



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

“COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE DOS ECOSISTEMAS DE SABANAS EN PANAMÁ”

PRESENTADO POR:
JORGE JOSÉ VALDÉS SÁNCHEZ
8-900-1333

Trabajo de graduación presentado como
requisito parcial para optar por el título de
Licenciatura en Biología con orientación
en Biología Vegetal.

Panamá, República de Panamá

2024



TRIBUNAL EXAMINADOR

Título:

“Composición florística de dos ecosistemas de sabanas en Panamá”

Por:

JORGE VALDÉS

8-900-1333

Trabajo de Graduación presentado a consideración de la Escuela de Biología como requisito parcial para optar por el título de Licenciatura en Biología con Orientación en Biología Vegetal.

Mgtr. Jorge Mendieta

Dra. María Sánchez de Stapf

Mgtr. Nayda Flores

DEDICATORIA

Principalmente gracias a Dios, por permitirme completar este proceso y culminar con éxito el trabajo realizado en este documento. De manera especial a mis padres, por su apoyo, comprensión y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí. De igual forma a mi familia, amistades y personas que me han apoyado y han hecho posible que este trabajo se realice con éxito.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores: el Magister Jorge Mendieta, a la Doctora. María de Stapf y a la Magister Nayda Flores por brindarme la orientación y las enseñanzas durante toda la etapa de estudiante de la orientación de Biología Vegetal y durante la etapa de este trabajo de investigación.

Al Herbario de la Universidad de Panamá y a sus funcionarios por permitirme la utilización de las instalaciones para el revisado de las muestras colectadas y la consulta de material bibliográfico que fue de ayuda para el avance de dicho proyecto.

A la Doctora Noris Salazar y la Doctora Catherine Potvin por brindarme el apoyo y los consejos durante el proceso de la elaboración y confección del trabajo de investigación.

Agradezco al Magister Orlando Ortiz, por brindar su ayuda con su conocimiento en la elaboración de la metodología en campo y el análisis de datos.

A mis compañeros de muestreo el señor Daniel Romero y a Tatyana Herrera, que, a pesar de los difíciles momentos de la pandemia, su apoyo fue de gran importancia para avance del proyecto.

Agradecer siempre a mi familia y a mis amigos por su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	II
Agradecimientos	IV
Índice general	V
Índice de cuadros	VI
Índice de figuras	VII
Resumen	VIII
1. Introducción	1
2. Materiales y métodos	3
2.1 Sitio de estudio.....	3
2.2 Características físicas de los sitios de estudio.....	4
2.2 Diseño del muestreo	4
2.3Parámetros de descripción de la vegetación	7
3. Resultados y discusión	9
3.1. Estructura florística.....	9
3.2. Rarefacción, regresión y curva de especies	10
3.3. Abundancia, cobertura y frecuencia de las especies.....	13
3.4. Diversidad α	17
3.5. Diversidad β	21
3.6 Especies amenazadas, nativas y exóticas.....	24
4. Conclusiones	30
5. Recomendaciones	31
6. Literatura citada	32
7. Anexos	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Abundancia, frecuencia y VIR parcelas de cerro Altos de Campana.....	14
Cuadro 2. Abundancia, frecuencia y VIR parcelas de cerro La India Dormida.....	15
Cuadro 3. Índices de diversidad Alfa, cerro Altos de Campana.....	17
Cuadro 4. Índices de diversidad Alfa, cerro La India Dormida.....	19
Cuadro 5. Índice de diversidad Beta: Bray Curtis, cerro Altos de Campana.....	21
Cuadro 6. Índice de diversidad Beta: Jaccard, cerro Altos de Campana.....	22
Cuadro 7. Índice de diversidad Beta: Bray Curtis, cerro La India Dormida.....	23
Cuadro 8. Índice de diversidad Beta: Jaccard, cerro La India Dormida.....	24
Cuadro 9. Estado de conservación de las especies, exóticas o nativas.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localidades de los 2 sitios de estudio: cerro Altos de Campana y cerro La India Dormida.....	3
Figura 2. Distribución de las parcelas en cerro Altos de Campana.....	5
Figura 3. Distribución de las parcelas en cerro La India Dormida.....	5
Figura 4. Esquema del tipo de parcela a emplear.....	6
Figura 5. Familias reportadas en las parcelas de cerro Altos de Campana.....	9
Figura 6. Familias reportadas en las parcelas de cerro La India Dormida.....	10
Figura 7. Curva de rarefacción parcelas cerro Altos de Campana.....	11
Figura 8. Curva de rarefacción parcelas cerro La India Dormida.....	11
Figura 9. Curva de acumulación de especies parcelas cerro Altos de Campana.....	12
Figura 10. Curva de acumulación de especies parcelas cerro La India Dormida.....	13
Figura 11. Índice de Dominancia de Simpson 1-D para las parcelas de cerro Altos de Campana.....	18
Figura 12. Índice de Shannon H para las parcelas de cerro Altos de Campana.....	18
Figura 13. Índice de Dominancia de Simpson 1-D para las parcelas de cerro La India Dormida.....	20
Figura 14. Índice de Shannon H para las parcelas de cerro La India Dormida.....	20
Figura 15. Índice de Similitud de Bray Curtis y Jaccard para las parcelas de cerro Altos de Campana.....	22
Figura 16. Índice de Similitud de Bray Curtis y Jaccard para las parcelas de cerro La India Dormida.....	23
Figura 17. Índice de Similitud de Bray Curtis y Jaccard para las parcelas de cerro Altos de Campana vs cerro La India Dormida.....	24
Figura 18. Establecimiento de la parcela de 200 m ² . Del lado izquierdo de la parcela de Altos de Campana y del derecho de La India Dormida.....	36
Figura 19. Medición de frecuencia y cobertura de las especies herbáceas y arbustivas, con el cuadrante de 1 m ² . De lado izquierdo Altos de Campana y del lado derecho La India Dormida....	36
Figura 20. Especies registradas en el área de estudio.....	37

RESUMEN

El estudio se realizó en las sabanas del Parque Nacional Altos de Campana, perteneciente al corregimiento de Campana, Distrito de Capira, Provincia de Panamá Oeste y en las sabanas correspondientes a cerro La India Dormida, perteneciente al corregimiento del Valle de Antón, Distrito de Antón, Provincia de Coclé, en donde se registró la composición florística de las especies de arbustos y especies herbáceas presentes en dichas localidades. Para alcanzar el objetivo del estudio se establecieron 10 parcelas de 200 m² por sitio y éstas se subdividieron en 100 subparcelas por sitio de 1m² para el estudio de especies arbustivas y herbáceas.

Se registraron 2470 individuos, distribuidos en 50 especies, 41 géneros y 19 familias en la sabana del Parque Nacional Altos de Campana. Mientras que, en la sabana del cerro La India Dormida se registraron 1662 individuos, distribuidos en 52 especies, 47 géneros y 2 familias. Las familias con mayor abundancia de especies fueron Poaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Cyperaceae, Fabaceae y Rubiaceae.

La especie más abundante en la cobertura vegetal de la sabana de Altos de Campana es *Paspalum pectinatum* (Poaceae), mientras que, la especie más abundante en la cobertura vegetal de la sabana de La India Dormida es *Rhynchospora globosa* (Poaceae). Por su parte, la especie de valor de importancia relativa en la parcela de Altos de Campana es *Paspalum pectinatum* (Poaceae) con 5.69 %, esto debido a su alta frecuencia en el muestreo, así como su dominancia en la cobertura vegetal, mientras que en la parcela de La India Dormida es *Calea prunifolia* (Asteraceae) con 6.37%.

1. INTRODUCCIÓN

Se define como ecosistema de sabana al conjunto casi continuo de hierbas, árboles y arbustos de características xeromórficas, cuya densidad de población varía desde la ausencia de árboles hasta coberturas del 15-80%, y cuyos patrones de crecimiento están influenciados por la estacionalidad climática (Sarmiento, 1984; Bustamante *et al.*, 2006). Según estas definiciones, se dificulta distinguir el ecosistema de sabana de comunidades dominadas por hierbas, por lo cual, Sarmiento (1984) enfatiza en la tendencia de árboles a tener baja estatura, tallos delgados, ramificados y de copas anchas (Sarmiento & Monasterio, 1983).

Los primeros registros de sabanas corresponden a periodos previos a la aparición de los humanos. Jacobs *et al.* (1999) señalan que, para la época del Paleoceno, se han registrado granos de polen de hierbas de sabanas con caracteres similares a los actuales de Sur América y África, hace 60 y 55 Ma. Además, se evidencian fósiles de granos de polen provenientes de hierbas de sabanas en regiones tropicales, los cuales datan del Eoceno (Flenley, 1979; Van Der Hammen, 1983). Por otro lado, estudios utilizando isótopos C14 en dientes fósiles de herbívoros sugieren el origen de las sabanas durante el Oligoceno (Jacobs *et al.* 1999).

Lavin *et al.* (2004) y Schrire *et al.* (2005) mencionan que las mayores áreas de sabanas en el Neotrópico y África, posiblemente, se formaron mediante dispersiones de gramíneas a larga distancia y a las condiciones del suelo, poco fértil, lo cual hacen posible la invasión de especies de bosques secos, debido a un menor estrés hídrico. Dichas condiciones físicas y químicas de los suelos en las sabanas del Neotrópico, limitaron esta invasión, restringiendo las sabanas a zonas poco fértiles. Esto permite argumentar que las sabanas pueden ser un tipo de vegetación natural (Van Der Hammen, 1983).

La vegetación de este tipo de ecosistema cubre alrededor del 43% de la superficie del planeta, equivalente a 15 millones de km², de lo cual 3 000 000 de km² corresponden al Neotrópico, (Pennington *et al.*, 2006; López *et al.*, 2005; Caylor & Shugart, 2006). Las sabanas de mayor importancia se encuentran en Sur América, África, Oceanía (Australia), América Central y Asia (Bustamante *et al.*, 2006).

