-24.
- Segura, H. (2012). Caracterización de la vegetación arbórea en el área del proyecto exploratorio de hidrocarburos en el sector de La Loma, departamento de Cesar (monografía para especialización). Universidad industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Serna, R., Rippstein, G., Grollier, C., y Mesa, E. (2001). Biodiversidad de la vegetación de sabana en la altillanura plana y la serranía de los llanos orientales. En R. Serna. (Ed.), Agroecología y Biodiversidad de las sabanas en los llanos orientales de Colombia (pp. 46-63). Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT
- Serrano, J., Andrade, H. y Mora, J. (2014). Caracterización de la Cobertura Arbórea en Una Pastura del Trópico Seco en Tolima, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 99-110.
- Silva, J. y Bates, J. (2002). Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. *BioScience*, 52 (3), 225 – 233•
- Silva, J. (2003). Sabanas. En: Aguilera, M., Azócar, A. y González – Jiménez, E. (Eds.). Biodiversidad de Venezuela. CONICIT & Fundación Polar, Caracas, 678-695

- Solórzano, N., Escalona, M., Zambrano, C., Aranda, N., Molina, J. y Blanco, L. (2006).
Inventario De Árboles En Potreros En Fincas Del Municipio Guanarito, Estado Portuguesa.
Rev. Unell. Cienc. Tec. 24, 8-16.
- Smith, S., Silva, J. y Fariñas, M. (2005). Geomorphology, Soil Texture And Tree Density In A
Seasonal Savanna In Eastern Venezuela. *Ecotropicos*, 18(1), 21-29.
- Smith, S., Silva, J. y Fariñas, M. (2008). Diversidad, estabilidad y dinámica del paisaje en
comunidades de sabana. *Ecotrópicos*, 21(2), 89-96
- Tadri, G. (2011). Vegetación vascular de la reserva natural Bojonawi (Vichada, Colombia):
aportes para la elaboración de su flórmula. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá,
Colombia.
- Tamayo, F. (1972). Los Llanos de Venezuela I. Caracas, Monte Ávila editores. En: Montilla,
A. (2010). Contribución al estudio de sabanas en Venezuela. *Geoenseñanza*, 15 (1), 35- 48
- Torrijo, P., Rangel, J. y Rippstein, G. (2001).Quema y sucesión secundaria de la vegetación en
el Centro de Investigación Agropecuaria Carimagua. En: Agroecología y Biodiversidad de
las Sabanas en los llanos orientales de Colombia. Cali, Colombia: Centro Internacional de
Agricultura Tropical CIAT.
- Tovar, H.; Martínez, J. L. y Martínez, J. A. (2000). Sabanas antrópicas de Sucre. Universidad
de Sucre, Sincelejo, Colombia.

- Vargas, G. (2011). Estudio cartográfico de los cambios de la vegetación de sabana en el Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 1985 – 2009. *Revista Geográfica de América Central*, N° 47, 71 – 95.
- Varguez, C., Ortiz, J., Tun-Garrido, J. y García, G. (2012). Flora Vascular De Las Sabanas De Ximabén, Hopelchén, Campeche, México. *Polibotánica*, N° 34, 1-19.
- Villanueva, C., Tobar, D., Ibrahim, M., Casasola, F., Barrantes, J. y Arguedas, R. (2006). Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* N° 45, 12 – 20.
- Villarreal, H.; Álvarez, M.; Córdoba, S.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; Ospina, M. y Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Williams, D. y Cook, G. (s.f.). Savanna Landscapes. 5 – 14
- Woinarski, J. Mackey, B. Nix, H. y Traill, B. (2007). The Nature of Northern Australia: Natural values, ecological processes and future prospects. The Australian National University. ANU E Press. 136 pp.
- Zambrano, O. (1985). Interpretación florística de una sabana arbolada del estado Zulia. Luz Repositorio Académico, Universidad del Zulia. 833-842

ANEXOS

Anexo A.

