



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
TRABAJO DE GRADO

**Diversidad florística de las sabanas arboladas de la Estancia
Estrella Saite del Departamento de Concepción, Paraguay**

Lucio David Zalazar Rodriguez

Tutor: **Lic. Fátima Piris Da Motta**

Co-tutor: **Prof. Dr. Christian Vogt Penzkofer**

SAN LORENZO – PARAGUAY

Diciembre – 2024

Diversidad florística de las sabanas arboladas de la Estancia Estrella Saite del Departamento de Concepción, Paraguay

Lucio David Zalazar Rodriguez

Tutor: **Lic. Fátima Piris Da Motta**

Co-tutor: **Prof. Dr. Christian Vogt Penzkofer**

Trabajo de grado presentado al Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción.

SAN LORENZO – PARAGUAY

Diciembre – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

**Diversidad florística de las sabanas arboladas de la Estancia Estrella Saite del
Departamento de Concepción, Paraguay**

Lucio David Zalazar Rodriguez

Trabajo de grado presentado al Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias
Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción.

Aprobado por el Comité de Trabajo de Grado

Lic. Fátima Piris Da Motta

Orientador/a del Trabajo de Grado

Prof. Dr. Christian Vogt Penzkofer

Co-Orientador/a del Trabajo de Grado

Dra. Andrea Weiler de Albertini

Miembro del Comité de Trabajo de Grado

Dr. Hajime Guillermo Kurita Oyamada

Miembro del Comité de Trabajo de Grado

MSc. Lorena Felicia Martinez Bernie

Miembro del Comité de Trabajo de Grado

DEDICATORIA

A mi madre por siempre acompañarme en todo el aprendizaje de mi carrera y dándome su apoyo en todas las circunstancias que he afrontado en el transcurso de mi carrera, a mis hermanos que siempre fueron un apoyo emocional en mi vida, a mis queridos sobrinos por regalarme una sonrisa con sus presencias y a mi difunto padre Lucio Zalazar Resquin que siempre quiso ver progresar en lo más altos a sus hijos. ¡Gracias papá!

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de investigación ha sido elaborado con el apoyo de la Unión Europea en el marco del proyecto CERES (Cerrado Resiliente) implementado por WWF-Paraguay. Su contenido es responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente refleja los puntos de vista de la Unión Europea o de WWF. Agradezco también a los propietarios de la Estancia Estrella Saite, por brindarnos hospedaje, alimentos y por sobre todo permitirnos realizar esta investigación. A mis tutores a la Lic. Fátima Piris Da Motta y al Prof. Dr. Cristhian Vogt Penzkofer por estar orientándome durante todo el proceso de investigación y por ser mis principales guías. A mi madre por ser mi sostén y resguardarme con su gran cariño durante todo el proceso de mi carrera. A mis amigos queridos que me regalo mi querida UNA por ser los principales resguardadores de mis emociones, por siempre motivarme a seguir en los momentos más difíciles, por ser simple grandes personas. Al elenco de FaCEN por ser un gran acompañamiento emocional, que me dio una gran felicidad en todo el transcurso de mi investigación de mi tesis, en especial agradezco a mis mejores amigas Yamile Rodas, Betania Pagani y Magali Rolón por ser las mejores amigas que me regalo el elenco. Pero no quiero olvidarme de nadie, especialmente cuando fueron las primeras personas en aparecer en mi vida universitaria y siempre estuvieron para ayudarme, me refiero a mis amigos de la venganza de los caídos compuesto por el gran Lic. José Ecurra una persona a la cuál admiro mucho que me hizo reír, que me oriento en mis dudas, es un gran personaje que me animo siempre en mis estudios, la querida Elena que siempre me aconsejaba, que me acompañó, una gran compañera y por supuesto no puedo olvidarme de la más bonita del grupo Diana Benitez, que siempre estuvo conmigo apoyándome en todo, es una de las mejores investigadoras que conozco y espero ser como ella porque es una gran inspiración, me dio animos en mis peores momentos y agradezco infinitamente su compañía

Diversidad florística de las sabanas arboladas de la Estancia Estrella Saite del Departamento de Concepción, Paraguay

Autor: LUCIO DAVID ZALAZAR RODRIGUEZ

Tutor: Lic. FATIMA PIRIS DA MOTTA

Co-tutor: Prof. Dr. CHRISTIAN VOGT PENZKOFER

RESUMEN

Este estudio evaluó la diversidad florística de las sabanas arboladas de la Estancia Estrella, ubicada en el Departamento de Concepción, Paraguay. Mediante muestreos en parcelas de 100 m² y análisis de suelos, se caracterizaron tres tipos de sabanas dominadas por *Tabebuia aurea*, *Aspidosperma* sp. y *Copernicia alba*. Se identificaron 156 especies distribuidas en 39 familias, siendo Poaceae y Fabaceae las más representativas. Los resultados revelaron diferencias significativas en la composición florística entre las sabanas, con especies únicas en cada ecosistema y un grupo de especies compartidas. Estas diferencias reflejan la heterogeneidad ambiental de la región, influenciada por las características edáficas y climáticas locales. La sabana con *Tabebuia aurea* presentó la mayor riqueza de especies únicas, mientras que las especies compartidas fueron más abundantes entre las sabanas de *Tabebuia aurea* y *Copernicia alba*. Estas diferencias resaltan la especialización de las especies en relación con los recursos disponibles y las condiciones ambientales. Este estudio subraya la importancia de las sabanas arboladas como reservorios de biodiversidad, sugiere la necesidad de estrategias de manejo sostenible para proteger estos ecosistemas frente a amenazas como la deforestación y el cambio climático.

Palabras clave: *Tabebuia aurea*, diversidad florística, sabanas arboladas, especies únicas, conservación, manejo sostenible.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en las sabanas arboladas de la Estancia Estrella Saite.....	29
Figura 2. Caracterización del área y la distribución de parcelas en el estudio de Sabanas arboladas de la Estancia Estrella.....	30
Figura 3. Estructura Florística en la Sabana de <i>Tabebuia aurea</i> en la Parcela 4.....	35
Figura 4. Diversidad Vegetal en la sabana arbolada con <i>Aspidosperma</i> sp. y <i>Acrocomia aculeata</i> , parcela 3.....	36
Figura 5. Distribución y características de la sabana arbolada con <i>Copernicia alba</i> en la Parcela 9.	38
Figura 6. Comparación de especies compartidas entre las sabanas; se observa una mayor cantidad de especies compartidas entre <i>ST</i> y <i>SC</i> , y una menor cantidad entre (<i>SA</i> y <i>A</i>) y <i>SC</i>	41
Figura 7. Comparación de especies únicas por sabanas; sabana con <i>Tabebuia aurea</i> (<i>ST</i>), sabana con <i>Aspidospema</i> sp. y <i>Acrocomia aculeata</i> y sabana con <i>Copernicia alba</i> (<i>SC</i>).....	43
Figura 8. Representación gráfica de la proporción de la riqueza florística presente en la Estancia Estrella.....	44
Figura 9. Familias más representativas dentro de las diferentes coberturas vegetales.....	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especies compartidas entre los ecosistemas de sabana con <i>Tabebuia aurea</i> (ST), sabana con <i>Aspidosperma</i> sp (SA) y sabana con <i>Copernicia alba</i> (SC).....	40
Tabla 2. Especies únicas identificadas en cada ecosistema: sabana con <i>Tabebuia aurea</i> (ST), sabana con <i>Aspidosperma</i> (SA) y sabana con <i>Copernicia alba</i> (SC).....	42
Tabla 3. Diversidad de familias, géneros y especies.....	44

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	Error! Bookmark not defined.
1.1. Preguntas de investigación.....	Error! Bookmark not defined.
1.2. Justificación	Error! Bookmark not defined.
2. OBJETIVOS	Error! Bookmark not defined.
2.1. Objetivo General	Error! Bookmark not defined.
2.2. Objetivos Específicos	Error! Bookmark not defined.
3. MARCO TEORICO	Error! Bookmark not defined.
3.1. Caracterización de las sabanas	Error! Bookmark not defined.
3.1.1. Conceptos y definiciones	Error! Bookmark not defined.
3.1.2. Distribución geográfica en Sudamérica	Error! Bookmark not defined.
3.1.3. Caracterización florística de las sabanas.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.4. Estudios a nivel regional	Error! Bookmark not defined.
3.1.4.1. Estudios regionales	Error! Bookmark not defined.
3.1.4.2. Paraguay.....	Error! Bookmark not defined.
3.2. Sabanas arboladas en Paraguay.....	23
3.2.1. Encuadre fitogeográfico del Paraguay.....	23
3.2.2. Geología y suelos.....	24
3.2.3 Clima.....	25
3.2.4. Estudios florísticos en sabanas arboladas.....	26
3.2.4.1 Estudios en Aguara Ñu, Reserva del Bosque Mbaracayu, Paraguay.....	26
3.2.4.2. Composición florística en los Llanos Orientales de Venezuela.....	27
3.2.4.3. Sabanas en el Parque Nacional Serranía San Luis.....	27
3.2.4.4. Plan de Manejo en la Reserva Natural Tati Yupi.....	27

4. METODOLOGÍA	Error! Bookmark not defined.
4.1. Diseño metodológico	Error! Bookmark not defined.
4.2 Características de la muestra.....	28
4.2.1 Criterios de inclusión.....	28
4.2.2 Criterios de exclusión.....	29
4.3. Área de estudio.....	Error! Bookmark not defined.
4.4. Objeto de estudio.....	Error! Bookmark not defined.
4.5. Muestreo	Error! Bookmark not defined.
4.5.1. Trabajo de campo	Error! Bookmark not defined.
4.5.1.1. Diseño de Muestreo	Error! Bookmark not defined.
4.6. Trabajo de gabinete	Error! Bookmark not defined.
4.6.1. Determinación taxonómica	Error! Bookmark not defined.
4.6.2. Análisis de muestra de suelo	Error! Bookmark not defined.
4.6.3. Análisis de los datos	Error! Bookmark not defined.
4.7. Diversidad florística.....	32
4.7.1 Riqueza y composición.....	32
4.7.2 Formas de vida.....	32
5. RESULTADOS.....	Error! Bookmark not defined.
5.1. Caracterización de las sabanas arboladas en la Estancia Estrella	Error! Bookmark not defined.
5.1.1. Descripción de las sabanas arboladas	Error! Bookmark not defined.
5.1.1.1. Sabana arbolada con <i>Tabebuia aurea</i>	Error! Bookmark not defined.
5.1.1.2. Sabana arbolada con <i>Aspidospermas</i> sp. y <i>Acrocomia aculeata</i>	Error! Bookmark not defined.
5.1.1.3. Sabana arbolada con <i>Copernicia alba</i>	37
5.1.2. Similitud florística entre sabanas.....	38

5.2. Diversidad florística de las sabanas arboladas en la Estancia Estrella.....	43
5.2.1. Diversidad de Riqueza florística.....	43
Error! Bookmark not defined.	
5.3. Formas de vida y adaptaciones de especies en las sabanas arboladas.....	46
6. DISCUSIÓN.....	47
6.1 Caracterización de las sabanas arboladas de la Estancia Estrella.....	47
6.2. Aporte de las especies compartidas y únicas en las sabanas.....	47
6.3. Diversidad de la riqueza florística.....	49
6.4. Adaptaciones de formas de vida.....	50
7. CONCLUSION.....	Error!
Error! Bookmark not defined.	
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	Error!
Error! Bookmark not defined.	
ANEXO.....	Error!
Error! Bookmark not defined.	