En Panamá, las sabanas se encuentran distribuidas en regiones de tierras bajas a medianas alturas, con topografía irregular y discontinua, en el lado más seco del Pacífico, al suroeste de país (Beard, 1953; Huber, 1987). Son pocos los estudios realizados acerca de este tipo de ecosistema, la mayoría

se han centrado en la fitogeografía y la taxonomía (Davidse *et al.*, 1994; Correa, 1998), así como, en el uso forrajero de las Poaceae para la ganadería (Carrasquilla, 1984). Estudios como el Mapa de Vegetación de Panamá del 2000 han propuesto una clasificación de Sabanas y Pastizales Similares, cuyas especies herbáceas presentan un crecimiento de 50 cm a 2 m de altura, construidos por bosque muy abierto (poca cobertura arbórea) y con el suelo cubierto por hierbas similares a gramíneas cortas (Berger, 2000).

Las especies herbáceas de este tipo de vegetación presentan raíces especializadas que utilizan la primera capa del suelo para la absorción del agua y un ciclo de crecimiento asociado a la estacionalidad de la lluvia. Por otro lado, los árboles en este tipo de ecosistema presentan raíces que pueden alcanzar capas de mayor profundidad y de esta forma obtener más agua y nutrientes, por esto su crecimiento depende menos de las lluvias (Walker & Noy-Meir, 1982; Sarmiento & Monasterio, 1983).

Climáticamente, las sabanas se desarrollan en sitios con marcada estacionalidad de lluvias, la estación seca se puede extender entre 2 y 9 meses. El promedio de temperaturas oscila entre 20 ° C y 30° C. La precipitación anual oscila entre los 50 y 150 mm. En el caso de las sabanas localizadas en Australia, Norte América y África las precipitaciones fluctúan entre 400 mm y 1200 mm (MacDonald, 2003). Por otro lado, los suelos de sabana por su textura y profundidad afectan el crecimiento de las hierbas por su escasa disponibilidad de agua. La incapacidad de retener agua en el suelo de sabana, pueden intensificar el estrés por sequía durante el período de poca lluvia (en suelos arenosos) o aumentar la extensión e intensidad de las inundaciones en suelos pesados, durante el pico de la temporada de lluvias (Cole, 1986).

Por otra parte, la estructura del ecosistema de sabana es bastante variable, por ejemplo, en África y Australia se han reconocido 5 categorías de clasificación ("savanna woodland", "savanna parkland", "savanna grassland", "low tree and shrub savanna" and "thicket and shrub"), en contraste con las sabanas suramericanas, que van desde ambientes con un predominio de vegetación leñosa hasta ambientes donde lo que predomina son las plantas herbáceas (Sarmiento y Silva, 1997; Osborne, 2000).

Para comprender las características de diversidad en las sabanas estudiadas se propone como objetivo general estudiar la composición florística de dos sabanas en Panamá. Para lograr este objetivo, se plantean los siguientes objetivos específicos: determinar los índices de diversidad de las especies herbáceas, estimar el grado de similitud de la composición y determinar las especies exóticas y nativas de dos sabanas en Panamá.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Sitio de estudio

El estudio se realizó en dos áreas de la República de Panamá, localizadas en las provincias de Coclé y Panamá Oeste (Figura 1). Estas dos áreas son: El Parque Nacional Altos de Campana, perteneciente al corregimiento de Campana, Distrito de Capira, Provincia de Panamá Oeste (8.688603° , -79.908764°), y en el cerro La India Dormida, corregimiento del Valle de Antón, Distrito de Antón, Provincia de Coclé ($8,6098773^{\circ}$, $-80,1488718^{\circ}$).



Figura 1. Localidades de los 2 sitios de estudio: cerro Altos de Campana y cerro La India Dormida (Adaptado Google Earth, 2021).

2.2 Características físicas de los sitios de estudio

Por medio de solapamientos de mapas empleando Google Earth (Versión 9.125.0.0), así como mapas de la Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (ETESA) y el Atlas Ambiental de la República de Panamá (2010), se determinaron algunas de las características abióticas y bióticas del sitio de estudio.

•Clima

Según la clasificación de clima de Köppen, el Parque Nacional Altos de Campana se caracteriza por tener un Clima Tropical de Sabana, con presencia de lluvias anuales mayor a los 1000 mm y su tasa más baja de 60 mm, y temperatura media de 22° C. Por otro lado, cerro La India Dormida, Valle de Antón se caracteriza por un tipo de Clima Tropical Húmedo con precipitación anual mayor a los 2250 mm concentrada en 4 meses de mayor actividad lluviosa, la temperatura media de 18°C (ETESA, 2007). Con respecto a la clasificación climática de Mckay, las dos áreas de estudio se encuentran en la categoría de Clima tropical con estación seca prolongada y presentan temperaturas medias de 27 a 28°C, precipitación anual siempre inferior a 2500 mm. Según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (1967), los sitios de estudio se encuentran en dos categorías de zonas de vida diferentes: Bosque Húmedo Tropical (Altos de Campana) y Bosque muy Húmedo Premontano (cerro La India Dormida, Valle de Antón) (Barranco & Cummings, 2010).

•Suelo

El suelo es ácido, con presencia de niveles bajos de fertilidad, conformado principalmente por un suelo de tipo franco arenoso. Según su clasificación taxonómica, esta zona está en la categoría de inceptisoles, alfisoles y utilisoles (IDIAP, 2006).

2.3 Diseño del muestreo

2.3.1 Trabajo de campo

Los muestreos se realizaron durante los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre de 2021, así como en enero, febrero, junio y julio de 2022. Se establecieron 10 parcelas de 200 m² por sitio de estudio. Se utilizó un hilo, ya medido, para trazar los 50 m centrales y con ayuda de dos tubos de PVC de dos metros, se fueron delimitando las parcelas. Donde PB (parte baja del cerro) se realizaron 3 parcelas de 200 m², PM (parte media del cerro) con 4 parcelas de 200 m² y PA (parte alta del cerro) con 3 parcelas de 200 m². Por diferencia en la topografía en el Valle de Antón se realizaron parcelas PB (parte baja del cerro) y PA (parte alta del cerro) de 200 m², 5 en cada estrato. A lo largo de las parcelas de 200 m², fueron colectadas, anotadas y fotografiadas las plantas herbáceas en 10 puntos escogidos al azar (subparcelas 1m²). En total, se establecieron 100 subparcelas de 1 m² en cada área de estudio (figs.2 y 3).

Adicionalmente, en cada una de las parcelas de 200 m², se colectaron muestras de árboles y arbustos por encima de los 2 metros de altura.

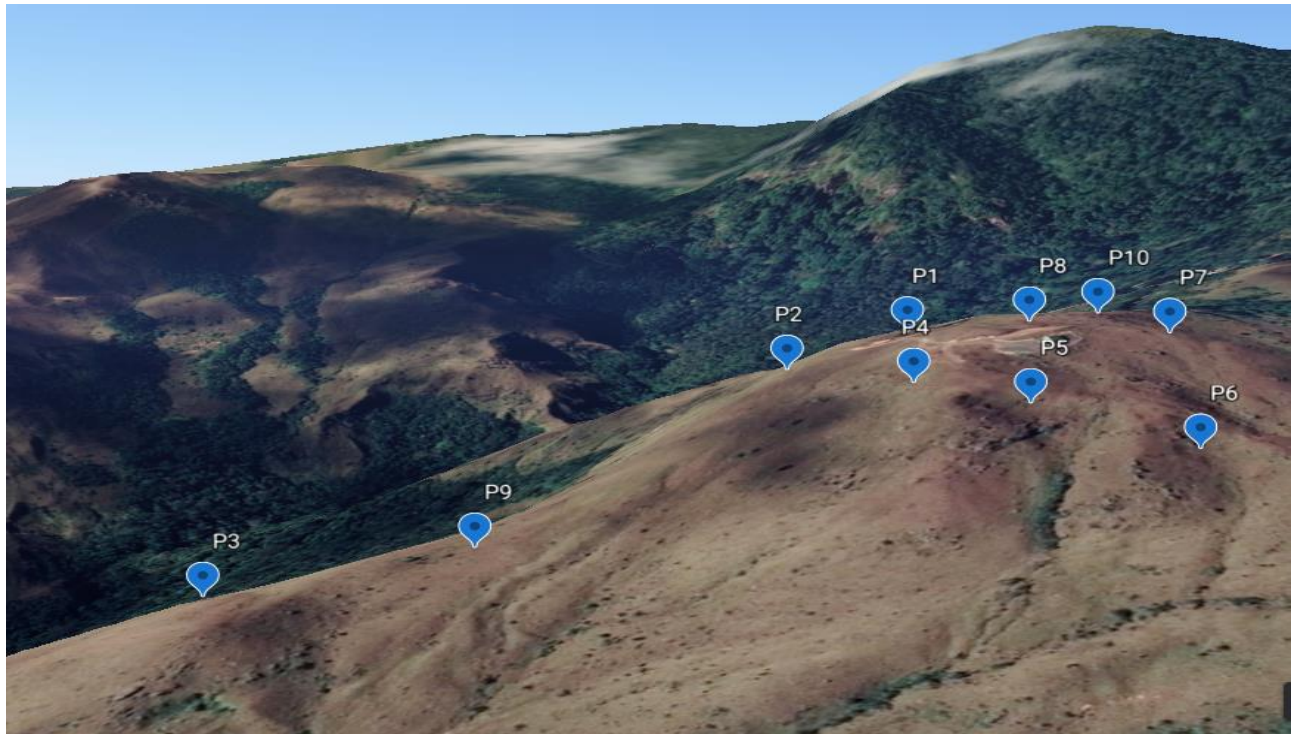


Figura 2. Distribución de las parcelas en cerro Altos de Campana. (Adaptado Google Earth, 2021).



Figura 3. Distribución de las parcelas en cerro La India Dormida (Adaptado Google Earth, 2021).

Se realizaron colectas de muestras botánicas para su identificación y se utilizó alcohol al 70% en viales para conservar estructuras sexuales para su identificación. Las fotografías y los apuntes de campo de los cuadrantes de 1 m² fueron trabajados utilizando el programa ImageJ, para una mayor precisión en el cálculo de la cobertura de las especies.



Figura 4. Esquema del tipo de parcela a emplear. Modificado Jaum, I. (2004).