Abundancia absoluta y relativa de plantas vasculares presentes en dos zonas de sabana en el municipio de Galeras

No	NOMBRE CIENTÍFICO	A.A. sabana arbolada	A.R. sabana arbolad.	A.A. sabana potrerizada	A.R. sabana potrerizada	A.A. total	A.R. total
1	<i>Cordia garapatica</i>	143	0,271	10	0,036	153	0,190
2	<i>Davilla kunthii</i>	139	0,264	7	0,025	146	0,181
3	<i>Attalea butyracea</i>	13	0,025	77	0,274	90	0,111
4	<i>Byrsonima crassifolia</i>	49	0,093	15	0,053	64	0,080
5	<i>Nectandra membranacea</i>	48	0,091	8	0,028	56	0,070
6	<i>Miconia impetiolari</i>	47	0,090	9	0,032	56	0,070
7	<i>Xylopia aromatica</i>	24	0,046	21	0,075	45	0,060
8	<i>Tabebuia rosea</i>	2	0,004	21	0,075	23	0,030
9	<i>Terminalia amazonia</i>	0	-	13	0,046	13	0,016
10	<i>Curatella americana</i>	9	0,017	3	0,011	12	0,015
11	<i>Eugenia sp</i>	0	-	12	0,043	12	0,015
12	<i>Vernonia patens</i>	5	0,009	6	0,021	11	0,014
13	<i>Dolichocarpus dentatus</i>	10	0,019	0	-	10	0,012
14	<i>Miconia stenostachya</i>	10	0,019	0	-	10	0,012
15	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0,004	8	0,028	10	0,012
16	<i>Myrcia splendens</i>	0	-	8	0,028	8	0,010
17	<i>Spondias mombin</i>	0	-	7	0,025	7	0,009
18	<i>Crescentia cujete</i>	0	-	7	0,025	7	0,009
19	<i>Casearia arguta</i>	2	0,004	3	0,011	5	0,006
20	<i>Ficus americana</i>	2	0,004	2	0,007	4	0,005
21	<i>Alibertia edulis</i>	4	0,008	0	-	4	0,005
22	<i>Sapium glandulosum</i>	0	-	3	0,011	3	0,004
23	<i>Copaifera officinalis</i>	0	-	3	0,011	3	0,004
24	<i>Gmelina arborea</i>	0	-	3	0,011	3	0,004
25	<i>Gardenia edulis</i>	1	0,002	2	0,007	3	0,004
26	<i>Serjania mexicana</i>	2	0,004	1	0,004	3	0,004
27	<i>Bixa orellana</i>	0	-	2	0,007	2	0,002
28	<i>Hieratella americana</i>	0	-	2	0,007	2	0,002
29	<i>Acacia mangium</i>	1	0,002	1	0,004	2	0,002
30	<i>Chloroleucom mangense</i>	0	-	2	0,007	2	0,002
31	<i>Triplaris americana</i>	0	-	2	0,007	2	0,002
32	<i>Xylosma obovata</i>	2	0,004	0	-	2	0,002
33	<i>Combretum lanceolatum</i>	1	0,002	0	-	1	0,001
34	<i>Bignonia aequinotialis</i>	1	0,002	0	-	1	0,001
35	<i>Tabebuia ochracea</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
36	<i>Tabebuia chrysantha</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
37	<i>Cordia curassavica</i>	1	0,002	0	-	1	0,001
38	<i>Cordia alliodora</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
39	<i>Cordia sp</i>	1	0,002	0	-	1	0,001
40	<i>Trema micrantha</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
41	<i>Terminalia oblonga</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
42	<i>Aniseia martinicensis</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
43	<i>Maripa aff nicaraguensis</i>	0	-	1	0,004	1	0,001

44	<i>Ipomoea aff trifida</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
45	<i>Dalechampia tiliifolia</i>	1	0,002	0	-	1	0,001
46	<i>Pera aff arborea</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
47	<i>Calopogonium</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
	<i>mucunoide</i>						
48	<i>Canavalia brasiliensis</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
49	<i>Inga laurina</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
50	<i>Machaerium capote</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
51	<i>Machaerium arboreum</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
52	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
53	<i>Senna aff fruticosa</i>	1	0,002	0	-	1	0,001
54	<i>Vismia ferruginea</i>	1	0,002	0	-	1	0,001
55	<i>Vitex cymosa</i>	1	0,002	0	-	1	0,001
56	<i>Stigmaphylon</i>	1	0,002	0	-	1	0,001
	<i>dichotomum</i>						
57	<i>Pseudobombax sp.</i>	1	0,002	0	-	1	0,001
58	<i>Clidemia capitellata</i>	1	0,002	0	-	1	0,001
59	<i>Ficus citrifolia</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
60	<i>Ficus sp</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
61	<i>Especie no identificada</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
62	<i>Myrtus biflora</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
63	<i>Psidium aff guineense</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
64	<i>Especie no identificada</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
65	<i>Phyllanthus elsiae</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
66	<i>Coccoloba padiformis</i>	1	0,002	0	-	1	0,001
67	<i>Cupania Sp</i>	0	-	1	0,004	1	0,001
Total		527	1	281	1	808	1