1. INTRODUCCIÓN

Las sabanas cubren casi el 20% de la superficie de la tierra en un cinturón entre 15° y 20° de latitud en ambos hemisferios (Cole, 1986). Generalmente se las clasifica en sabanas estacionales húmedas y secas, dependiendo de la cantidad de precipitación y la duración de los períodos de sequía (Eiten, 1972). Las características del suelo son muy importantes en la determinación de la fitofisionomía, principalmente la humedad y los nutrientes (Montgomery & Askew, 1983). El fuego, la vegetación herbácea y el manejo del paisaje juegan diferentes papeles en cada región, y son por lo tanto considerados como determinantes secundarios en estos ecosistemas (Medina, 1987; Felfili y Da Silva, 1993).

Los inventarios de biodiversidad en sabanas arboladas permiten identificar la riqueza de especies, evaluar su distribución y entender las adaptaciones de las plantas a condiciones ambientales específicas. Estos estudios son esenciales para el desarrollo de estrategias de conservación y manejo sostenible. En Paraguay, las sabanas arboladas del Departamento de Concepción han recibido menos atención científica, lo que resalta la necesidad de investigaciones que documenten su diversidad y características (Céspedes & Mereles., 2006).

1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la diversidad florística de las sabanas arboladas de la Estancia Estrella Saite en el Departamento de Concepción, Paraguay?

1.2 JUSTIFICACIÓN

El presente estudio es fundamental para evaluar la diversidad florística de las sabanas arboladas de la Estancia Estrella, Departamento de Concepción, con el fin de contribuir al conocimiento científico sobre la composición y características de estos ecosistemas. Los inventarios de biodiversidad resultan esenciales para identificar las especies presentes, su distribución y su relación con factores ambientales y edáficos. Esta información es clave para establecer estrategias de conservación y garantizar el aprovechamiento sostenible de estos recursos naturales.

Además, el Departamento de Concepción cuenta con escasos estudios enfocados en la diversidad florística, lo que resalta la importancia de esta investigación. Al caracterizar las sabanas arboladas y determinar su composición florística, este trabajo permitirá generar información de base que pueda ser utilizada en futuras investigaciones y en la planificación de acciones para la gestión y preservación de estos ecosistemas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la diversidad florística de las sabanas arboladas de la Estancia Estrella, Departamento de Concepción, Paraguay.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar las sabanas arboladas de la Estancia Estrella, teniendo en cuenta gradientes ambientales y los parámetros edáficos.

Determinar la composición florística de las sabanas arboladas de la Estancia Estrella Saite.

3. MARCO TEORICO

3.1 Caracterización de las sabanas

3.1.1. Conceptos y definiciones

La diversidad se refiere a la variedad de especies de plantas presentes en un ecosistema, incluyendo su riqueza (números de especies) y su distribución relativa. En las sabanas arboladas, esta diversidad es influenciada por factores como el clima, el tipo de suelo y el régimen de disturbios naturales, como el fuego. Este concepto es fundamental para entender la estructura y función de estos ecosistemas y planificar estrategias de conservación efectivas (Mostacedo & Fredericksen., 2000).

En sabanas arboladas, la diversidad florística abarca tanto especies leñosas como herbáceas, adaptadas a condiciones de estrés hídricos y frecuentes incendios. Esta diversidad es crucial para la resiliencia del ecosistema y su capacidad para ofrecer servicios ecosistémicos esenciales. La medición de la diversidad florística permite evaluar la salud del ecosistema y su potencial para el manejo sostenible. (Sarmiento., 1984).

3.1.2. Distribución geográfica en Sudamérica

La distribución de la diversidad florística en las sabanas arboladas de Sudamérica es heterogénea, con regiones clave en Brasil, Venezuela, Colombia y Paraguay. Las sabanas brasileñas del Cerrado son las más extensas, caracterizadas por su alta biodiversidad y endemismo. En Paraguay, las sabanas arboladas están asociadas a regiones como el Chaco y Conce, donde la flora muestra adaptaciones a condiciones extremas de temperatura y suelos pobres. Esta distribución está influenciada por factores climáticos y geológicos, lo que resulta

en una gran diversidad de especies en diferentes regiones (Ratter, Ribeiro & Bridgewater., 1997).

3.1.3. Caracterización florística de las sabanas

El concepto de sabana ampliamente aceptado en América es el de BEARD (1953), quien las define como un ecosistema natural y estable que se encuentra en el trópico bajo, de carácter marcadamente estacional, el cual presenta un estrato continuo de gramíneas, ciperáceas y a menudo un estrato discontinuo de árboles bajos o arbustos (De La Ossa. *et al.*, 2016).

El fuego, la vegetación herbácea y el manejo del paisaje juegan diferentes papeles en cada región, y son por lo tanto considerados como determinantes secundarios en estos ecosistemas (Jiménez *et al.*, 2013).

El Bioma del Cerrado tiene una superficie de 1,5 a 1,8 millones de Km² y se localiza principalmente en el centro de Brasil, con áreas que se extienden hacia el noreste de Paraguay y el este de Bolivia (Mendoza *et al.*, 2017).

Los Cerrados son formaciones biológicamente únicas, que se fragmentan naturalmente y tienen en Paraguay los límites biogeográficos de su distribución (Oliveira-Filho & Ratter, 2002). En Paraguay, ocupa áreas discontinuas, en forma de mosaico, sobre topografías suavemente onduladas, con suelos arenosos que generalmente son visibles entre las plantas (Basualdo y Soria, 2002), encontrándose principalmente en los departamentos de Concepción, Amambay, San Pedro, Canindeyú y Caaguazú (PNP 2013). El Cerrado posee una vasta composición florística, incluyendo especies del bosque deciduo y mesofítico; se desarrolla sobre suelos arenosos a franco-arenosos, muy sueltos, generalmente ácidos, pobres en

nutrientes y en donde las especies arbóreas presentan un aspecto achaparrado, con ramificación tortuosa y cortezas gruesas con aspecto corchoso. (Céspedes y Mereles, 2006, Veta et al. 2013).

El Cerrado es la mayor sabana de Sudamérica y la más rica del mundo. En las mesetas entre los 500 y 1700 m de altitud el paisaje es dominado por vegetación de cerrado, una vegetación de sabana que cubre el 95% de la región, con franjas de bosques de galería a lo largo de ríos y arroyos. En las depresiones, entre los 100 y 500 m, distintos tipos de vegetación (bosques de galería, bosques tropicales secos, humedales y todos los tipos de cerrado) se distribuyen en mosaico. En Paraguay, ocupa áreas discontinuas comparativamente pequeñas en forma de mosaico sobre topografías suavemente onduladas con suelos arenosos que generalmente pueden verse entre las plantas (Basualdo y Soria, 2002). A lo largo de su extensión la fisonomía de la vegetación cambia, desde un campo abierto (campo limpio), a un bosque cerrado alto. El clima es tropical y estacional. El periodo seco coincide con el invierno. Las precipitaciones anuales varían entre 1250 y 2000 mm, y la temperatura entre 20° y 26° C. El Cerrado alberga una biota muy particular, con miles de especies endémicas. La biodiversidad del Cerrado es extraordinaria: al menos 10400 especies de plantas vasculares 780 de peces, 180 de reptiles, 113 de anfibios, 837 de aves y 195 de mamíferos, la mayoría restringidas al Cerrado.

El porcentaje de endemismo varía de 4% en aves a 50% en plantas vasculares. El Cerrado es además un ecosistema único donde especies de los bosques Sudamericanos más importantes (Amazónicos y Atlánticos) y de los hábitats secos más importantes de Sudamérica se ponen en contacto. Es la segunda más extensa ecorregión de Sudamérica se ponen en contacto. Es la segunda más extensa ecorregión de Sudamérica (Mereles, 2007).

Estado de conservación: Vulnerable. Cerca del 67% del Cerrado ha sido severamente modificado o convertido, mientras que sólo el 1% de su superficie está protegida en parques o

reservas. El Cerrado es la nueva frontera agrícola, con proyectos de desarrollo financiados por agencias multilaterales de créditos que favorecen la creación de pasturas y plantaciones de soja, maíz y arroz. La agroindustria constituye la principal amenaza para esta ecorregión (Mereles, 2007).

Cerradón: Es la forma más alta de cerrado (*sensu lato*). El dosel arbóreo, generalmente de altura irregular, varía de un nivel general, en diferentes lugares, de 7 hasta 15m, con árboles individuales pudiendo llegar a 18 a 20 m (Eiten, 1994). En cerradones de dosel cerrado o abierto, debajo de los árboles, ocurre un sub-cerradones de dosel cerrado o abierto, debajo de los árboles, ocurre un sub-bosque arbustivo, constituido por árboles pequeños de 3m de altura, arbustos, a veces tacuaras, palmeras acaules o con troncos cortos y bromelias grandes terrestres. El sub-bosque raramente está ausente, ocurre como camada dispersa (menos de 10% de cobertura), abierta (10-60%) o cerrada (más de 60%), (Jimenez *et al.*, 2013).

Cerrado (*sensu stricto*) Las formas de Cerrado de arboleda de arbustos y árboles y sus variantes con todos los árboles bajos (menores de 7m) o de su-bosque cerrado, bien como arboleda baja, matorral abierto o matorral cerrado, son todas formas de cerrado en sentido estricto (Eiten, 1994). El Cerrado sentido estricto o *sensu stricto* presenta una menor cobertura de gramíneas y una mayor cobertura arbustivo arbórea (Jimenez *et al.*, 2013).

Campos sucio del Cerrado: Son las formas sabánicas de cerrado con cobertura leñosa de menos de 10% pero mayor que cero. Los elementos de la camada leñosa pueden ser solamente árboles, árboles más arbustos y otros elementos de matorral o solamente arbustos; distribuidos individualmente o en pequeños agrupamientos. Las sabanas del cerrado ocurren sobre terreno plano o levemente inclinado (Jimenez *et al.*, 2013).

3.1.4. Estudios a nivel regional

3.1.4.1. Estudios Regionales

Felfili et al. (1992) analizaron comparativamente la flora y la fitosociología de la vegetación arbórea del cerrado stricto sensu en la Chapada Pratinha, Brasil. En cuanto a la similaridad florística de las áreas de estudio, éstas presentaron una similaridad relativamente alta (0,77). Así mismo, cuando fueron consideradas las densidades de ocurrencia de las especies, la similaridad solo fue alta en tres unidades de conservación, indicando diferencias estructurales en la vegetación.

Batalha y Mantovani (2001) investigaron la composición florística del cerrado en tres fitofisionomías: campo cerrado, cerrado stricto sensu y cerradón; en la Reserva Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, del Estado de São Paulo. Encontraron que las fitofisionomías sabánicas del cerrado fueron más ricas en especies que la forestal, y una mayor diversidad en el componente herbáceoarbustivo que el arbustivo-arbóreo.

Souza y Silva Junior (2004) analizaron la fitosociología y la similaridad florística entre trechos de cerrado stricto sensu en la división de aguas y el valle en el Jardín Botánico de Brasilia. Se encontraron seis especies más importantes; tres para cada área de estudio; los resultados del índice de similaridad fueron altos y que la topografía es un fuerte determinante en la distribución de algunas poblaciones y comunidades leñosas.

Walter (2006) investigó sobre las fitofisionomías del bioma cerrado para elaborar una síntesis terminológica y relaciones florísticas. Analizando unas 11.046 especies, reveló un mayor número de especies en formaciones sabánicas, seguidas por las forestales y las

campestres. Entre las fitofisionomías, todas las 11 analizadas poseyeron similitudes bajas entre sí, con índices menores a 0,5.

Neri et al. (2007) investigaron la composición florística de un área de cerrado *sensu stricto* en el Municipio de Senador Modestino Gonçalves, en el Valle de Jequitinhona (MG) y analizaron la similitud florística de algunas áreas de cerrado en Minas Gerais. Fueron encontradas 91 especies distribuidas en 38 familias botánicas. Así también se encontró una fuerte similitud de la vegetación, sin embargo, los grupos no mostraron patrones fitogeográficos.