2.3.2 Trabajo en laboratorio

Las muestras botánicas fueron secadas en el Herbario de la Universidad de Panamá (PMA) e identificadas en el Laboratorio de Sistemática del Departamento de Botánica. Para la identificación de los especímenes, se emplearon claves dicotómicas (Flora de Panamá, Flora Mesoamericana, Manual de plantas de Costa Rica y la guía de campo de hierbas, árboles y arbusto de la flora del Parque Nacional Altos de Campana), se compararon con los especímenes de herbario y se verificaron los nombres actualizados mediante bases de datos (The Plant List y Tropicos).

Las especies amenazadas se verificaron en el listado actualizado del Mi Ambiente de acuerdo con la legislación panameña (Mi Ambiente, 2020) e Instituciones Internacionales como Lista Roja de UICN 2024 (<http://oldredlist.iucnredlist.org/search>), y Apéndices de CITES, 2024 (<http://checklist.cites.org/#/es>).

2.4 Parámetros de descripción de la vegetación

2.4.1 Rarefacción, regresión y curva de especies

El método de rarefacción se basa en estimar el número medio de especies a través de submuestras repetidas al azar de n^* de individuos a partir de la muestra original más grande, siendo $n^* = n$ el tamaño de la muestra original más pequeña (Gotelli & Colwell, 2011).

El análisis de regresión determina el grado en el que la diversidad de los cuadrantes $H' = -\sum p_i \times \ln p_i$ (Whittaker 1972), será influenciada por las propiedades de menor escala como de riqueza puntual (S), similaridad de puntos (J) y patrones de diversidad (1-PS) (Pielou 1966).

Para la curva de acumulación de especies se extrapola el número de especies observadas vs. el número de especies esperadas. Esto permite dar fiabilidad al esfuerzo de muestreo requerido, por lo que se utilizará la ecuación de Clench con una aleatorización de 100 corridas para determinar el número de especies esperadas por sitio (Jiménez & Hortal 2003).

2.4.2 Cobertura y valor de importancia relativa (VIR)

Se estimó la cobertura (A) a partir del área obtenida del programa ImageJ, se clasificarán las comunidades herbáceas de cada parcela de 200 m² según la cobertura relativa de dicha parcela, por medio de algoritmos de agrupamiento jerárquico y aglomerados, dichos algoritmos están basadas en el método de Ward (McCune & MeVord, 1999).

Se calculó los valores de importancia relativa (VIR) para todas las especies o morfoespecies en cada sitio utilizando la siguiente fórmula:

$$VIR = Cr + Fr$$

donde Cr representa la cobertura relativa y Fr representa la frecuencia de la especie.

La cobertura y frecuencia relativas se calculó con las siguientes ecuaciones:

$$Fr = f/ft \quad Cr = c/ct$$

donde f = frecuencia de la especie, f_t = frecuencia máxima de una especie, c = cobertura de la especie, ct = cobertura total de las especies.

2.4.3 Diversidad α :

Índice de Shannon. Este índice considera no sólo el número de especies sino su representación (cuantos individuos por especie). Este índice requiere que todas las especies estén representadas en la muestra y es muy susceptible a la abundancia (Magurran, 1988) $= - \sum (c_i/C) \log_2(c_i/C)$.

Índice de Simpson. Este índice varía inversamente con la heterogeneidad; por ejemplo, los valores del índice decrecen o aumentan según aumente o decrezca la diversidad. Es en realidad un índice de dominancia, sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total. $D = \sum 1/(p_i^2)$.

Donde el valor de D se encuentra acotado entre 0 y s , tiende a cero en comunidades poco diversas, y es igual a la riqueza específica (s) en comunidades de máxima equitatividad ($E = \sum 1/(s * p_i^2)$).

2.4.4 Diversidad β

Análisis de Bray-Curtis

La diversidad β (relación de la composición florística) de las dos áreas de estudio se compara mediante un análisis de ordenación (Bray & Curtis, 1957), tomando en consideración las abundancias absolutas (N/ha) (McAleece *et al.*, 1997).

Índice de Jaccard (J)

La similaridad florística de las comunidades de sabanas, se evaluará mediante el índice de Jaccard (J), modificado por Ellenberg (1956), que es exclusivamente cualitativo y no considera el grado de participación de cada especie en la dominancia ecológica, donde el valor más cercano a 1 indica mayor semejanza (Magurran, 1988). Este índice se define mediante la ecuación: Índice de Jaccard: $J = C / S_1 + S_2 - C$ Donde: S_1 = N° de especies presentes en la zona 1 S_2 = N° de especies presentes en la zona 2 C = N° de especies que están presentes en las dos muestras. Como se puede observar es el cociente de la intersección entre la suma de todo lo no común. Es al contrario del índice de inclusión, un índice simétrico, y como aquel, sus valores oscilan entre 0 y 1. Cuando la intersección es nula, $J_{ij} = 0$, y cuando los conjuntos son idénticos, $J_{ij} = 1$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Estructura florística.

En el área de estudio de cerro Altos de Campana se registraron 2470 individuos, distribuidos en 49 especies, 40 géneros y 18 familias. Las familias con la mayor cantidad de especies y géneros fueron: Poaceae, Asteraceae, Melastomataceae y Cyperaceae (Figura 9). Posiblemente, la dominancia de la familia Poaceae se debe a su forma de reproducción y dispersión en este tipo de ecosistema, esto se ve reflejado en la cantidad de especies (11 especies) y en la cantidad de individuos registrados (1508 individuos) (Lavin *et al.* 2004). El mayor número de individuos se registró en las especies *Raddiella esenbeckii*, *Paspalum pectinatum* y *Axonopus aureus* de la familia Poaceae, las cuales presentaron 506, 330 y 304, individuos respectivamente. Estas especies son nativas de las sabanas secas de Costa Rica y Panamá (Davidse, G., *et al.* 1994).

La familia Asteraceae registró 236 individuos en 8 especies; destacándose la especie de *Calea prunifolia* como la especie que presentó mayor cantidad de individuos con 160 individuos. Está encontrándose en laderas rocosas, sabanas, matorrales y vegetación palustre, extendiéndose por toda Mesoamérica, Colombia, Venezuela y Ecuador (Pruski, J. K., *et al.* 2018).

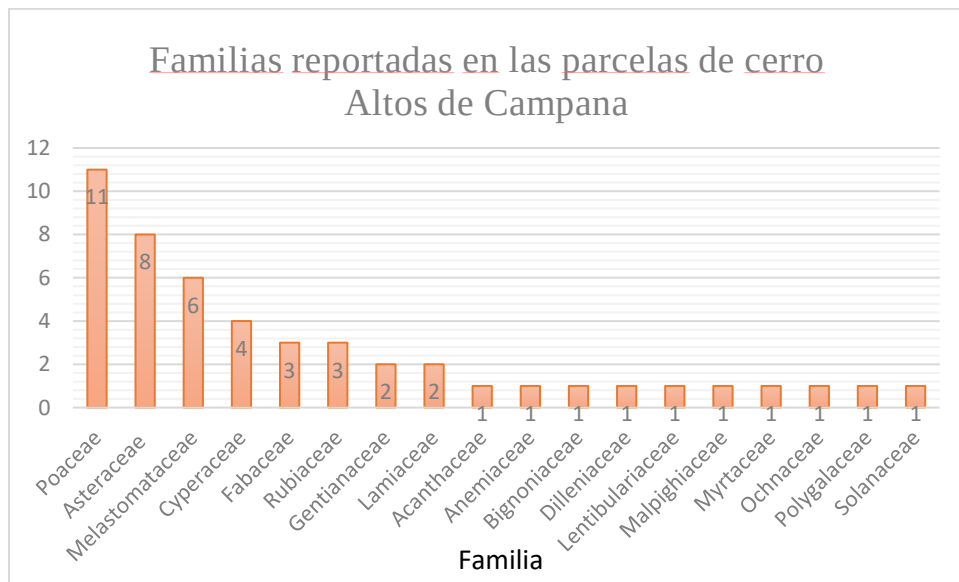


Figura 5. Familias reportadas en las parcelas de cerro Altos de Campana.

En el área de estudio de cerro la India Dormida se registraron 1662 individuos, distribuidos en 50 especies, 45 géneros y 24 familias. Las familias con la mayor cantidad de especies y géneros fueron: Poaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Cyperaceae, Fabaceae y Rubiaceae (Figura 10). En el cerro La India Dormida se registraron 2/3 menos de la cantidad de individuos registrados en cerro Altos de Campana, ésta comparte 32 especies con cerro Altos de Campana, pero difiere en

20 especies, en función a la cantidad de especies en ambas localidades. En La India Dormida se encuentran dos especies más que en las encontradas en las parcelas de Altos de Campana, es posible que se deba a las condiciones de mayor humedad y precipitación que se presenta en el área de estudio (ETESA, 2007). El mayor número de individuos lo registró la especie *Calea prunifolia* de la familia Asteraceae, el cual presentó 280 individuos. Seguido de la especie *Rhynchospora globosa* de la familia Cyperaceae que tuvo 245 individuos y la especie *Aristida capillacea* de la familia Poaceae con 162 individuos, siendo especies representativas de las sabanas de clima seco de Mesoamérica. (Rodríguez, A., et al. 2006)

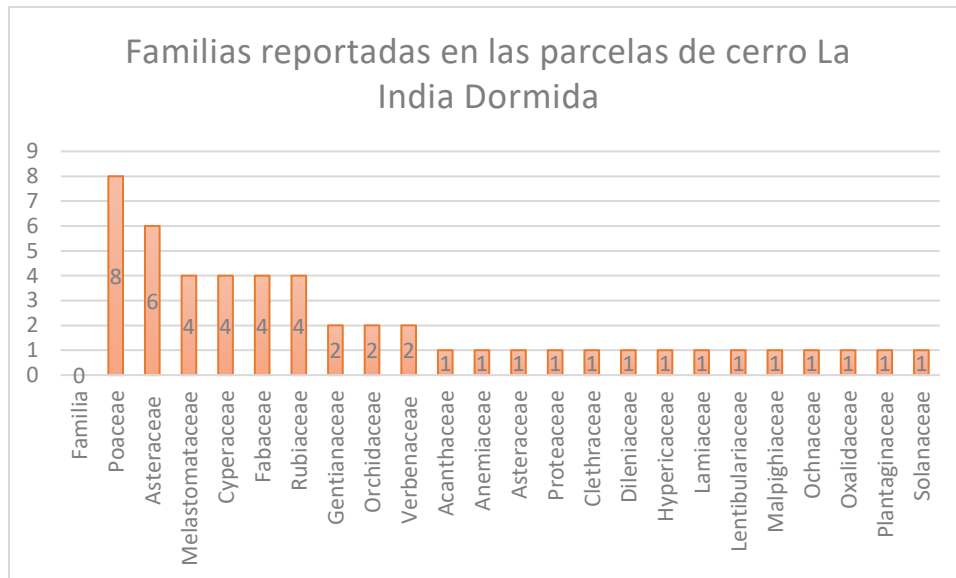


Figura 6. Familias reportadas en las parcelas de cerro La India Dormida.