Fuente: autores A.A.=Abundancia absoluta; A.R.= Abundancia relativa.

Anexo B.

Estimadores de diversidad para las curvas de acumulación de especies en dos zonas de sabana en el municipio de Galeras, Sucre

Samples	Sobs	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap
T1	16	18,95	13,68	16,71	13,68	13,68	0	13,68
T2	19	28,83	41,72	26,71	22,76	25,02	25,02	22,21
T3	21	38,52	46,89	32,6	39,09	33,1	37,09	28,18
T4	26	48,8	56,05	38,45	55,8	40,29	47,62	33,38
T5	32	57,42	66,93	43,12	66,2	47,2	57,25	38,47
		56%	48%	74%	48%	68%	56%	83%
T6	13	35,25	16,14	28,12	16,14	16,14	0	16,14
T7	20	59,68	265,01	54,53	62,58	39,38	39,38	33,49
T8	38	74,19	124,78	72,45	68,81	55,2	63,13	45,28
T9	47	87,06	109,49	88,45	74,12	67,21	78,64	54,85
T10	51	94,81	101,79	93,7	75,8	75,8	88,1	62,29
		54,00%	50,00%	54,00%	67,00%	67,00%	58,00%	82,00%

Fuente: autores

Anexo C.

Matriz de abundancia de especies en transectos establecidos en sabana arbolada

Especies	T1	T2	T3	T4	T5
<i>Acacia mangium</i>	0	0	0	1	0
<i>Alibertia edulis</i>	4	0	0	0	0
<i>Attalea butyracea</i>	3	0	2	4	4
<i>Bignonia aff aequinoctialis</i>	1	0	0	0	0
<i>Byrsonima crassifolia</i>	8	9	11	9	12
<i>Casearia arguta</i>	1	0	0	0	1
<i>Combretum lanceolatum</i>	0	0	1	0	0
<i>Clidemia</i>	0	0	0	0	1
<i>Coccoloba</i>	0	0	0	0	1
<i>Cordia sp</i>	1	0	0	0	0
<i>Cordia curassavica</i>	1	0	0	0	0
<i>Cordia garapatica</i>	65	29	7	15	27
<i>Curatella americana</i>	1	1	3	2	2
<i>Dalechampia tiliifolia</i>	0	0	0	1	0
<i>Davilla kunthii</i>	22	39	12	52	14
<i>Doliocarpus dentatus</i>	8	0	1	0	1
<i>Ficus americana</i>	0	2	0	0	0
<i>Gardenia edulis</i>	0	0	1	0	0
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0	0	0	2	0
<i>Miconia impetiolari</i>	9	10	13	10	5
<i>Miconia stenostachya</i>	0	0	0	7	3
<i>Nectandra membranacea</i>	2	0	6	4	36
<i>Pseudobombax</i>	0	0	0	0	1
<i>Senna fruticosa</i>	0	0	0	0	1
<i>Serjania americana</i>	2	0	0	0	0
<i>Stigmaphyllon dichotomum</i>	0	1	0	0	0
<i>Tabebuia rosea</i>	0	1	1	0	0
<i>Vernonia patens</i>	1	1	1	0	2
<i>Vismia ferruginea</i>	0	0	0	1	0
<i>Vitex cymosa</i>	0	0	0	0	1
<i>Xylopia aromatica</i>	5	2	9	4	4
<i>Xylosma Aff obovata</i>	0	0	0	0	2
Total individuos por transectos	134	95	68	112	118
Total individuos en SA					

Fuente: autores. SA= sabana arbolada

Anexo D.