Silva y Durigan (2012) estudiaron las diferencias florísticas y estructurales entre las fitofisionomías del cerrado en Assis, São Paulo, analizando tres fitofisionomías: cerrado típico, cerrado denso y cerradón. Florísticamente, el cerrado denso y el cerrado típico no se diferenciaron, analizando solamente la presencia/ausencia de las especies. La flora solo difirió entre el cerradón y las fitofisionomías sabánicas (cerrado típico y cerrado denso).

3.1.4.2. Paraguay

Se han llevado a cabo algunos estudios sobre la composición florística de la vegetación del Cerrado, así como estudios más detallados de este ecosistema, como se detalla a continuación.

Marín et al. (1998) en su trabajo de “Plantas comunes de Mbaracayú”, realizaron una descripción general del cerrado de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, además de tres de sus principales fitofisionomías: los bosques del cerrado (cerradones), el cerrado (*stricto sensu*) conjuntamente con los campos sucios y los campos limpios.

Basualdo y Soria (2002) realizaron una descripción de 100 especies del Cerrado, incluyendo sinónimos, descripción botánica, fenología, distribución en 18 Paraguay y países vecinos y el estado de conservación de cada especie. Este estudio se realizó en el Parque Nacional Cerro Corá.

Mereles (2005) en “Una aproximación al conocimiento de las formaciones vegetales del Chaco boreal, Paraguay”; describió a los cerrados y cerradones, citando a sus especies características de la Región Occidental del Paraguay.

Céspedes y Mereles (2006) realizaron un estudio de la vegetación y la flora en el área de Aguara Ñu, en la Reserva de la Biosfera del Bosque Mbaracayú, en el Departamento de Canindeyú; donde se describe la formación vegetal del cerrado y los Cerradones, encontrándose unas 26 especies vegetales de siete familias botánicas.

Gauto (2009) realizó una evaluación del estado de conservación de las palmas paraguayas, así como sobre su diversidad, fitogeografía y usos, donde se desatacan algunas especies de palmas del cerrado.

Peña-Chocarro et al. (2010), presentaron una actualización de la lista de flora de plantas vasculares de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, encontrando un total de 287 nuevos registros para el cerrado en el área de estudio.

SEAM (2012) realizó una evaluación ecológica rápida (EER) en el Parque Nacional Cerro Corá, donde se detalla la lista de flora encontrada en las diferentes comunidades naturales existentes en el lugar.

Además de estos estudios específicos, se cuentan con una amplia lista de flora de Áreas Silvestres Protegidas, citadas a continuación: Parque Nacional Paso 19 Bravo (Alter Vida 2006), Parque Nacional Serranía San Luis², en relación a las áreas

Bajo Dominio Público. Bajo Dominio Privado, que mencionan comunidad de cerrado o cerradones son: la Reserva Natural Cerrados del Tagatiya (RPCTP/ Agroganadera Garay Cue, 2009), Reserva Natural Tagatiyami (RPCTP/Agropozo S.A.C.I. 2007), Reserva Natural Arrecife (RPCTP/IPA 2014), Reserva Natural El Guayacán (RPCTP/IPA 2012), Reserva Natural Laguna Blanca (RPCTP 2008).

Se cuenta también con la lista de flora del Refugio Biológico Yvyty Rokai (IPA/Itaipú Binacional 2010) y del Refugio Biológico Tati Yupi (IPA/Itaipú Binacional 2007), áreas protegidas pertenecientes a la Entidad Itaipu Binacional.

3.2. Sabanas arboladas en Paraguay

3.2.1. Encuadre fitogeográfico del Paraguay

Una serie de factores influyen sobre la distribución de los organismos. Los factores extrínsecos de las especies son factores geográficos, edáficos, climáticos, bióticos y factores humanos. Además, existen los factores intrínsecos de la especie, como son: la morfología, número de diásporas y poder germinativos, multiplicación vegetativa, antigüedad de la especie, plasticidad genérica y tolerancia ecológica, y por último, la composición química (Cabrera y Willink, 1973).

Estudios más recientes han encontrado un nuevo dominio para Sudamérica, debido a un patrón de distribución fitogeográfico altamente coincidente entre algunas especies de leñosas

arbóreas de los bosques estacionalmente secos. Este patrón común atraviesa el continente en forma de arco o herradura, presente en los países de Brasil, Argentina, Bolivia, Paraguay y Perú. Esta nueva distribución fitogeográfica fue denominada “Dominios de los Bosques Secos Estacionales Neotropicales” (Caetano *et al.* 2008; Oakley y Prado, 2011; Mogni *et al.* 2015).

El fuego desempeña un papel esencial en la dinámica de las sabanas, ayudando a mantener su estructura y favoreciendo la regeneración de especies adaptadas a él. Sin embargo, estos ecosistemas enfrentan amenazas significativas debido a la deforestación, el cambio climático y la expansión agrícola y ganadera, lo que hace crucial su conservación para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Eiten, 1972).

3.2.2. Geologías y suelos

La geología del norte de Paraguay está dominada por extensas cubiertas sedimentarias fanerozoicas, incluidas la cuenca del Chaco cenozoica y la cuenca paleozoica del Paraná. La porción sur del Bloque Cratónico Río Apa aflora entre estas cubiertas sedimentarias en continuidad con las exposiciones en el estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. El lado Oriental del Bloque Río Apa está flanqueando por el Cinturón Pliegue del Paraguay y sus cubiertas cratónicas correlacionadas, representadas por los grupos Corumbá y Cuiabá, mientras que su región sur está cubierta por el Grupo Itapucumi (da Cruz Campanha, *et al.*, 2010).

La zona de San Lázaro, en el Departamento de Concepción, Paraguay, se encuentra geológicamente en la región del Chaco Boreal, caracterizada por su compleja formación sedimentaria. Los suelos en esta área son predominantemente arenosos, con una textura suelta y baja fertilidad natural, debido a la alta presencia de arenas y limos finos. Estos suelos tienden a ser ácidos y poseen una capacidad de retención de agua moderada, lo que los hace susceptibles

a la erosión y la degradación bajo prácticas agrícolas intensivas (Secretaría del Ambiente, 2013).

Geológicamente, el área está influenciada por la Formación Patiño, compuesta principalmente de sedimentos fluviales y eólicos que datan del período Cenozoico. Esta formación incluye depósitos de arena, arcilla y limo que se han acumulado a lo largo de millones de años, modelando el paisaje actual. Los suelos aluviales presentes en los valles y planicies fluviales de la región son más fértiles y aptos para la agricultura, mientras que los suelos arenosos de las áreas elevadas son más adecuados para pastizales y vegetación nativa (Ríos, 2009).

La estructura geológica también muestra la presencia de capas de caliza y arenisca, que son importantes para la formación del relieve y la disponibilidad de recursos minerales. Estas características geológicas y edafológicas influyen directamente en el uso de la tierra y las prácticas de manejo sostenible en la región (Guyra Paraguay, 2005).

3.2.3. Clima

El clima se caracteriza principalmente por la existencia de dos estaciones bien definidas y distintas, una seca, de mayo a setiembre, y otra lluviosos, de octubre a abril. Además de la estacionalidad de las precipitaciones, tiene una gran variabilidad espacial de la precipitación media anual, con láminas que van desde los 600 mm hasta los 2 mil milímetros (Albuquerque & Da Silva., 2008).

Por lo tanto, las precipitaciones en esta vasta región tienen una distribución espacial y temporal, bastante irregular, registrando, en promedio, solo entre el 10% y el 15% del total anual durante el periodo seco, lo que resulta en deficiencias variables de agua en el suelo entre

400 mm y 700 mm por año, dependiendo de la ubicación, lo que hace el riego práctica esencial para permitir el cultivo durante todo el año (Albuquerque & Da Silva., 2008).

Esta variabilidad climática puede explicarse por el contexto de factores climáticos, en particular la variación latitudinal, que condiciona la diferencia en la ganancia de radiación solar, decreciente desde el ecuador, a la amplitud topográfica -variable desde 240 m, en zonas cercanas a las regiones costeras del estado de Maranhao, en depresiones del río Araguaia entre los estados de Goias, Tocantins y Mato Grosso y en transición entre el Cerrado y el Pantanal, en Mato Grosso y Mato Grosso do Sul, y llegando a los 1819 m, en los Chapadaes del estado de Goias, a la posición interior del continente sudamericano y especialmente, a la acción de masas de aire de origen ecuatorial, tropical y polares, formados en superficies continentales y marítimas, que tienen diferentes repercusiones, condiciones de temperatura, precipitación y humedad (Nascimento *et al.*, 2020).

3.2.4. Estudios florísticos en sabanas arboladas

3.2.4.1 Estudio en Aguara Ñu, Reserva del Bosque Mbaracayu, Paraguay

Este estudio se enfocó en la evaluación de la composición florística en las formaciones sabánicas y boscosas del Cerrado Aguara Ñu, dentro de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayu. Se registraron especies claves que forman parte del Cerrado en Paraguay, destacando la importancia de estas áreas como corredores biológicos. El análisis también incluyó recomendaciones para la conservación basada en la diversidad registrada y los servicios ecosistémicos asociados (Céspedes & Mereles, 2006).

3.2.4.2 Composición florística en los Llanos Orientales de Venezuela

Se realizó un análisis de la estructura y composición de las sabanas y bosques secos en los Llanos orientales del Orinoco. El estudio destacó el mosaico de sabanas y su importancia para la biodiversidad, considerando factores geomorfológicos y climáticos que influyen en la diferenciación de tipos de vegetación. Se subrayó la necesidad de más estudios florísticos y ecológicos para garantizar un manejo sostenible de estos ecosistemas (Duno *et al.*, 2007).

3.2.4.3 Sabanas en el Parque Nacional Serranía San Luis, Paraguay

Este estudio documentó la diversidad vegetal en una localidad del cerrado dentro del Parque Nacional Serranía San Luis. Se identificaron especies representativas de las sabanas, evaluando su distribución y el impacto de factores ambientales en la vegetación. Los resultados contribuyeron a iniciativas de conservación del área (Robbins, Faucett & Rice., 1999).

3.2.4.4 Plan de manejo en la Reserva Natural Tati Yupi

En esta investigación, se evaluó la composición florística y estructural de las sabanas arboladas en la Reserva Natural Tati Yupi. El estudio identificó especies clave y propuso estrategias de manejo sostenible para preservar la biodiversidad del área, destacando la relación entre la vegetación y factores ambientales (Itaipu Binacional., 2016).

4. METODOLOGIA

4.1 Diseño metodológico

Se trata de un estudio descriptivo

4.2 Características de la muestra

4.2.1 Criterios de Inclusión:

Especies vegetales presentes en las sabanas arboladas de la Estancia Estrella Saite, Departamento de Concepción, Paraguay.

4.2.2 Criterios de Exclusión:

Se excluirán especies pertenecientes a otras formaciones vegetales y que se encuentren fuera de la propiedad seleccionada

4.3 Área de estudio

Los trabajos fueron realizados en la Estancia Estrella Saite ($22^{\circ}10'0''\text{S}$; $57^{\circ}42'0''\text{W}$) ubicada en el departamento de Concepción, en el distrito de San Lázaro y San Carlos del Apa, perteneciente a la ecorregión del Cerrado (Figura 1).