3.2. Rarefacción, regresión y curva de especies

Rarefacción

Para la curva de rarefacción, las 10 parcelas de cerro Altos de Campana tuvieron similitud en la diversidad promedio de especies, pero se puede observar como la parcela 1 y la parcela 7 fueron aquellas parcelas donde el promedio de especies fue más elevado (Fig.5). Por su parte en las parcelas de cerro La India Dormida, existe similitud entre la diversidad promedio de las especies (Fig. 6). Aparte cabe señalar que la curva de rarefacción tanto para las parcelas de cerro Altos de Campana como para cerro La India Dormida alcanzan la curva asintótica, lo que indica que el número de muestreo es el apropiado para una obtención significativa de especies (Gotelli & Colwell, 2011).

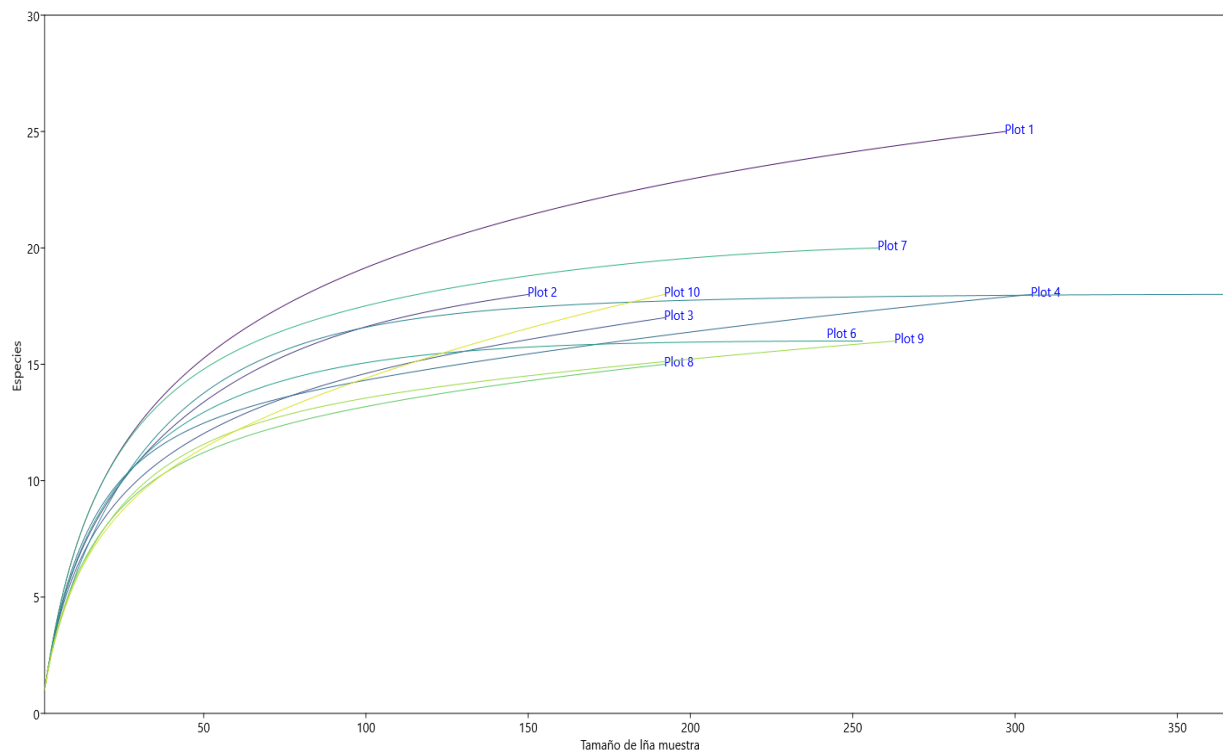


Figura 7. Curva de rarefacción para las parcelas de cerro Altos de Campana.

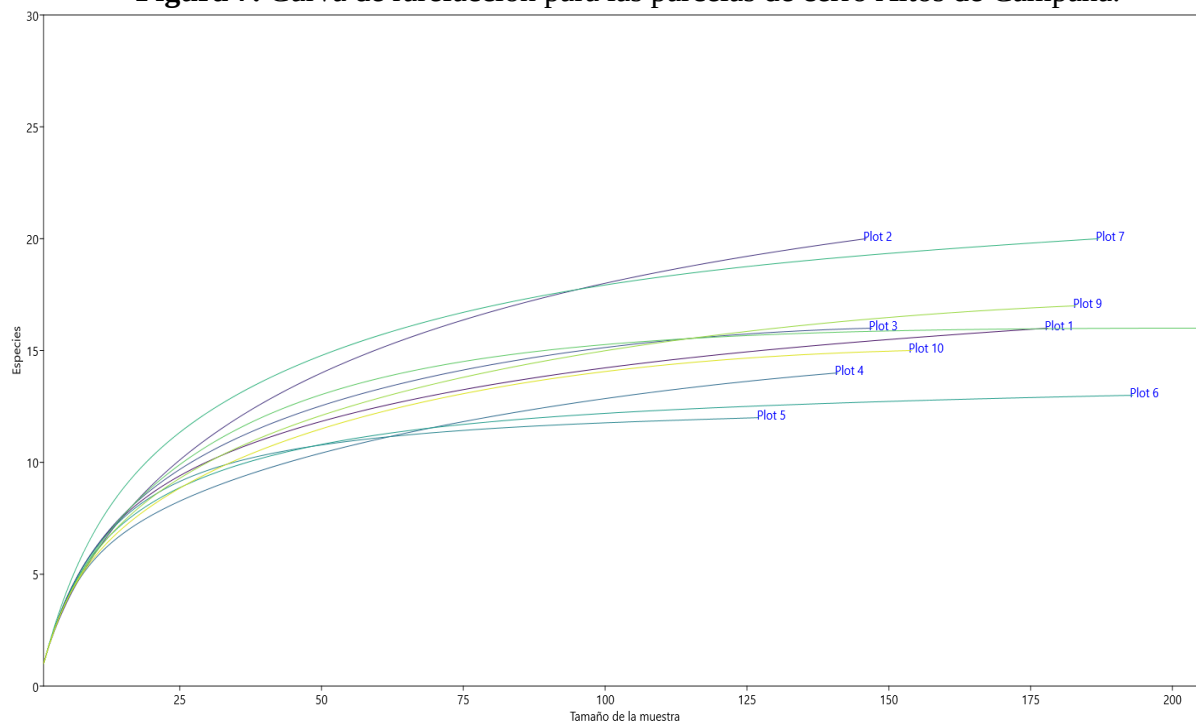


Figura 8. Curva de rarefacción para las parcelas de cerro La India Dormida.

Regresión y curva de acumulación de especies

Para confirmar lo obtenido en la curva de rarefacción, por medio de la fórmula de regresión lineal y la curva de acumulación de especies se demuestra que, para ambos sitios se alcanzó la cantidad adecuada de números de muestreo, para poder representar la diversidad de cada sitio estudiado. Para cerro Altos de Campana, la regresión fue del 79% mucho más alta que lo obtenido en el cerro La India Dormida con un 72%. Este último porcentaje es debido a la mayor diversidad de especies que se encuentra en el cerro La India Dormida, es posible que si se aumenta el número de muestreo exista un aumento de la cantidad de especies en cerro La India Dormida, mientras que en cerro Altos de Campana, se encuentre una menor cantidad de especies al aumentar el número de muestreo. Por otro lado, la curva de acumulación de especies para ambos sitios de estudios aumentó la pendiente a partir de la parcela 6 y esta se aproxima a la curva asíntota a partir de la parcela 8 y 9, lo que sugiere que, a pesar de tener un número adecuado de muestreo, es posible seguir encontrando nuevas especies. (Figs. 7 y 8) (Vázquez-Vázquez, C. *et al.*, 2012).

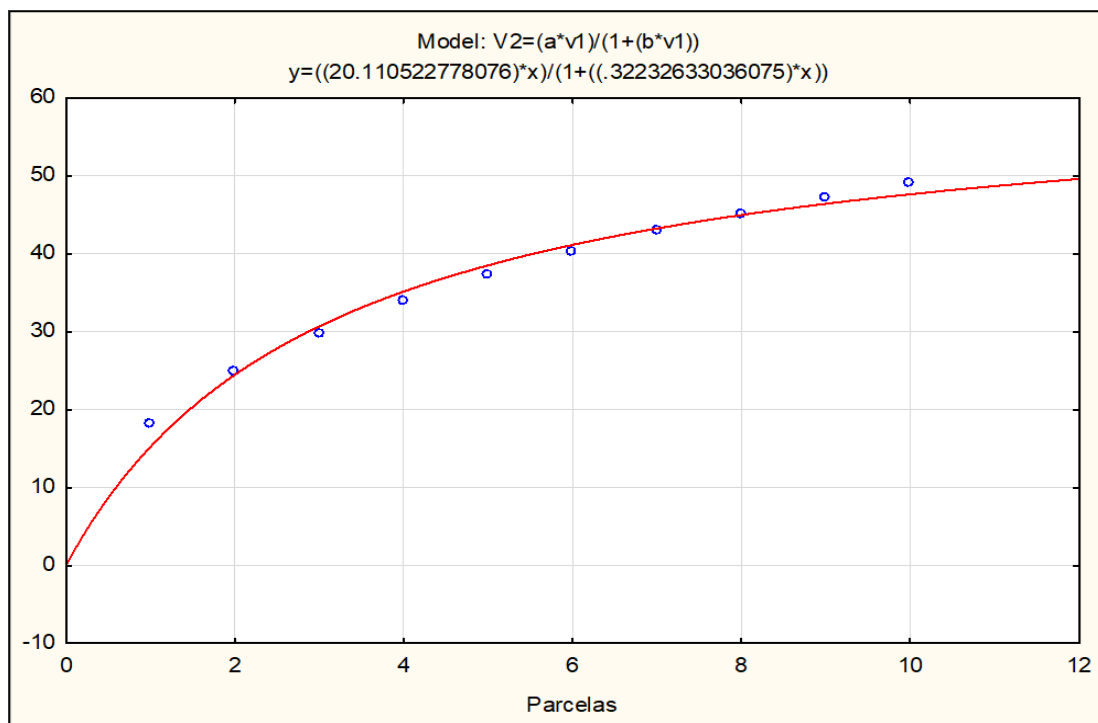


Figura 9. Curva de acumulación de especies en las parcelas de cerro Altos de Campana.