Matriz de abundancia de especies en transectos establecidos en sabana potrerizada

Especies	T6	T7	T8	T9	T10
<i>Acacia mangium</i>	0	0	0	1	0
<i>Aniseia martinicensis</i>	0	0	1	0	0
<i>Attalea butyracea</i>	24	40	13	0	0
<i>Bixa orellana</i> var. <i>Urucurana</i>	0	0	2	0	0
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0	0	7	3	5
<i>Calopogonium mucunoides</i>	0	0	0	1	0
<i>Canavalia brasiliensis</i>	1	0	0	0	0
<i>Casearia arguta</i>	0	1	2	0	0
<i>Chloroleucon mangense</i>	1	0	0	0	1
<i>Copaifera officinalis</i>	0	0	0	0	3
<i>Cordia alliodora</i>	0	0	1	0	0
<i>Cordia garapatica</i>	0	0	10	0	0
<i>Crescentia cujete</i>	2	5	0	0	0
<i>Cupania</i> Sp	0	0	1	0	0
<i>Curatella americana</i>	0	0	1	0	2
<i>Davilla kunthii</i>	0	0	1	6	0
<i>Eugenia</i> sp	0	1	11	0	0
<i>Ficus americana</i>	0	0	0	1	1
<i>Ficus citrifolia</i>	0	0	1	0	0
<i>Ficus</i> sp	0	0	0	0	1
<i>Gardenia edulis</i>	0	0	2	0	0
<i>Gmelina arborea</i>	2	0	0	0	1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0	0	0	7
<i>Hirtella americana</i>	0	0	0	1	1
<i>Inga laurina</i>	0	1	0	0	0
<i>Ipomoea</i> aff <i>trifida</i>	0	0	0	0	1
<i>Machaerium capote</i>	0	0	1	0	0
<i>Machaerium</i> Aff <i>arboreum</i>	1	0	0	0	0
<i>Maripa</i> aff <i>nicaraguensis</i>	0	0	0	1	0
<i>Miconia impetioilaris</i>	0	0	0	8	1
<i>Myrcia splendens</i>	1	0	2	0	5
<i>Myrtus biflora</i>	0	0	1	0	0
<i>Nectandra membranacea</i>	1	0	2	4	1
<i>Pera</i> aff <i>arborea</i>	0	0	0	1	0
<i>Phyllanthus elisiae</i>	0	1	0	0	0
<i>Platymiscium</i> Aff <i>pinnatum</i>	0	0	1	0	0
<i>Psidium guineense</i>	0	0	1	0	0
<i>Sapium glandulosum</i>	2	1	0	0	0
<i>Serjania mexicana</i>	1	0	0	0	0

<i>Spondias mombin</i>	6	0	1	0	0
<i>Tabebuia rosea</i>	8	4	6	2	1
<i>Tabebuia chrysantha</i>	0	1	0	0	0
<i>Tabebuia ochracea</i>	0	0	1	0	0
<i>Terminalia amazonia</i>	0	0	0	6	7
<i>Terminalia oblonga</i>	0	1	0	0	0
<i>Trema micrantha</i>	0	0	0	0	1
<i>Triplaris americana</i>	0	2	0	0	0
<i>Xylopia aromatica</i>	0	0	1	7	13
<i>Vernonia patens</i>	0	0	0	6	0
<i>Especie no identificada 1</i>	0	0	1	0	0
<i>Especie no identificada 2</i>	0	0	1	0	0
Total individuos por transecto	51	58	72	48	52
Total individuos en SP					281

Fuente: autores. SA= sabana potrerizada

Anexo E. Especies de plantas vasculares representativas de la zona de sabana arbolada en
Galeras, Sucre



Cordiera garapatica

Foto: Autores



Davilla kunthii

Foto: autores



Byrsonima crassifolia

Fotos: autores



Miconia impetiolearis

Fotos: autores

Anexo F. Especies de plantas vasculares representativas de una zona de sabana potrerizada en
Galeras, Sucre



Attalea butyracea

Foto: autores



Tabebuia rosea

Fotos: autores



Spondias mombin

Fotos: autores



Ficus americana

Fotos: autores



Gmelina arborea

Foto: autores



Acacia mangium

Foto: autores



Machaerium capote

Foto: autores