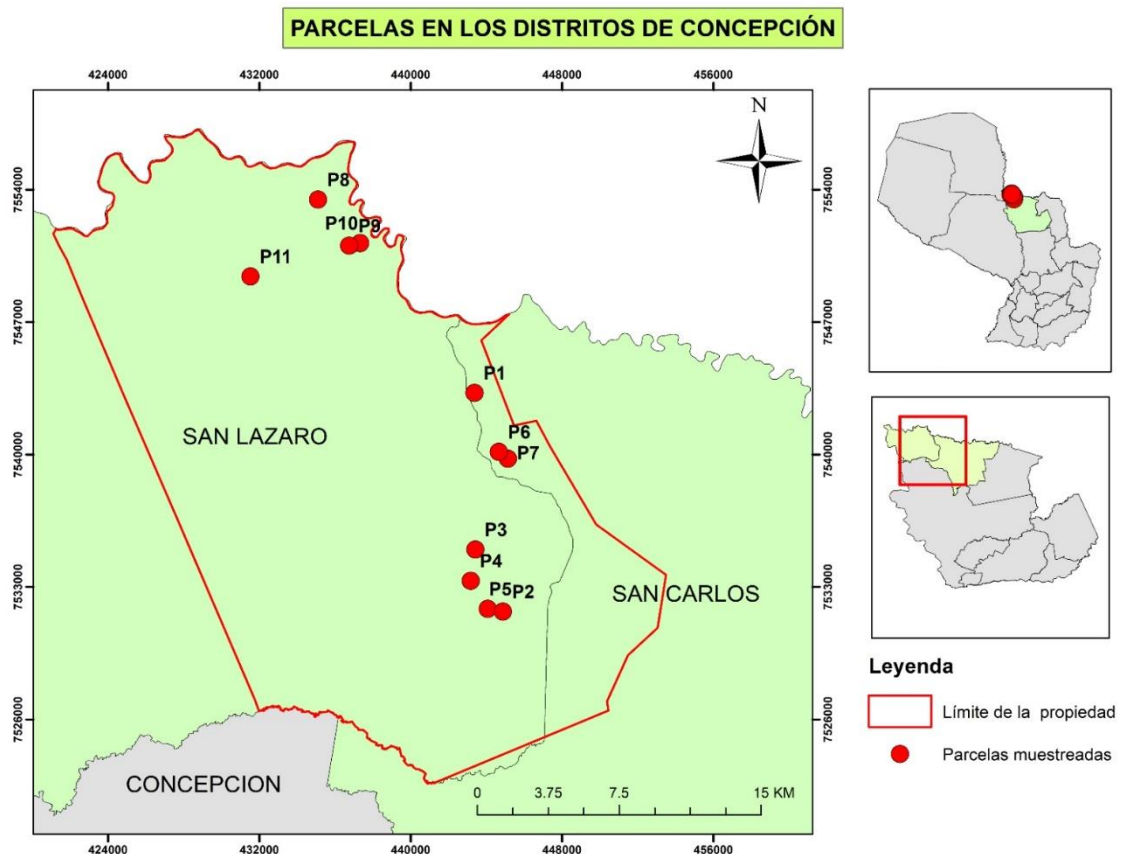


Figura 1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en las sabanas arboladas de la Estancia Estrella Saite

4.4 Objeto de estudio

Especies vegetales de las sabanas arboladas en la Estancia Estrella.

4.5 Muestreo

4.5.1 Trabajos de campo

4.5.1.1 Diseño de Muestreo

Muestreos fitosociológicos: Se instalaron 11 parcelas de 100 m² en vegetación fisonómicamente homogénea. Se anotaron los datos estructurales y ecológicos y se elaboró un listado de las especies presentes con datos específicos de cada una de ellas: fenología, forma de vida y grado de cobertura según la escala ampliada de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1979; Wilmanns, 1998) (Anexo, 2).



Figura 2: Caracterización del área y la distribución de parcelas en el estudio de Sabanas arboladas de la Estancia Estrella.

Colecta de material vegetal: Para facilitar la determinación taxonómica y contar con un registro permanente de la flora del área de estudio se colectaron muestras de plantas con estructuras reproductivas que se encontraron dentro de las parcelas instaladas. Todas las colecciones llevaron notas de campo describiendo las características del ejemplar, punto de

GPS con la identificación de la parcela a la cual pertenece, fecha, colector y número de colecta (Anexo, 1).

Toma de muestras de suelo: En cada parcela de muestreo se tomaron muestras de suelo a 40 cm de profundidad, dichas muestras fueron etiquetadas y almacenadas en bolsas tipo ziploc para su posterior análisis físico-químico en el laboratorio de suelo de la FCA.

4.6 Trabajos de gabinete

4.6.1 Determinación taxonómica

Los ejemplares de herbario colectados fueron procesados, determinados taxonómicamente y depositados en el herbario FACEN. Para la determinación taxonómica se utilizó bibliografía taxonómica especializada. Se consultó la base de datos de Flora del Conosur y el catálogo de Trópicos, para la actualización del nombre científico (Missouri Botanical Garden, s.f.) (Zuloaga, Morrone, & Belgrano, 2008).

4.6.2 Análisis de muestras de suelo

El análisis de las muestras de suelo se realizó en el Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNA. Se analizarán los siguientes parámetros: pH, materia orgánica, macronutrientes (fósforo, calcio, magnesio, potasio), contenido de aluminio y granulometría (método de Bouyouco).

Para la clasificación de especies por sus formas de vida se utilizó la clasificación propuesta por Raunkiaer, adaptado por Mueller Dombois y Ellenberg (1974), con algunas modificaciones (Inocencio, Alcaraz y Ríos, 1998).

4.6.3 Análisis de los datos

4.7 Diversidad florística

4.7.1 Riqueza y composición

Para el análisis de la riqueza de especies, se calculó el número total de especies presentes en cada ecosistema, así como el número de especies compartidas y únicas. El análisis de la riqueza de especies es una medida crucial en la ecología de comunidades, ya que proporciona información sobre la estructura de la biodiversidad y los procesos ecológicos que influyen en su mantenimiento (Chao et al., 2014).

La representación gráfica de los resultados se realizó mediante gráficos de barras, que mostraban la cantidad de especies compartidas y únicas en cada ecosistema. Los gráficos permitieron visualizar las diferencias en la composición florística entre los ecosistemas y ofrecer una interpretación clara de los patrones de biodiversidad observados (Gotelli & Colwell, 2001).

4.7.2 Formas de vida

Las especies se agruparon en categorías de formas de vida de acuerdo con la clasificación de Raunkiaer (1934), que organiza las plantas en fanerófitas, epifitas, lianas, caméfitas, hemicriptofitas, terófitas, geófitas, helofitas, hidrofilos y pleustofitos basándose en la ubicación de sus yemas vegetativas en relación con el suelo y su ciclo de vida.

5 RESULTADOS

5.1. Caracterización de las sabanas arboladas en la Estancia Estrella

5.1.1. Descripción de las sabanas arboladas

5.1.1.1 Sabana arbolada con *Tabebuia aurea* (ST).

El ecosistema de sabana arbolada dominado por *Tabebuia aurea* presentó una estructura fisionómica claramente definida, con una distribución característica de la cobertura vegetal. En este ecosistema, el estrato superior está formado por árboles dispersos, sin una cobertura cerrada, lo que permite la presencia de espacios abiertos entre los individuos. El estrato inferior, compuesto por arbustos y hierbas, muestra una gran diversidad en alturas y coberturas. Además, elementos como la hojarasca, el suelo descubierto y la madera muerta contribuyen a la dinámica del ecosistema. Este tipo de formación vegetal se observó en las parcelas 1, 4, 6, 7, 8 y 10, conformando un entorno diverso y dinámico.

El estrato superior presento una altura promedio de 7 a 8 metros, con una cobertura que varía entre el 15% y el 40%, donde *Tabebuia aurea* fue la especie predominante y más representativa, actuando como un elemento clave de la estructura de este ecosistema. En algunas parcelas, se observaron otras especies arbóreas como *Sibipiruna sp.* y *Fagara sp.*, aunque con menor frecuencia y representatividad.

El estrato inferior, formado principalmente por herbáceas, compuesta por alturas que varían entre 1,2 m y 1,93 m. Este estrato presenta una cobertura mucho mayor en comparación con los otros, alcanzando entre el 60% y el 85%. Las especies predominantes incluyen representantes de las familias Poaceae y Fabaceae, además de especies como *Cyperus sp.*,

Indigofera sp., *Elionurus muticus*, *Paspalum plicatulum*, *Astronium* sp., *Mimosa* sp. y *Desmodium* sp., lo que evidencia la importante cobertura herbácea que caracteriza a este ecosistema.

La cobertura general de las parcelas estudiadas refleja una combinación de componentes bióticos y abióticos. La vegetación presento una cobertura promedio del 75% al 95%, dependiendo del área, mientras que el suelo descubierto oscilo entre 15% y 40%. La hojarasca se presentó con porcentajes variables del 5% al 20%, y la madera muerta ocupa un espacio reducido (entre 1% y 3%), lo que indica una moderada acumulación de materia orgánica en descomposición.

La especie *Tabebuia aurea* destaca como la especie arbórea dominante y estructuralmente representativa en todas las parcelas estudiadas, formando el estrato superior y contribuyendo significativamente a la fisionomía del paisaje. En los estratos inferiores, especies como *Croton argenteus*, *Duguetia* sp., *Senegalia* sp., *Indigofera* sp., *Paspalum plicatulum* y *Elionurus muticus* muestran una alta abundancia y cobertura, siendo elementos clave de la vegetación herbácea y arbustiva que complementan la estructura vertical de la sabana.

El suelo, es de textura arenosa con tonalidades gris parduzcas, indicativo de un buen drenaje.



Figura 3: Estructura Florística en la Sabana de *Tabebuia aurea* en la Parcela 4.

5.1.1.2 Sabana arbolada con *Aspidosperma* sp. y *Acrocomia aculeata* (SA y A).

El ecosistema de sabana arbolada con *Aspidosperma* sp. y *Acrocomia aculeata* presentó una estructura bien definida, con un estrato arbóreo dominante que actúa como el principal componente fisionómico. Este estrato superior alcanzó alturas entre 5 y 8 metros, con una cobertura que varía entre el 5% y el 90%, dependiendo de la parcela. *Aspidosperma* sp. fue la especie predominante en todas las parcelas, mientras que *Acrocomia aculeata* se encuentra como especie representativa en algunas áreas específicas, contribuyendo a la heterogeneidad del paisaje. Este tipo de formación vegetal se observó en las parcelas 2, 3 y 5, donde se evidenció la variabilidad en la estructura y composición del ecosistema.

El estrato inferior fue el más representativo en términos de cobertura, alcanzando valores del 90% al 95%, con alturas de hasta 2 metros. Este estrato estaba compuesto por una gran diversidad de especies, entre las cuales se destacan *Elionurus* sp., *Croton argenteus*, *Sporobolus* sp., *Axonopus* sp., *Wedelia* sp., *Ludwigia* sp., *Scoparia* sp., *Desmodium* sp., *Smilax* sp., *Cyperus pohli*, *Paspalum plicatulum* y *Mimosa* sp.

En términos de cobertura general, la vegetación ocupó entre el 95% y el 90% de las parcelas estudiadas, mientras que la hojarasca representó un promedio del 10% al 40%, dependiendo de la parcela. El suelo descubierto es menos prevalente, con valores que van del 5% al 10%, y la madera muerta ocupa porcentajes reducidos, entre el 2% y el 5%.

En conjunto, el ecosistema de sabana arbolada con *Aspidosperma* sp. y *Acrocomia aculeata* mostró una marcada estratificación vertical, con un estrato herbáceo dominante en términos de cobertura y diversidad, y un estrato arbóreo menos denso, pero estructuralmente significativo.

El suelo, es de textura arenosa con tonalidades gris parduzcas, indicando un buen drenaje y condiciones favorables para el crecimiento.