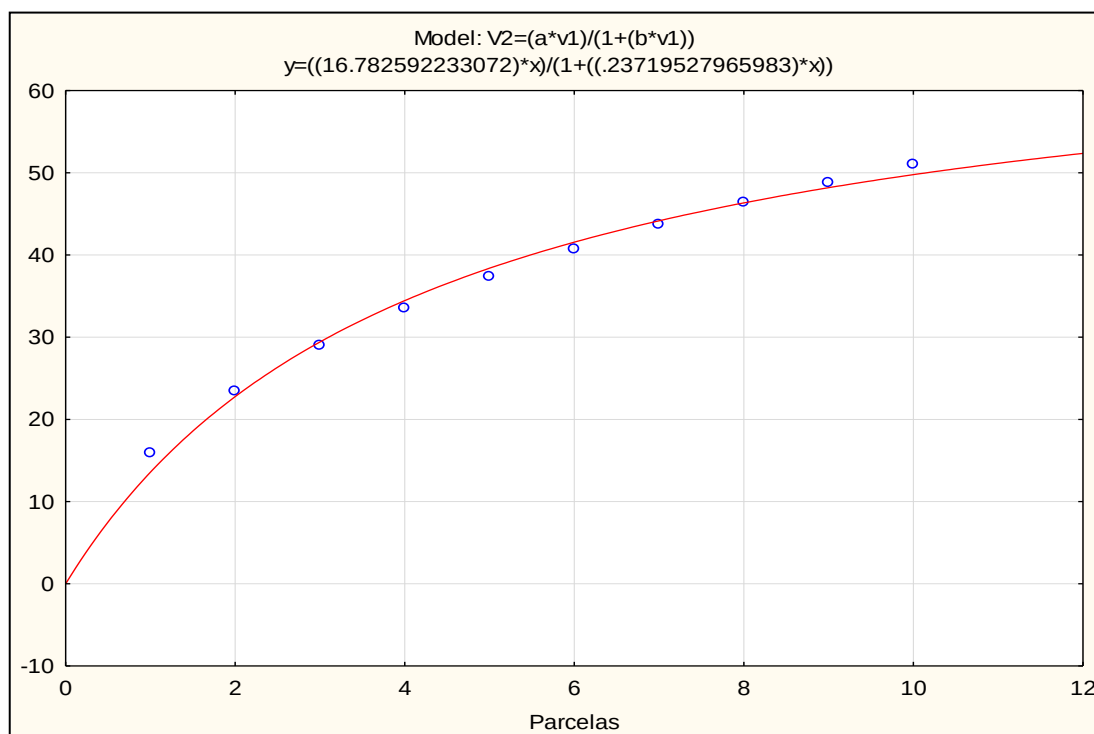


Figura 10. Curva de acumulación de especies en las parcelas de cerro La India Dormida.

3.3 Abundancia, cobertura, frecuencia relativa y VIR de las especies

En el cuadro 1, se encuentran las especies más abundantes y las más dominantes a nivel de cobertura vegetal, en donde: *Paspalum pectinatum*, *Hyparrhenia rufa* y *Axonopus aureus* son las más dominantes a nivel de cobertura vegetal. Estas son seguidas de 3 especies con dominancia media, como son: *Bulbostylis paradoxa*, *Rhynchospora globosa* y *Miconia albicans* estos descienden a 43 especies con pocos individuos y cobertura baja. Mientras tanto, la frecuencia es liderada por especies como: *Paspalum pectinatum*, *Hyparrhenia rufa*, *Miconia albicans*, *Axonopus aureus*, *Rhynchospora globosa*, *Miconia crenata* y *Raddiella esenbeckii*, todas estas encontradas en todas las parcelas levantadas en cerro Altos de Campana.

Por su parte las especies de mayor valor de importancia relativa son *Paspalum pectinatum* (12.0), seguida de *Hyparrhenia rufa* (10.2), *Miconia albicans* (9.8), *Axonopus aureus* (8.1), *Rhynchospora globosa* (7.5), *Miconia crenata* (6.9). Estas seis especies, por encima de 6.9 de VIR, representan el 54.4% del valor de importancia relativa, mientras que el 45.6% restante está conformado por especies menos abundantes, frecuentes y dominantes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Abundancia, frecuencia y VIR para las parcelas de cerro Altos de Campana

Especies de Campana	Ab. a.	Ab. r.	F. a.	F. r.	Cob. a.	Cob. r.	VIR (100%)
<i>Paspalum pectinatum</i>	330	0.133225676	87	0.118367347	130899	0.225975075	12.06270977
<i>Hyparrhenia rufa</i>	211	0.08518369	74	0.100680272	84762	0.146327316	10.21435453
<i>Miconia albicans</i>	181	0.073072265	72	0.097959184	32516	0.056133397	9.852051764
<i>Axonopus aureus</i>	304	0.122729108	59	0.080272109	67876	0.117176481	8.144387366
<i>Rhynchospora globosa</i>	111	0.044812273	55	0.074829932	39200	0.067672197	7.550665395
<i>Miconia crenata</i>	131	0.052886556	51	0.069387755	24261	0.04188253	6.98065804
<i>Raddiella esenbeckii</i>	506	0.20427937	48	0.065306122	25545	0.04409914	6.574711385
<i>Bulbostylis paradoxa</i>	106	0.042793702	41	0.055782313	36681	0.063323568	5.641554861
<i>Calea prunifolia</i>	165	0.066612838	40	0.054421769	31625	0.054595236	5.496772106
<i>Ayapana amygdalina</i>	69	0.027856278	36	0.048979592	17287	0.029843094	4.927802277
<i>Aristida capillacea</i>	42	0.016955995	32	0.043537415	23125	0.039921417	4.393662914
<i>Spermacoce capitata</i>	37	0.014937424	23	0.031292517	6385	0.011022627	3.140274328
<i>Hyptis savannarum</i>	38	0.015341138	13	0.017687075	6575	0.01135063	1.780058113
<i>Anemia oblongifolia</i>	28	0.011303997	13	0.017687075	5450	0.009408507	1.77811599
<i>Curtia tenuifolia</i>	22	0.008881712	10	0.013605442	3612	0.00623551	1.366779727
<i>Miconia neourceolata</i>	14	0.005651998	7	0.00952381	2875	0.004963203	0.957344156
<i>Bulbostylis junciformis</i>	14	0.005651998	5	0.006802721	3850	0.006646377	0.686918485
<i>Wedelia calycina</i>	1	0.000403714	5	0.006802721	2650	0.004574779	0.684846887
<i>Byrsonima crassifolia</i>	1	0.000403714	5	0.006802721	2350	0.004056879	0.684328988
<i>Ruellia blechum</i>	4	0.001614857	4	0.005442177	2200	0.003797929	0.548015617
<i>Eriosema crinitum</i>	6	0.002422285	4	0.005442177	1975	0.003409505	0.547627192
<i>Declieuxia fruticosa</i>	20	0.008074283	4	0.005442177	1618	0.002793204	0.547010892
<i>Trachypogon spicatus</i>	12	0.00484457	3	0.004081633	2050	0.00353898	0.411702245
<i>Coccocypselum hispidulum</i>	7	0.002825999	3	0.004081633	1700	0.002934764	0.411098029
<i>Delilia biflora</i>	4	0.001614857	3	0.004081633	1200	0.002071598	0.410234863
<i>Roupala montana</i>	3	0.001211143	2	0.002721088	2250	0.003884246	0.27599309
<i>Lepidaploa canescens</i>	5	0.002018571	2	0.002721088	1750	0.00302108	0.275129924
<i>Emilia fosbergii</i>	3	0.001211143	2	0.002721088	1100	0.001898965	0.274007808
<i>Bothriochloa bladhii</i>	8	0.003229713	2	0.002721088	1000	0.001726332	0.273835175
<i>Browallia americana</i>	7	0.002825999	2	0.002721088	1000	0.001726332	0.273835175
<i>Paspalum sp.</i>	1	0.000403714	2	0.002721088	1000	0.001726332	0.273835175
<i>Sauvagesia erecta</i>	9	0.003633428	2	0.002721088	950	0.001640015	0.273748859
<i>Grona barbata</i>	3	0.001211143	2	0.002721088	900	0.001553698	0.273662542
<i>Hyptis brachiata</i>	9	0.003633428	2	0.002721088	818	0.001412139	0.273520983
<i>Homolepis aturensis</i>	2	0.000807428	2	0.002721088	800	0.001381065	0.273489909
<i>Crotalaria pilosa</i>	2	0.000807428	2	0.002721088	650	0.001122116	0.273230959
<i>Utricularia amethystina</i>	22	0.008881712	2	0.002721088	550	0.000949482	0.273058326