Figura 4: Diversidad Vegetal en la sabana arbolada con *Aspidosperma* sp. y *Acrocomia aculeata*, parcela 3.

5.1.1.3 Sabana arbolada con *Copernicia alba* (SC).

El ecosistema de sabana arbolada con *Copernicia alba* se caracterizó por presentar una estructura vertical diferenciada, con un estrato arbóreo poco denso pero que aportó identidad al paisaje. El estrato superior alcanzó alturas de 4,5 a 4,8 metros, con una cobertura que varía entre el 5% y el 20%, y estuvo dominado principalmente por *Copernicia alba*, acompañada por especies como *Senegalia* sp. en algunas parcelas. Este tipo de formación vegetal se observó en las parcelas 9 y 11, donde se destacó la presencia de *Copernicia alba* como especie clave en la estructura del ecosistema.

El estrato arbustivo fue menos representativo en términos de cobertura, con valores alrededor del 15% y una altura promedio de 1,90 metros. Las especies más comunes en este estrato son *Senegalia* sp. y *Duguetia* sp., que contribuyeron a la diversidad de la vegetación y a la complejidad del ecosistema.

El estrato inferior fue el más dominante, con una cobertura que osciló entre el 76% y el 90% y alturas de 1,5 a 1,6 metros. En este estrato se encontró una diversidad notable de especies como *Borreria* sp., *Paspalum plicatulum*, *Mimosa* sp., *Croton argenteus*, *Cyperus polium* y *Sidastrum* sp., que ocuparon el suelo casi por completo.

En cuanto a la cobertura general, las parcelas mostraron un balance entre vegetación y elementos como suelo descubierto, hojarasca y madera muerta. El suelo descubierto varía entre el 20% y el 35%, la hojarasca representó entre el 10% y el 40%, y la madera muerta fue poco significativo, con un 3%.

En general, la sabana arbolada con *Copernicia alba* se distingue por un estrato herbáceo altamente desarrollado y diverso, que contrasta con un estrato arbóreo menos denso pero significativo. Este ecosistema combina la presencia de especies características de sabanas con

una estructura que facilita la coexistencia de diferentes formas de vida vegetal, resaltando su importancia para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos locales.

El suelo, es de textura arcillo limosa, lo que favorece una buena retención de agua y nutrientes.



Figura 5: Distribución y características de la sabana arbolada con *Copernicia alba* en la Parcela 9.

5.1.2 Similitud florística entre Sabanas

Entre las Sabanas con *Tabebuia aurea* y Sabanas con *Aspidosperma* sp. y *Acrocomia aculeata*, se observa que comparten 23 especies, la relación entre ST y SC es aún más fuerte, con un total de 25 especies compartidas. Este número ligeramente superior al de ST y (SA y A) sugiere que la Sabana con *Copernicia alba* tiene un nivel más alto de similitud con ST, en

cuanto al relacionamiento entre SA y SC, esta es considerablemente menor, con solo 12 especies compartidas (Figura 2). Una categoría clave dentro del análisis es el grupo de especies que están presentes en los tres ecosistemas: ST, SA y SC. Hay 10 especies que forman parte de este núcleo compartido, lo que implica que estas especies son particularmente versátiles y capaces de adaptarse a una gama de condiciones ecológicas (Tabla 1).

Tabla 1. Especies compartidas entre las formaciones vegetales de sabanas con *Tabebuia aurea* (ST), sabana con *Aspidosperma sp.* y *Acrocomia aculeata* (SA y A) y sabana con *Copernicia alba* (SC).

Familias	Generos	Especies
Especies compartidas ST y (SAyA)		
Apocynaceae	1	2
Bignoniaceae	1	1
Cyperaceae	1	1
Fabaceae	5	5
Euforbiaceae	2	2
Poaceae	6	6
Rubiaceae	1	1
Asteraceae	1	1
Tuneraceae	1	1
Amarantacea	1	1
Malvacea	1	1
Especies compartidas ST y SC		
Asteraceae	2	2
Bignoniaceae	1	1
Euforbiaceae	2	3
Fabaceae	3	3
Poaceae	4	5
Rubiaceae	1	1
Commelinaceae	1	1
Cyperaceae	1	1
Amarantacea	1	1
Malvacea	3	3
Acantaceae	2	2
Portulacaceae	1	1
Especies compartidas SA y SC		
Fabaceae	2	2
Poaceae	3	3
Bignoniaceae	1	1
Amarantacea	1	1
Rubiaceae	1	1
Malvacea	1	1
Euforbiaceae	1	1
Cyperaceae	2	2
Especies compartidas (SAyA), SC y ST		
Fabaceae	1	1
Poaceae	3	3
Amarantacea	1	1
Rubiaceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Malvacea	1	1
Cyperaceae	1	1
Euforbiaceae	1	1

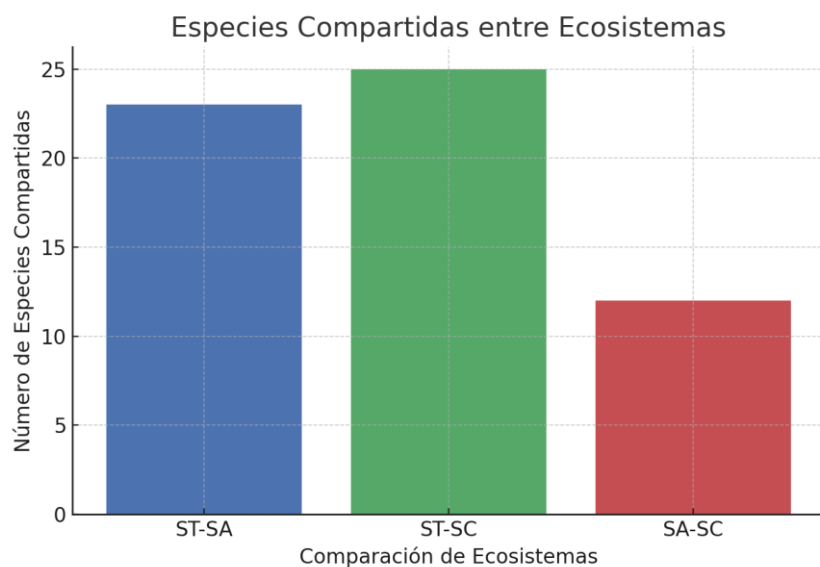


Figura 6. Comparación de especies compartidas entre las sabanas; se observa una mayor cantidad de especies compartidas entre *ST* y *SC*, y una menor cantidad entre (*SA* y *A*) y *SC*.

La Sabana con *Tabebuia aurea* (*ST*) se destaca significativamente por tener 58 especies, el ecosistema de Sabana con *Aspidosperma* sp. y *Acrocomia aculeata* (*SA* y *A*), tiene menos especies únicas en comparación con *ST*, alberga una cantidad considerable de 26 especies que son exclusivas de este entorno, por su parte, la Sabana con *Copernicia alba* (*SC*) tiene 12 especies únicas, el menor número entre los tres ecosistemas. (Figura 3, Tabla 2)

Tabla 2. Especies únicas identificadas en las sabanas: sabana con *Tabebuia aurea* (ST), sabana con *Aspidosperma* sp. y *Acrocomia aculeata* (SA y A) y sabana con *Copernicia alba* (SC).

Especies unicas en Sabana con <i>Tabebuia aurea</i>	Especies unicas en Sabana con <i>Aspidospermas</i> sp.	Especies unicas en sabanas con <i>Copernicia alba</i>
<i>Astronium</i> sp.	<i>Qualea</i> sp.	<i>Copernicia alba</i> Morong
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl	<i>Eupatorium amygdalinum</i> Lamarck	<i>Eclipta</i> sp.
<i>Asclepias</i> sp.	<i>Allagoptera</i> sp.	<i>Portulaca</i> sp.
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	<i>Axonopus lateralis</i>	<i>Euphorbia</i> sp.
<i>Cyperus chalarantus</i> J. Presl & C. Presl	<i>Cromolaena</i> sp.	<i>Solanum multispino</i> N.E. Br.
<i>Annona</i> sp.	<i>Elionurus</i> sp.	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl
<i>Celtis</i> sp.	<i>Eragrostis</i> sp.	<i>Cyperus manimae</i> Kunth
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	<i>Eupatorium asperrimum</i> (Baker) R.M. King & H. Rob.	<i>Acalypha</i> sp.
<i>Calliandra</i> sp.	<i>Grandularia</i> sp.	<i>Sorghastrum</i> sp.
<i>Capaifera</i> sp.	<i>Ludwigia grandiflora</i> (Michx.) Greuter & Burdet	<i>Althernathera</i> sp.
<i>Cyperus virens</i> Michx.	<i>Melochia villosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	<i>Sida rhombifolia</i> L.
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	<i>Myrsine</i> sp.	<i>Sidastrum paniculatum</i> (L.) Fryxell
<i>Desmantus</i> sp.	<i>Paspalum fasciculatum</i> Willd. ex Flügge	<i>Scoparia montevidensis</i> (Spreng.) R.E. Fr.
<i>Envolvulus</i> sp.	<i>Phyllanthus</i> sp.	<i>Imperata</i> sp.
<i>Eryngium ebracteatum</i> P. Esquivel Mattos & C.I. Calviño	<i>Piriqueta</i> sp.	
<i>Fimbristylis</i> sp.	<i>Smilax</i> sp.	
<i>Hyptis</i> sp.		
<i>Justicia squarrosa</i> Griseb.	<i>Helogyne</i> sp.	
<i>Macroptilium</i> sp.	<i>Wedelia</i> sp.	
<i>Mimosa alleniana</i> Morong	<i>Scoparia dulce</i> L.	
<i>Rhynspora</i> sp.	<i>Bromelia balansae</i> Mez	
<i>Sibipiruna</i> sp.	<i>Desmodium distorsum</i> (Aubl.) J.F. Macbr.	
<i>Stylosanthes</i> sp.	<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb.	
<i>Tabebuia</i> sp.	<i>Ludwigia</i> sp.	
<i>Terminalia</i> sp.	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	
<i>Tragia</i> sp.	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	
<i>Zephyranthes</i> sp.		
<i>Zornia</i> sp.		
<i>Cuphea</i> sp.		
<i>Aspicarpa</i> sp.		
<i>Byrsonima</i> sp.		
<i>Galphimia</i> sp.		
<i>Janusia</i> sp.		
<i>Luehea divaricata</i> Mart.		
<i>Pachira glabra</i> Pasq.		
<i>Sida</i> sp.		
<i>Waltheria</i> sp.		
<i>Eugenia</i> sp.		
<i>Psidium</i> sp.		
<i>Bacopa</i> sp.		
<i>Philcoxia</i> sp.		
<i>Stemodia</i> sp.		
<i>Axonopus siccus</i> (Nees) Kuhlman		
<i>Dichantherium</i> sp.		
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees		
<i>Setaria fiebrigii</i> R.A.W. Herrm.		
<i>Setaria</i> sp.		
<i>Sorghastrum viride</i> Swallen		
<i>Spermacoce argentea</i> Cham		
<i>Spermacoce</i> sp.		
<i>Fagara</i> sp.		
<i>Solanum</i> sp.		
<i>Turnera weddelliana</i> Urb. ex Rolfe		
<i>Lippia</i> sp.		
54	25	14