<i>Polygala paniculata</i>	9	0.003633428	2	0.002721088	300	0.000517899	0.272626743
<i>Pterocaulon virgatum</i>	5	0.002018571	2	0.002721088	195	0.000336635	0.272445478
<i>Paspalum conjugatum</i>	1	0.000403714	1	0.001360544	2500	0.004315829	0.140370251
<i>Davilla kunthii</i>	2	0.000807428	1	0.001360544	1200	0.002071598	0.13812602
<i>Myrcia tomentosa</i>	1	0.000403714	1	0.001360544	980	0.001691805	0.137746227
<i>Ischaemum timorense</i>	1	0.000403714	1	0.001360544	625	0.001078957	0.137133379
<i>Miconia theaezans</i>	2	0.000807428	1	0.001360544	600	0.001035799	0.137090221
<i>Miconia conorufescens</i>	1	0.000403714	1	0.001360544	500	0.000863166	0.136917588
<i>Coutoubea spicata</i>	7	0.002825999	1	0.001360544	500	0.000863166	0.136917588
<i>Scleria bracteata</i>	1	0.000403714	1	0.001360544	400	0.000690533	0.136744954
<i>Verbesina oerstediana</i>	8	0.003229713	1	0.001360544	350	0.000604216	0.136658638
<i>Paspalum plicatulum</i>	1	0.000403714	1	0.001360544	78	0.000134654	0.136189076
Total	2477	1	735	1	579263	1	100

En el cuadro 2, correspondiente a las parcelas de La India Dormida, se encuentran especies más abundantes que en cerro Altos de Campana en donde: *Rhynchospora globosa*, *Aristida capillacea* y *Calea prunifolia* son las más dominantes a nivel de cobertura vegetal. Estas son seguidas de 3 especies con dominancia media, como son: *Paspalum pectinatum*, *Hyptis savannarum* y *Wedelia calycina*, estas descienden a 46 especies con pocos individuos y cobertura baja. Mientras tanto la frecuencia es liderada por especies como: *Hyptis savannarum*, *Calea prunifolia*, y *Rhynchospora globosa*, todas estas especies son encontradas en todas las parcelas realizadas en la India Dormida.

Por su parte las especies de mayor valor de importancia relativa es *Hyptis savannarum* (11.7), seguida de *Calea prunifolia* (10.9), *Rhynchospora globosa* (10.6) y *Aristida capillacea* (10.2). Estas cuatro especies a diferencia de las especies de Altos de Campana comenzaron por encima de 10.2% por lo que son más abundantes, frecuentes y dominantes a sus similares de Altos de Campana. Estos representan el 43.4% del valor de importancia relativa, mientras que el 56.6% restante está conformado por especies menos abundantes, frecuentes y dominantes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Abundancia, frecuencia y VIR parcelas de cerro La India Dormida

Especie	Ab. a.	Ab. r.	F. a.	F. r.	Cob. a.	Cob. r.	VIR (100%)
<i>Hyptis savannarum</i>	187	0.111575179	65	0.116906475	36850	0.069699262	11.76034674
<i>Calea prunifolia</i>	280	0.167064439	60	0.107913669	62550	0.11830906	10.90967597
<i>Rhynchospora globosa</i>	245	0.146181384	58	0.104316547	103000	0.194817477	10.62647215

<i>Aristida capillacea</i>	162	0.096658711	56	0.100719424	89900	0.17003972	10.24198217
<i>Paspalum pectinatum</i>	121	0.072195704	36	0.064748201	46000	0.087005863	6.561826007
<i>Miconia albicans</i>	65	0.038782816	36	0.064748201	17250	0.032627199	6.507447343
<i>Miconia crenata</i>	70	0.04176611	35	0.06294964	18250	0.034518631	6.329482659
<i>Wedelia iners</i>	61	0.036396181	25	0.044964029	20400	0.038585209	4.534988087
<i>Axonopus aureus</i>	45	0.026849642	18	0.032374101	13600	0.025723473	3.263133545
<i>Hyparrhenia rufa</i>	50	0.029832936	17	0.03057554	18200	0.034424059	3.091978016
<i>Paspalum saccharoides</i>	7	0.004176611	16	0.028776978	21900	0.041422357	2.919120198
<i>Ayapana amygdalina</i>	33	0.019689737	14	0.025179856	7200	0.013618309	2.531603921
<i>Delilia biflora</i>	34	0.020286396	13	0.023381295	5700	0.010781161	2.348910658
<i>Spermacoce capitata</i>	8	0.00477327	12	0.021582734	6000	0.011348591	2.169621972
<i>Declieuxia fruticosa</i>	42	0.025059666	11	0.019784173	7500	0.014185739	1.992603005
<i>Raddiella esenbeckii</i>	92	0.054892601	9	0.01618705	5600	0.010592018	1.629297054
<i>Browallia americana</i>	12	0.007159905	8	0.014388489	4400	0.0083223	1.447171221
<i>Grona barbata</i>	11	0.006563246	6	0.010791367	4000	0.007565727	1.086702418
<i>Lisianthus seemannii</i>	9	0.005369928	4	0.007194245	3100	0.005863439	0.725287899
<i>Emilia fosbergii</i>	7	0.004176611	4	0.007194245	1850	0.003499149	0.722923609
<i>Cyperus laxus</i>	9	0.005369928	3	0.005395683	3000	0.005674295	0.545242641
<i>Croton sp. 1</i>	14	0.008353222	3	0.005395683	2200	0.00416115	0.543729495
<i>Byrsonima crassifolia</i>	6	0.003579952	3	0.005395683	2050	0.003877435	0.543445781
<i>Pterocaulon virgatum</i>	1	0.000596659	3	0.005395683	1900	0.00359372	0.543162066
<i>Spermacoce prostrata</i>	10	0.005966587	3	0.005395683	1850	0.003499149	0.543067494
<i>Comaclinium montanum</i>	6	0.003579952	2	0.003597122	1750	0.003310006	0.363022236
<i>Lantana grosseserrata</i>	1	0.000596659	2	0.003597122	1750	0.003310006	0.363022236
<i>Bulbostylis junciformis</i>	3	0.001789976	2	0.003597122	1550	0.002931719	0.36264395
<i>Hypericum gnidioides</i>	2	0.001193317	2	0.003597122	1400	0.002648005	0.362360235
<i>Thelypteris sp. 1</i>	9	0.005369928	2	0.003597122	1150	0.002175147	0.361887377
<i>Bletia purpurea</i>	15	0.008949881	2	0.003597122	1150	0.002175147	0.361887377
<i>Russelia sarmentosa</i>	8	0.00477327	2	0.003597122	1150	0.002175147	0.361887377
<i>Anemia oblongifolia</i>	4	0.002386635	2	0.003597122	1050	0.001986003	0.361698234
<i>Lantana camara</i>	11	0.006563246	2	0.003597122	1050	0.001986003	0.361698234
<i>Chamaecrista kunthiana</i>	2	0.001193317	2	0.003597122	1050	0.001986003	0.361698234
<i>Cleistes rodriguesii</i>	3	0.001789976	2	0.003597122	800	0.001513145	0.361225376
<i>Oxalis corniculata</i>	1	0.000596659	2	0.003597122	400	0.000756573	0.360468803
<i>Aristida riparia</i>	3	0.001789976	1	0.001798561	1600	0.003026291	0.182882406
<i>Clethra mexicana</i>	3	0.001789976	1	0.001798561	1250	0.00236429	0.182220405
<i>Miconia conorufescens</i>	3	0.001789976	1	0.001798561	850	0.001607717	0.181463832
<i>Bulbostylis paradoxa</i>	2	0.001193317	1	0.001798561	800	0.001513145	0.181369261
<i>Davilla kunthii</i>	2	0.001193317	1	0.001798561	800	0.001513145	0.181369261
<i>Miconia argentea</i>	2	0.001193317	1	0.001798561	650	0.001229431	0.181085546
<i>Sauvagesia erecta</i>	2	0.001193317	1	0.001798561	650	0.001229431	0.181085546

<i>Trachypogon spicatus</i>	1	0.000596659	1	0.001798561	650	0.001229431	0.181085546
<i>Roupala montana</i>	1	0.000596659	1	0.001798561	600	0.001134859	0.180990974
<i>Utricularia subulata</i>	7	0.004176611	1	0.001798561	500	0.000945716	0.180801831
<i>Cosmibuena macrocarpa</i>	1	0.000596659	1	0.001798561	500	0.000945716	0.180801831
<i>Crotalaria pilosa</i>	1	0.000596659	1	0.001798561	500	0.000945716	0.180801831
<i>Mimosa pudica</i>	1	0.000596659	1	0.001798561	500	0.000945716	0.180801831
<i>Curtia tenuifolia</i>	1	0.000596659	1	0.001798561	350	0.000662001	0.180518116
Total	1676	1	556	1	528700	1	101

3.4 Diversidad α

Cerro Altos de Campana

El valor de la D de Simpson varía de 0 a 1, con 0 representando la diversidad infinita y 1 representando ninguna diversidad, por lo que cuanto mayor sea el valor de D, menor es la diversidad. Este se representa mediante la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a la misma especie (Moreno 2001). Su inverso se considera como un buen indicador de diversidad (Feinsinger 2004).

Cuadro 3. Índices de diversidad Alfa, cerro Altos de Campana

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Dominance_D	0.09894	0.1405	0.1517	0.1208	0.2039	0.1325	0.1007	0.1671	0.2046	0.1781
Simpson_1-D	0.9011	0.8595	0.8483	0.8792	0.7961	0.8675	0.8993	0.8329	0.7954	0.8219
Shannon_H	2.615	2.275	2.228	2.375	2.208	2.338	2.568	2.204	2.072	2.127
Menhinick	1.451	1.402	1.227	1.031	0.9383	1.006	1.245	1.199	0.9866	1.368

Los índices de diversidad se pueden apreciar en el Cuadro 3; la inversa de Simpson_1-D dio un valor alto de biodiversidad, en la mayoría de los valores de cada parcela fueron cercanos a 1, mientras más cercano sea el valor a 1, mayor es la diversidad del sitio. En el análisis del índice de Shannon_H se tiene como referencia a 1 como baja diversidad y 5 para alta diversidad (Magurran, 1988). El rango obtenido en cada parcela fue comprendido entre 2 a 3, lo que nos indica que el sitio de estudio en el área de cerro Altos de Campana es de diversidad moderada.