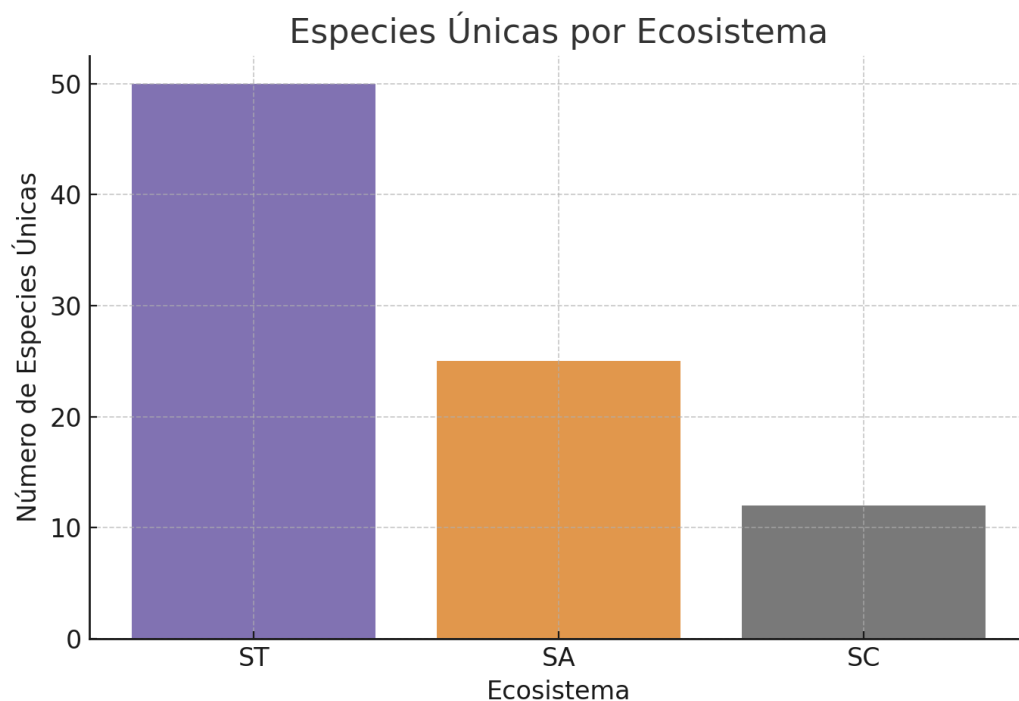


Figura 7. Comparación de especies únicas por sabanas; sabana con *Tabebuia aurea* (ST), sabana con *Aspidospema* sp. y *Acrocomia aculeata* y sabana con *Copernicia alba* (SC).

5.2 Diversidad florística de las sabanas arboladas en la Estancia Estrella.

5.2.1 Diversidad de Riqueza Florística.

Los resultados muestran que se han identificado un total de 39 familias, 117 géneros y 156 especies de plantas en el área de estudio. En cuanto a las Monocotiledóneas, se identificaron 7 familias, 45 especies y 26 géneros. Las Dicotiledóneas son las más representadas en este estudio, con 32 familias, 91 géneros y 111 especies (Tabla 3, Figura 4).

Tabla 3: Diversidad de familias, géneros y especies.

	Familias	Géneros	Especies
Pteridophyta	0	0	0
Monocotiledóneas	7	26	45
Dicotiledóneas	32	91	111
Total	38	117	156

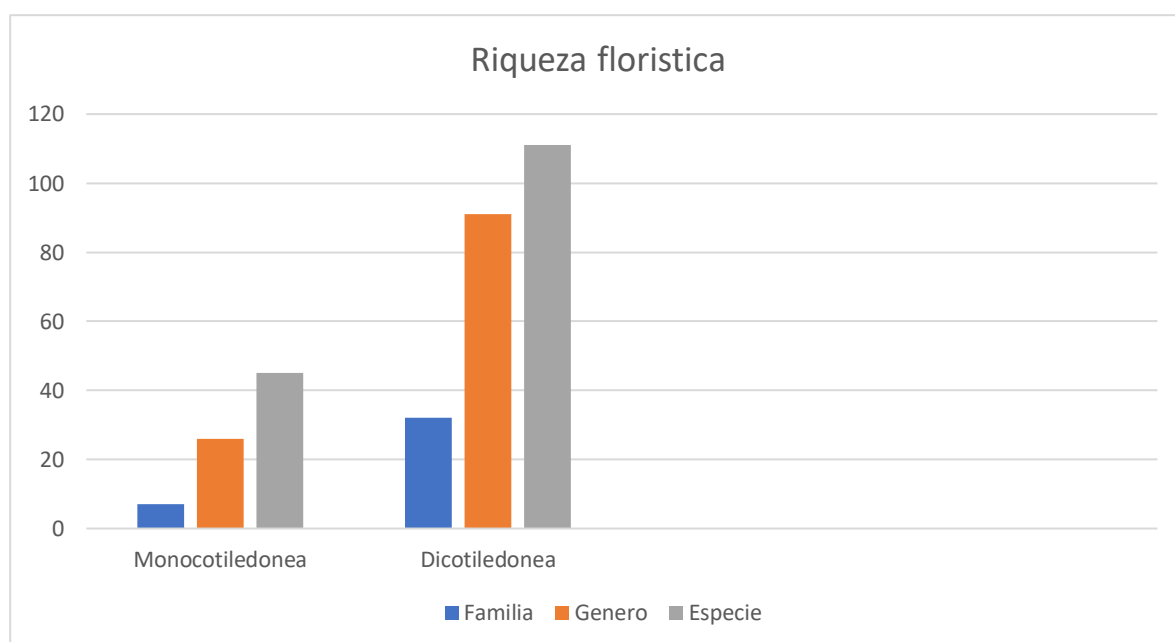


Figura 8: Representación gráfica de la proporción de la riqueza florística presente en la Estancia Estrella.

La familia más representativa en términos de número de géneros y especies es Poaceae, con 16 géneros y 26 especies, lo que representa aproximadamente el 16.7% del total de especies identificadas, Fabácea es otra familia prominente, con 19 géneros y 24 especies, lo que equivale

al 15.4% del total de especies. Malvaceae y Cyperaceae, cada una con 12 especies, representando el 7.7% del total de especies cada una. Asterácea, con cinco géneros y 10 especies, constituyen el 6.4% de la flora identificada. En contraste, familias como Apiaceae, Boraginácea, Bromeliaceae, Cannabaceae, Combretaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Phyllanthaceae, Portulacaceae, Primulácea, Rutaceae, Smilacaceae, Solanaceae, Sterculiaceae, y Vochysiaceae tienen solo una especie cada una, representando el 0.6% del total de especies. En términos porcentuales, las cinco familias más diversas (Poaceae, Fabaceae, Malvaceae, Cyperaceae y Asteraceae) juntas representan aproximadamente el 53.9% del total de especies (Figura 5).

La distribución de géneros también muestra una variabilidad significativa. Mientras que algunas familias como Fabaceae y Poaceae tienen una alta diversidad de géneros, otras como Bromeliaceae, Cannabaceae y Vochysiaceae están representadas por un solo género cada una.

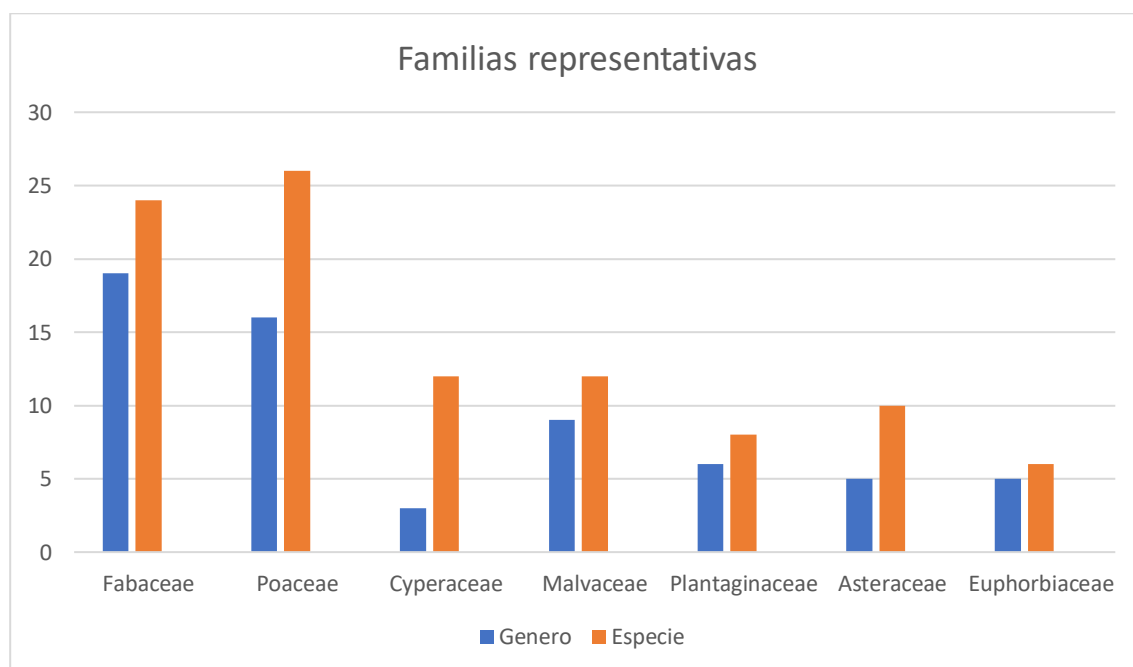


Figura 9: Familias más representativas dentro de las diferentes coberturas vegetales.

5.3 Formas de vida y adaptaciones de especies en las sabanas arboladas

Tabebuia aurea, *Luehea divaricata*, *Allagoptera* sp., *Eugenia* sp., *Mimosa* sp.1 y *Mimosa* sp.2 son especies fanerófitas, sus yemas de crecimiento están por encima del suelo, lo que les permite regenerarse fácilmente tras disturbios como incendios y sequías. *Sporobolus* sp., *Melochia* sp. y *Macroptilium lathyroides* son plantas terófitas de ciclo anual, cubriendo grandes áreas de terreno en una capa densa de hierbas verdes. *Andropogon lateralis*, *Schizachyrium* sp., *Pterocaulon* sp., *Axonopus siccus*, *Axonopus* sp., *Elionurus muticus*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum* sp.1, *Paspalum* sp.2 y *Eupatorium amygdalinum* se encuentran formando matas densas que se extienden por el suelo, son hemicriptófitas. En cuanto a la caméfito *Desmodium* sp. es una planta herbácea que crece cerca del suelo, generalmente cubriendo grandes áreas con una capa densa de hojas lanceoladas (Figura 5).

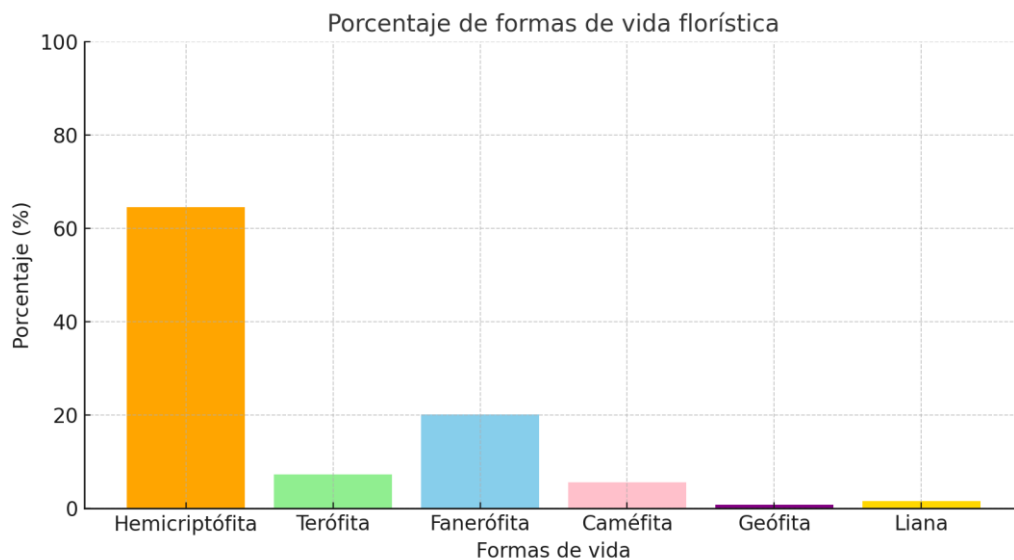


Figura 10: Formas de vida más representativas dentro de las diferentes coberturas vegetales.

6 DISCUSIÓN

6.1 Caracterización de las sabanas arboladas de la estancia Estrella

Las sabanas arboladas de la Estancia Estrella presentan suelos con características específicas que influyen en la distribución de las especies vegetales. En la sabana arbolada con *Tabebuia aurea*, se observaron suelos arenosos bien drenados. Según Goodland y Pollard (1973), este tipo de suelo es típico de sabanas tropicales, donde la vegetación debe adaptarse a fluctuaciones en la humedad del suelo. La alta cobertura de gramíneas y la presencia de *Tabebuia aurea* como especie dominante confirman la capacidad de estas plantas para prosperar en suelos con baja retención de agua (Bond & Parr, 2010).

Las sabanas palmares con *Copernicia alba* presentan suelos arcilloso-limosos que facilitan la retención de agua y nutrientes. Junk et al. (2011) señalan que los suelos con estas características son comunes en áreas de sabana palmar, donde las palmas como *Copernicia alba* prosperan debido a la disponibilidad constante de agua. La alta cobertura vegetal y la diversidad de especies observadas en estas sabanas coinciden con las observaciones de Kahn y Granville (1992)

6.2 Aportes de las especies compartidas y únicas en las sabanas.

Bond y Parra (2020) destacan la presencia de especies compartidas como un reflejo de las condiciones ambientales similares entre distintos tipos de sabanas. Estas especies juegan un rol clave en la resiliencia de los ecosistemas, ya que su presencia en múltiples áreas contribuye a una continuidad ecológica y a una mayor capacidad de recuperación. En contraste, las especies únicas representan adaptaciones especializadas a las condiciones

particulares de cada ecosistema, aportando a la diversidad funcional al añadir complejidad y estabilidad en comunidades con alta diversidad.

En el análisis de Ribeiro *et al.* (2012), las especies únicas dentro de ecosistemas de sabanas y áreas boscosas fueron fundamentales para delinear los límites ecológicos y entender la variación en la estructura vegetal. Estas especies aportan adaptaciones específicas que permiten a los ecólogos comprender la respuesta del ecosistema a factores como el clima y la composición edáfica. Las especies compartidas, por otro lado, señalan procesos de adaptación más generalizados, que permiten observar patrones ecológicos que trascienden los límites de un único ecosistema.

Para Myers y Bazely (2003), las especies únicas en sabanas tienen un valor intrínseco, ya que pueden representar adaptaciones críticas para la supervivencia en condiciones estacionales extremas, mientras que las especies compartidas entre ecosistemas cercanos ayudan a mantener un equilibrio ecológico. La presencia de estas especies en diversos ecosistemas respalda a la estabilidad de la biodiversidad, permitiendo la conservación de servicios ecosistémicos esenciales.

De acuerdo con García (2006), las especies compartidas entre distintos ecosistemas de sabanas pueden considerarse especies indicadoras de la salud ecológica y de la estabilidad a largo plazo de estos ecosistemas. Por otro lado, las especies exclusivas de cada sabana aportan una perspectiva única sobre las particularidades de cada sitio, resaltando la importancia de las especies locales en el mantenimiento de la biodiversidad regional.

6.3 Diversidad de la riqueza florística

La diversidad florística en las sabanas arboladas de la Estancia Estrella es alta, con variaciones entre los tipos de sabanas. En las sabanas con *Tabebuia aurea*, la coexistencia de varias especies herbáceas y arbustivas refleja una alta biodiversidad, esencial para la estabilidad del ecosistema. Pennington et al. (2006) y Parr *et al.* (2014) destacan la importancia de la diversidad florística en las sabanas tropicales para la resiliencia del ecosistema y la prevención de la erosión del suelo.

En las sabanas con *Aspidosperma* sp. y *Acrocomia aculeata*, la mayor diversidad florística indica un ecosistema complejo y bien adaptado a variaciones en la disponibilidad de recursos hídricos. Según Fensham y Fairfax (2007), la alta diversidad de especies es crucial para mantener la funcionalidad del ecosistema, ya que diferentes especies ocupan diferentes nichos ecológicos y contribuyen a la resiliencia del sistema.

Las sabanas palmares con *Copernicia alba* también muestran una alta diversidad florística. La alta cobertura herbácea y la presencia de múltiples especies sugieren que estos ecosistemas están bien equilibrados y pueden soportar variaciones en las condiciones ambientales. Las observaciones de Junk *et al.* (2011) sobre la importancia de la retención de agua y nutrientes en suelos arcillosos para mantener la biodiversidad son consistentes con los resultados obtenidos en la Estancia Estrella.

Las palmeras de las familias Arecaceae, como *Acrocomia aculeata* y *Copernicia alba*, son emblemáticas en muchas sabanas y desempeñan roles importantes en la estructura del paisaje y la ecología regional. Ripley y Pammenter (2004) mencionan que estas especies son representativas y tienen una significativa influencia en la configuración del ecosistema.

Las Poaceae, con géneros como *Paspalum* y *Axonopus*, son fundamentales en la formación de pastizales densos que ofrecen refugio y alimento a la fauna local. Lehmann y Parr (2016) subrayan que estas especies son clave en muchos ecosistemas, proporcionando estabilidad al suelo y apoyo a la biodiversidad animal.

Dentro de las Fabaceae, géneros como *Desmodium* y *Mimosa* son importantes debido a su capacidad para fijar nitrógeno y mejorar la fertilidad del suelo. Givnish (1999) destaca que estas plantas contribuyen significativamente a la sostenibilidad y productividad del ecosistema, al incrementar la disponibilidad de nutrientes esenciales.

Finalmente, la importancia de conservar la diversidad florística se destaca en estudios que enfatizan el valor de la biodiversidad para la resiliencia del ecosistema. Page (2002), Jones y Clemesha (1980) destacan que la protección de la diversidad biológica es crucial para asegurar la continuidad de los servicios ecosistémicos y la salud ambiental a largo plazo.

6.4 Adaptaciones de forma de vida

Tabebuia aurea, *Luehea divaricata*, *Allagoptera* sp., *Eugenia* sp. entre otras especies arbóreas, fueron identificadas como fanerófitas, caracterizadas por sus yemas de crecimiento por encima del suelo, lo que les permite regenerarse. De manera similar, Rzedowski (1978) documentó que *Curatella americana* y otras fanerófitas dominan en sabanas mexicanas, destacando su papel en la estructura vertical del ecosistema y su capacidad de adaptación al fuego y suelos pobres. Sarmiento (1983) también resaltó la importancia de estas especies en sabanas hiperestacionales, donde enfrentan ciclos de sequía y anegamiento.

Las especies *Melochia* sp., *Sporobolus* sp., *Macroptilium lathyroides*, clasificadas como terófitas, plantas de ciclo anual que cubren grandes áreas de suelo. Este comportamiento es comparable al registrado por De La Ossa-Lacayo *et al.* (2001). en los Llanos Orientales de Colombia, donde estas gramíneas desempeñan un papel clave en la regeneración del suelo tras incendios. Además, Mostacedo *et al.* (2006). encontraron que estas especies son fundamentales para el control de la erosión en sabanas de Bolivia, destacando su rápida colonización en áreas degradadas.

Andropogon lateralis y *Schizachyrium* sp., *Elionurus muticus*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum* sp., *Eupatorium amygdalinum* fueron clasificadas como hemicriptófitas, con yemas situadas a nivel del suelo, lo que facilita su rebrote tras disturbios. Este patrón coincide con el estudio de Soler (2010) en el Orinoco, donde las gramíneas son esenciales en la estabilización del suelo y la retención de humedad. Pérez-García *et al.* (2001) también resaltaron su importancia en sabanas mexicanas, subrayando su capacidad para mantener la cobertura vegetal en suelos arenosos y pobres.

El análisis de Erenso *et al.* (2016) en bosques y sabanas de Etiopía mostraron que ciertas especies dominan en función del manejo ambiental y la presión de pastoreo, influenciando la estructura de la vegetación. Este patrón de dominancia de familias específicas, como Poaceae y Fabaceae, es comparable a los resultados obtenidos en la Estancia Estrella, donde estas familias representan más de la mitad de la riqueza florística total.

7. CONCLUSIÓN

Las sabanas arboladas de la Estancia Estrella albergan una destacada diversidad florística, con 156 especies distribuidas en 39 familias, lo que evidencia su importancia como reservorios de la biodiversidad. Los tres tipos de sabanas estudiados dominadas por *Tabebuia aurea*, *Aspidosperma sp.* y *Copernicia alba* muestran diferencias significativas en su composición, con especies únicas que reflejan adaptaciones específicas a las condiciones ambientales locales. Este estudio aporta un conocimiento fundamental sobre la composición y dinámica de estos ecosistemas, destacando su relevancia ecológica y su papel en la provisión de servicios ecosistémicos.

Sin embargo, los resultados también evidencian la necesidad de realizar estudios adicionales que permitan comprender mejor la dinámica sucesional de las sabanas y los efectos de las actividades humanas sobre su estructura y composición. En particular, se recomienda desarrollar pautas para el manejo sostenible de estas formaciones, considerando que varias de las sabanas estudiadas ya se emplean como potreros. Estas acciones son esenciales para garantizar su conservación frente a presiones como la deforestación, el cambio climático y el uso intensivo del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albuquerque, A. C. S., & da Silva, A. G. (2008). *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.
- Alter Vida. 2006. Parque Nacional Paso Bravo, Plan de Manejo 2007-2011. Asunción, PY, PNUD/GEF. 128 p.
- Basualdo, I; Soria, N. 2002. 100 Especies del cerrado en Paraguay, Asunción, PY, Missouri Botanical Garden - Facultad de Ciencias Químicas/UNA. 220 p.
- Batalha, MA; Mantovani, W. 2001. Floristic composition of the cerrado in the Pé-deGigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, southeastern Brazil) (en línea). Acta botânica brasileira. 15 (3): 289–304. Consultado 07 de may 2024. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/abb/v15n3/7575.pdf>.
- Braun-Blanquet J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: Blume Ediciones.
- Bond, W. J., & Parra, C. L. (2010). Beyond the forest edge: ecology, diversity and conservation of the grassy biomes. Biological Conservation, 143(10), 2395-2404.
- Cabrera, AL; Willink, A. 1973. Biogeografía de América Latina. Washington D.C., US, Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. 128 p.
- Caetano, S; Prado, D; Pennington, RT; Beck, S; Oliveira-Filho, A; Spichiger, R; Naciri, Y. 2008. The history of seasonally dry tropical forests in eastern South America: inferences from the genetic structure of the tree *Astronium urundeuva* (Anarcadiaceae) (en línea). Molecular Ecology 17:3147-3159. Consultado el 7 de may. 2024. Disponible <http://prof.icb.ufmg.br/treetlan/Downloads/al16.pdf>
- Céspedes, G; Mereles, F. 2006. Estudio de la vegetación y la flora en el área de Aguará Ñu, Reserva de la Biosfera del Bosque Mbaracayú, Paraguay Oriental. Rojasiana 7 (2): 153–164.