En las Figuras 11 y 12 se muestra la dominancia en las parcelas. El valor obtenido en Simpson_1-D fue dentro de un rango comprendido entre 0.79 a 0.90; el de Shannon_H fue un rango comprendido entre 2.0 a 2.6, lo que indica una diversidad estable en la sabana del cerro Altos de Campana, sin embargo, se puede denotar que en la parcela 5 y 9 dio un valor de biodiversidad de

0.79 para el índice de Simpson 1-D para ambas parcelas, esto se puede explicar por la cantidad de individuos de la especie *Raddiella esenbeckii*, que fue dominante en estas dos parcelas. Algo poco parecido a la dominancia de una sola especie como se da en las sabanas de Sucre, Colombia, donde la diversidad es por debajo de 0.6, esto es debido por la dominancia de las especies de la familia Poaceae en el sitio de estudio. (Baltazar, Y. *et al.* 2017). La especie *Rhynchospora barbata* con una amplia dominancia hace que esto se vea afectado a nivel de la diversidad en esta sabana.

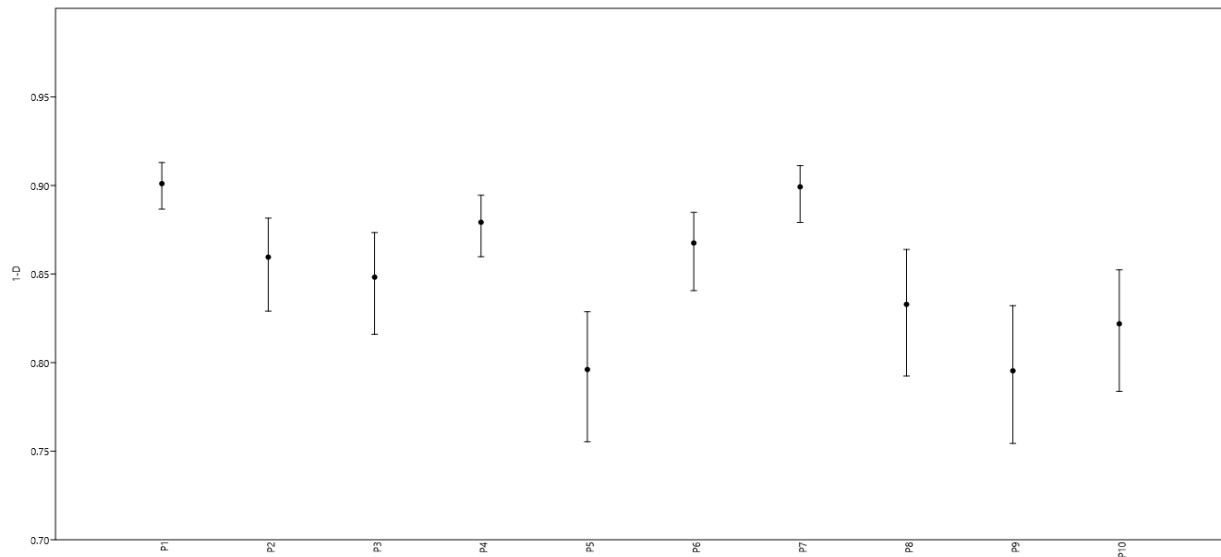


Figura 11. Índice de Dominancia de Simpson 1-D para las parcelas de cerro Altos de Campana.

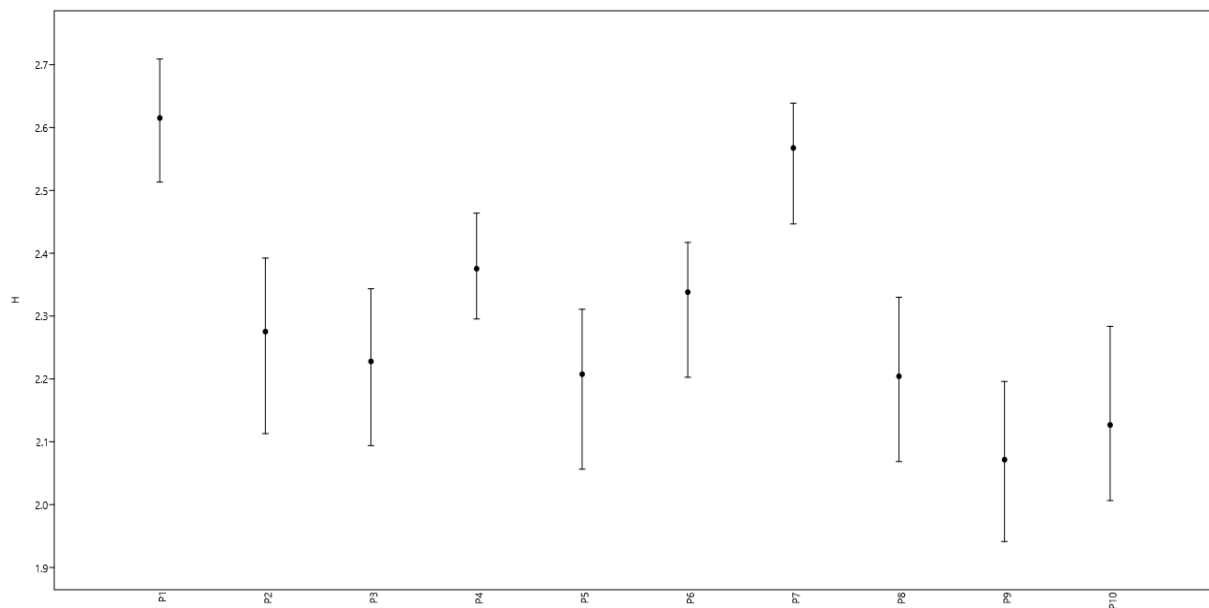


Figura 12. Índice de Shannon H para las parcelas de cerro Altos de Campana.

Cerro La India Dormida

Los índices de diversidad para el cerro La India Dormida se pueden apreciar en el Cuadro 4; donde la inversa de Simpson_1-D dio un valor alto de biodiversidad, en la mayoría de los valores de cada parcela fueron de desde 0.818 a 0.904, mientras más cercano sea el valor a 1, mayor es la diversidad del sitio. En el análisis del índice de Shannon_H se tiene como referencia a 1 como baja diversidad y 5 para alta diversidad (Magurran, 1988). El rango obtenido en cada parcela fue comprendido entre 2 a 3, lo que nos indica que el sitio de estudio en el área de cerro la India Dormida es de diversidad moderada.

Cuadro 4. Índices de diversidad Alfa, cerro La India Dormida.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Dominance_D	0.1334	0.1819	0.1368	0.1524	0.1234	0.1389	0.09508	0.1563	0.1549	0.1529
Simpson_1-D	0.8666	0.8181	0.8632	0.8476	0.8766	0.8611	0.9049	0.8437	0.8451	0.8471
Shannon_H	2.267	2.25	2.28	2.096	2.293	2.181	2.575	2.263	2.215	2.158
Menhinick	1.199	1.655	1.32	1.179	1.095	0.9358	1.463	1.115	1.257	1.209

En las Figuras 13 y 14 se muestra la dominancia en las parcelas en el cerro La India Dormida. El valor obtenido en Simpson_1-D fue dentro de un rango comprendido entre 0.82 a 0.90; el de Shannon_H fue un rango comprendido entre 2.1 a 2.6, lo que nos indica una diversidad moderada para factores como la riqueza y la abundancia de especies, en la sabana del cerro La India Dormida, a diferencia de cerro Altos de Campana, el comportamiento en los valores de biodiversidad se ve estable, esto es debido a que no existió una o varias especies dominante, como se vio reflejado en la especie *Raddiella esenbeckii* en cerro Altos de Campana.

Por su lado, en las parcelas de La India Dormida se ve una alta actividad en la frecuencia de especies como *Calea prunifolia*, *Hyptis savannarum*, *Miconia crenata*, *Rhynchospora globosa*, *Aristida capillacea*, *Miconia albicans*, *Paspalum pectinatum*, *Wedelia calycina*, *Delilia biflora*, *Axonopus aureus*, *Ayapana amygdalina* y *Browallia americana*. El cual se diferencia de Altos de Campana por no solamente estar representado por la familia Poaceae, sino que presenta variedad en familias, por lo que puede ser comparado a la alta riqueza de especies (135 especies) que se encuentran en la sabana de la región de Nizanda, lo cual también comparte la baja densidad de

individuos, en el caso de Nizanda 49 de 135 especies, mientras que en La India Dormida es de 21 de 52 especies (López-Olmedo, L., *et al.* 2006).

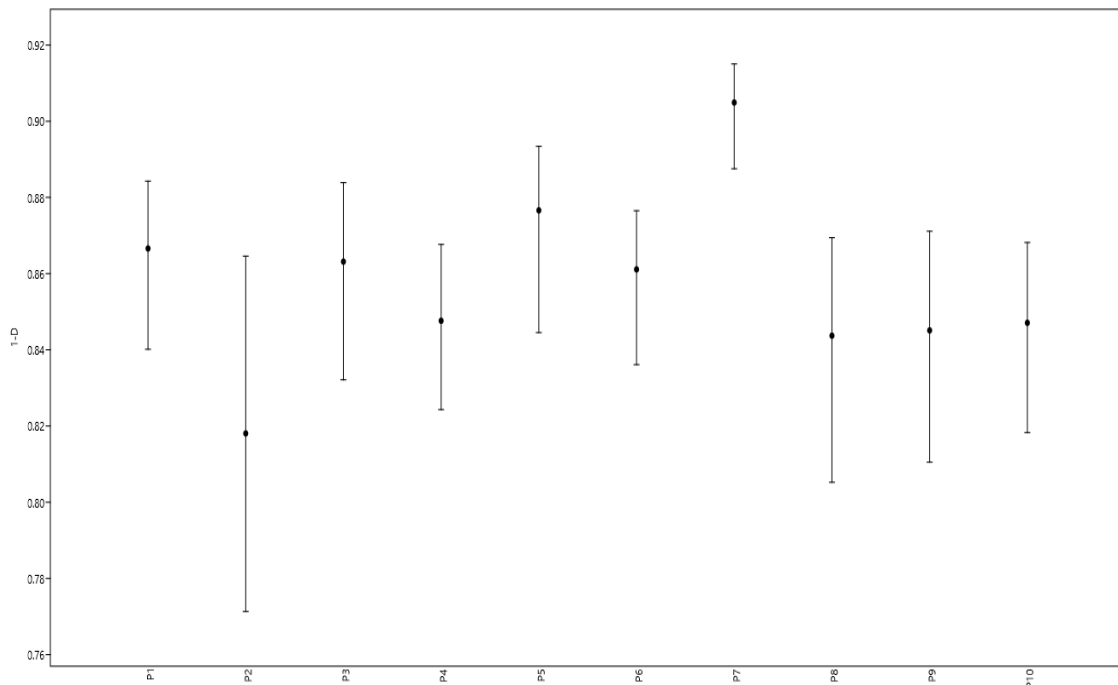


Figura 13. Índice de Dominancia de Simpson 1-D para las parcelas de cerro La India Dormida.