- Chao, A., Chiu, C.-H., & Hsieh, T. C. (2014). Proposing a resolution to debates on diversity partitioning. *Ecology*, 95(8), 1994–2004.
- Cole, M. M. (1986). *The Savannas: Biogeography and Geobotany*. Academic Press.
- Da Cruz Campanha, GA, Warren, L., Boggiani, PC, Grohmann, CH y Cáceres, AA (2010). Análisis estructural del Grupo Itapucumí en la región de Vallemí, norte de Paraguay: Evidencias de un nuevo cinturón móvil Brasileño/Panafricano. *Revista de Ciencias de la Tierra Sudamericana*, 30 (1), 1-11.
- De La Ossa L. *et al.*, (2016). La Sabana: Formación de Gran Valor Productivo. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 8(1):120-137. <https://www.recia.edu.co/>
- Duno, R., et al. (2007). Estructura y composición florística de bosques secos y sabanas en los Llanos Orientales del Orinoco. *Revista Científica del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas*, 8(2), 125-140.
- Eiten, G. (1972). *The cerrado vegetation of Brazil*. *The Botanical Review*, 38(2), 201-341. <https://doi.org/10.1007/BF02859158>
- Erenso, F., Maryo, M. y Abebe, E. (2016). Composición florística y diversidad de especies de plantas leñosas en el bosque de Bonga, Etiopía. *Revista de Biodiversidad y Conservación*, 8(3), 56-78.
- Felfili, JM; Silva Junior, MC da; Resende, AV; Machado, JWB; Walter, BMT; Silva, PEN da; Duvall Hay, J. 1992. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do Cerrado sensu stricto na Chapada Pratinha, DF – Brasil (en línea). *Acta Botanica Brasilica* 6 (2): 27-46. Consultado 07 de may 2024. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/abb/v6n2/v6n2a03.pdf>
- Fensham, R. J., & Fairfax, R. J. (2007). Drought-related tree death of savanna eucalypts: species susceptibility, soil conditions and root architecture. *Journal of Vegetation Science*, 18(1), 71-80.
- Givnish, T. J. (1999). On the causes of gradients in tropical tree diversity. *Journal of Ecology*, 87(2), 193-210.

- Goodland, R., & Pollard, R. (1973). The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. *Journal of Ecology*, 61(1), 219-224.
- Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4(4), 379-391.
- Guyra Paraguay (2005). "Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Paraguay." Guyra Paraguay, Asunción, Paraguay.
- Inocencio Pretel, C., Ríos Ruiz, S., & Alcaraz Ariza, F. J. (1998). El paisaje vegetal de la cuenca albacetense del Guadalupe. *El paisaje vegetal de la cuenca albacetense del Guadalupe*.
- IPA (Ingeniería y Proyectos Ambientales, PY); Itaipú Binacional. 2007. Reserva Natural Tati Yupi, Plan de Manejo 2008 – 2012. Asunción, PY, Itaipú Binacional. 210 p.
- _____. 2010. Reserva Natural Yvyty Rokai, Plan de Manejo 2011 – 2015. Asunción, PY, Itaipú Binacional. 220 p.
- Itaipú Binacional. (2016). *Plan de Manejo 2017-2021 de la Reserva Natural Tati Yupi*. Asunción, Paraguay: Itaipú Binacional.
- Jiménez, M. V., Rodríguez, C., & Benítez, C. (2013). Contribución Al Estudio Florístico De La Reserva Natural Laguna Blanca, San Pedro, Paraguay. *Reportes científicos de la FACEN*, 4(1), 5-20.
- Jones, D. L., & Clemesha, S. C. (1980). *Australian Ferns and Fern Allies*. Reed.
- Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Lacerda, R., Wittmann, F., Kandus, P., Lacerda, L. D., & Maltchik, L. (2011). A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands*, 31(4), 623-640.
- Kahn, F., & Granville, J. J. (1992). *Palms in forest ecosystems of Amazonia*. Springer-Verlag.
- Lehmann, C. E., & Parr, C. L. (2016). Tropical grassy biomes: linking ecology, human use and conservation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1703), 20160329.

- Marín, G; Jiménez, B; Peña-Chocarro, M; Knapp, S. 1998. Plantas comunes de Mbaracayú: Una guía de las plantas de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Paraguay. Londres, UK, The Natural History Museum. 172 p.
- Medina, E. (1987). *Nutrient balance and physiological processes at the ecosystem level*. In L. B. F. Alvim & T. T. Kozlowski (Eds.), *Ecophysiology of tropical crops* (pp. 89-116). Academic Press.
- Mendoza, C. R., Jiménez, M. V., & de Arrúa, R. D. (Eds.). (2017). *Plantas Nativas del Cerrado de Aguará Ñú, Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Paraguay*. Facultad de Ciencias Químicas.
- Mereles, F. 2005. Una aproximación al conocimiento de las formaciones vegetales del Chaco boreal, Paraguay. *Rojasiana* 6 (2): 5–48. 2013. Acerca de las extensiones de cerrados y cerradones en el Paraguay. *Paraquaria Natural* 1 (1): 35 – 38. Consultado 07 de may 2024. Disponible en <http://paraquaria.org.py/articulo-files/ResumenAcerca%20de%20las%20extensiones%20de%20Cerrados%20y%20Cerradones%20en%20el%20Paraguay.pdf>
- Mereles, F. (2007). La diversidad vegetal en el Paraguay. *Salas-Dueñas, D; Facetti, JF. Biodiversidad del Paraguay: Una aproximación a sus realidades. Asunción, PY. Fundación Moisés Bertoni. p, 89-105.*
- Missouri Botanical Garden. (s.f.). *Tropicos: Botanical information system*. Recuperado en junio de 2024, de <https://www.tropicos.org>

- Montgomery, R. F., & Askew, G. P. (1983). *Mapping savannas using remote sensing: A case study in northern Australia. Journal of Biogeography*, 10(4), 349-364.
<https://doi.org/10.2307/2844777>.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto BOLFOR.
- Mostacedo, B., Balcázar, A. y Montero, JC (2006). Diversidad florística en sabanas de Bolivia. *Acta Botánica Boliviana* , 20(1), 45-60.
- Myers, JH, y Bazely, D. (2003). *Ecología y control de plantas introducidas*;
- Nascimento, D. T. F., & Novais, G. T. (2020). Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas. *Rev. De Geogr*, 9, 922021.
- Neri, AV; Meira Nato, JAA; Silva, AF da; Martins, SV; Saporetti Junior, AW. 2007. Composição florística de uma área de Cerrado Sensu stricto no Município de Senador.
- Oliveira-Filho, A. T., & Ratter, J. A. (2002). *Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome*. In P. S. Oliveira & R. J. Marquis (Eds.), *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna* (pp. 91-120). Columbia University Press.
- Page, C. N. (2002). Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 119(1-2), 1-33.

Pennington, R. T., Prado, D. E., & Pendry, C. A. (2006). Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, 27(2), 261-273.

Peña-Chocarro, MC; Espada-Mateos, C; Vera, M; Cespedes, G; Knapp, S. 2010. Updated checklist of vascular plants of the Mbaracayú Forest Nature Reserve (Reserva Natural del Bosque Mbaracayú), Paraguay. *Phytotaxa* 12: 1 – 224. Consultado 8 mayo 2024
Disponible en:
<https://www.biotaxa.org/Phytotaxa/article/view/phytotaxa.12.1.1/18218>.

Pérez-García, B., Meave, JA, & Colín-García, M. (2001). Estructura y composición florística de las sabanas de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, México. *Acta Botánica Mexicana*.

Pryer, K. M., Schuettpelz, E., Wolf, P. G., Schneider, H., Smith, A. R., & Cranfill, R. (2004). Phylogeny and evolution of ferns (monilophytes) with a focus on the early leptosporangiate divergences. *American Journal of Botany*, 91(10), 1582-1598.

Ratter, J. A., Ribeiro, J. F., & Bridgewater, S. (1997). *The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. Annals of Botany*, 80(3), 223-230.
<https://doi.org/10.1006/anbo.1997.0469>.

Ripley, B. S., & Pammenter, N. W. (2004). Physiological characteristics of *Panicum maximum* Jacq. grown under different soil water conditions. *New Phytologist*, 162(2), 231-238.

Robbins, MB, Faucett, RC y Rice, NH (1999). Avifauna de una localidad del cerrado paraguayo: Parque Nacional Serranía San Luis, departamento de Concepción. *Boletín Wilson*, 111(2), 216-228.

Parr, C. L., Lehmann, C. E., Bond, W. J., Hoffmann, W. A., & Andersen, A. N. (2014). Tropical grassy biomes: misunderstood, neglected, and under threat. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(4), 205-213.

Raunkiaer, C. (1934). *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*.

Ribeiro et al., (2012). *El Conservación Biológica*, 142 (6), 1141-115
<https://doi.org/10.1016/j.bj.biocon.2009.02.021>.

Ríos, E. (2009). "Geología del Chaco Paraguayo." Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

- RPCTP (Red Paraguaya de Conservación en Tierras Privadas, PY); Agropozo S.A.C.I. 2017.
- Reserva Natural Tagatiya mí, Plan de Manejo 2008 – 2012. Asunción, PY, Agropozo.
- Rzedowski, J. y Sarukhán, J. (1978). Flora fanerogámica de México. *Elsevier* .S.A.C.I. 159 p.
- Sarmiento, G. (1984). *The ecology of neotropical savannas*. Cambridge: Harvard University Press.
- SEAM (Secretaría del Ambiente, PY). 2012. Evaluación ecológica rápida del Parque Nacional Cerro Corá. Asunción, PY, SEAM. 100 p.
- Secretaría del Ambiente (SEAM) (2013). "Plan de Gestión Ambiental del Chaco Paraguayo." SEAM, Asunción, Paraguay.
- Silva, E da; Durigan, G. 2012. Diferencias florísticas y estruturais entre fitofisionomías do Cerrado em Assis, SP, Brasil (en línea). *Revista Árvore* 36 (1): 181-193. Consultado 8 de mayo 2024. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v36n1/a19v36n1.pdf>
- Soler, M. (2010). Relación edáfica y diversidad florística en sabanas del Orinoco. *Estudios Geográficos* , 74(274), 67-88.
- Souza, M; Silva Junior, M C da. 2004. Fitossociologia e similaridade florística entre trechos de Cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília, DF (en línea). *Acta Botânica Brasilica*. 18 (1): 19–29. Consultado 08 de mayo del 2024. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/240765901_Fitossociologia_e_similaridade_floristica_entre_trechos_de_Cerrado_sentido_restrito_em_interfluvio_e_em_vale_no_Jardim_Botanico_de_Brasilia_DF.
- Walter, BMT. 2006. Fitofisionomias do bioma Cerrado: Síntese terminológica e relações florísticas (en línea). Tesis (Doctorado en Ecología). Brasília, BR, Departamento de Ecologia, Instituto de Ciencias Biologicas, Universidade de Brasília. 389 p. Consultado

08 de mayo del 2024 Disponible en
<http://www.pgecl.unb.br/images/sampled/teses/2000a2010/2006/Bruno%20M.T.%20Walter.pdf>.

Wilmanns, O. 1998. Ökologische Pflanzensoziologie. Eine Einführung in die Vegetation Mitteleuropas. Heidelberg, Wiesbaden: Quelle und Meyer.

Zuloaga, F. O., Morrone, O., & Belgrano, M. J. (Eds). (2008). Catalogo de las Plantas vasculares del Cono Sur: (Argentina, sur de Brasil, Chile, Paraguay, Uruguay). Missouri Botanical Garden Press. Recuperado de:
<https://www.tropicos.org/Project/FloraConoSur>

ANEXO

Anexo 1: Metodología de campo, se muestra la instalación de las parcelas temporales con jalones (Foto 1), el herbario con las muestras colectadas de campo (Foto 2), la observación de las muestras colectadas en el laboratorio (Foto 3), y el análisis de las estructuras reproductivas de las muestras vegetales utilizando una lupa estereoscópica (Fotos 4 y 5).



Anexo 2: En las siguientes fotografías se destacan flores de diferentes especies.