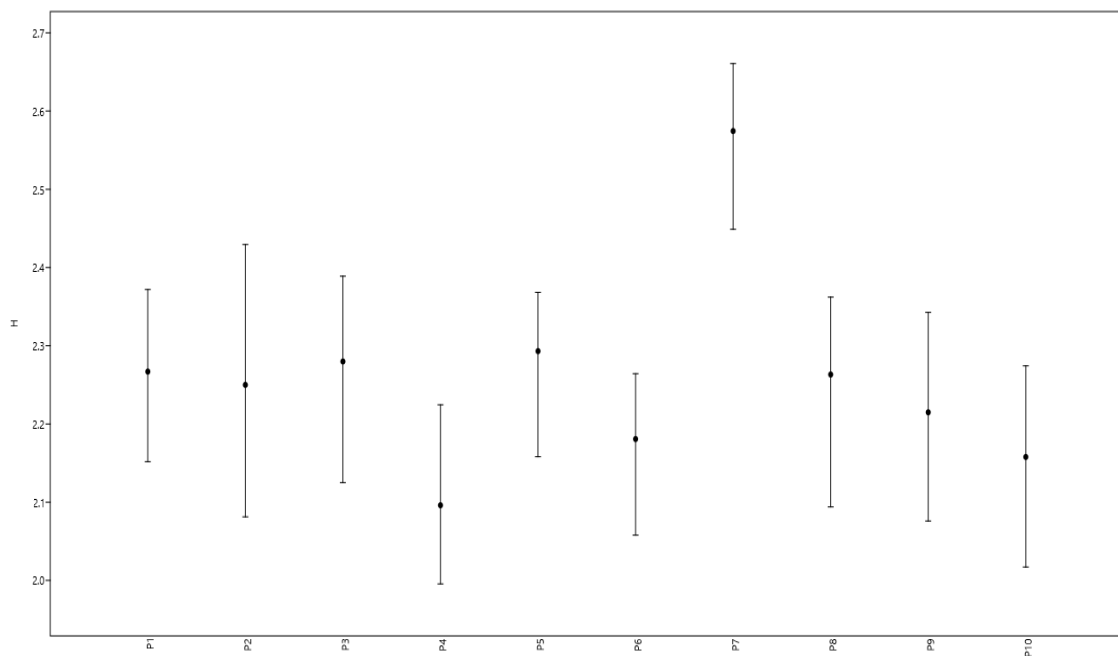


Figura 14. Índice de Shannon H para las parcelas de cerro La India Dormida

3.5 Diversidad β

Cerro Altos de Campana

Se demostró que existe una similitud por encima del 65% entre las parcelas repartidas en Alto de Campana, lo cual indica que, aunque comparten un número considerable de especies, existe un alto porcentaje de estas que no son del todo compartidas, lo que las hace diferentes respecto a la cobertura vegetal en cada una de las parcelas.

Esto se puede deber a las condiciones ambientales, química de los suelos, disponibilidad de agua, las acciones antropogénicas, lo que innegablemente influirán en el funcionamiento. En las sabanas se pueden observar comunidades vegetales diferentes, respecto a sus características físicas, químicas y biológicas, por causa de la conformación del relieve, ciertos factores edáficos y climáticos (Rippstein *et al.*, 2001).

El índice de similitud de Bray Curtis (Figura 15 y Cuadro 5) muestra la semejanza entre las subparcelas, comprendido entre un rango de 0 a 1. Las parcelas más parecidas fueron las 4 y 6 donde el valor fue 0.78. Mientras que tomando en cuenta el valor más cercano a 1 que indica mayor semejanza (Magurran, 1988), se puede decir que existió similitud moderada, ya que, en análisis de Jaccard, los complejos P3-P9 y P4-P5-P6 tuvieron valores por encima de los 0.65 (Cuadro 6).

Cuadro 5. Índice de diversidad Beta: Bray Curtis, cerro Altos de Campana

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	1	0.441441	0.539877	0.61794	0.529323	0.705455	0.4	0.341365	0.614286	0.240816
P2	0.441441	1	0.519174	0.513274	0.403884	0.525	0.523457	0.511494	0.473171	0.441176
P3	0.539877	0.519174	1	0.551308	0.514286	0.602247	0.457778	0.458015	0.61978	0.4
P4	0.61794	0.513274	0.551308	1	0.683507	0.784946	0.554174	0.537549	0.690141	0.485944
P5	0.529323	0.403884	0.514286	0.683507	1	0.653784	0.453674	0.386643	0.694136	0.306595
P6	0.705455	0.525	0.602247	0.784946	0.653784	1	0.51272	0.453744	0.70155	0.358744
P7	0.4	0.523457	0.457778	0.554174	0.453674	0.51272	1	0.649237	0.429942	0.682927
P8	0.341365	0.511494	0.458015	0.537549	0.386643	0.453744	0.649237	1	0.422414	0.730964
P9	0.614286	0.473171	0.61978	0.690141	0.694136	0.70155	0.429942	0.422414	1	0.346491
P10	0.240816	0.441176	0.4	0.485944	0.306595	0.358744	0.682927	0.730964	0.346491	1

Cuadro 6. Índice de diversidad Beta: Jaccard, cerro Altos de Campana

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	1	0.4	0.4	0.433333	0.387097	0.413793	0.363636	0.4	0.464286	0.294118
P2	0.4	1	0.36	0.346154	0.346154	0.434783	0.321429	0.307692	0.32	0.333333
P3	0.4	0.36	1	0.521739	0.458333	0.434783	0.48	0.416667	0.65	0.44
P4	0.433333	0.346154	0.521739	1	0.714286	0.7	0.652174	0.458333	0.619048	0.423077
P5	0.387097	0.346154	0.458333	0.714286	1	0.619048	0.583333	0.458333	0.545455	0.37037
P6	0.413793	0.434783	0.434783	0.7	0.619048	1	0.565217	0.5	0.52381	0.346154
P7	0.363636	0.321429	0.48	0.652174	0.583333	0.565217	1	0.541667	0.565217	0.5
P8	0.4	0.307692	0.416667	0.458333	0.458333	0.5	0.541667	1	0.434783	0.44
P9	0.464286	0.32	0.65	0.619048	0.545455	0.52381	0.565217	0.434783	1	0.458333
P10	0.294118	0.333333	0.44	0.423077	0.37037	0.346154	0.5	0.44	0.458333	1

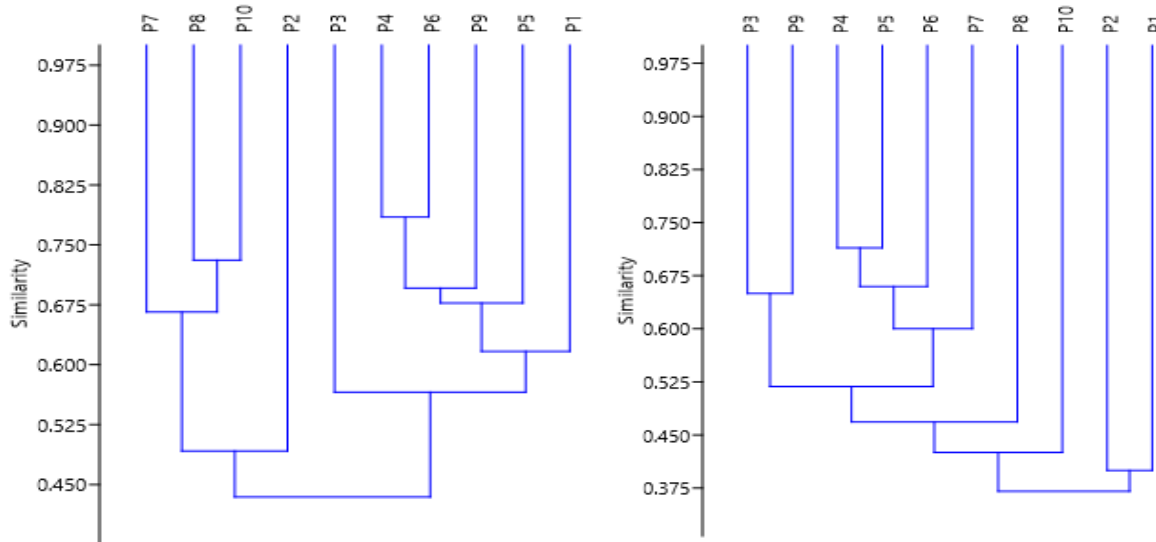


Figura 15. Índice de Similitud de Bray Curtis y Jaccard, para las parcelas de cerro Altos de Campana

Cerro la India Dormida

Se demostró que existe una similitud por debajo del 50% entre las parcelas de la India Dormida, lo cual indica que comparten pocas especies, esto lo hace diferente respecto a la cobertura vegetal en cada una de las parcelas.

El índice de similitud de Bray Curtis (Figura 16 y Cuadro 7) muestra la semejanza entre las parcelas, comprendido entre un rango de 0 a 1. Las parcelas más parecidas fueron las 9 y 10 donde el valor fue 0.71. Mientras que tomando en cuenta el valor más cercano a 1 que indica mayor semejanza (Magurran, 1988), se puede decir que existió similitud baja para el resto de las parcelas,

el cual se expresa en el análisis de Jaccard, ya que el valor más alto es 0.5 muy por debajo de una similitud moderada, esto se ve reflejado en ambas gráficas (Cuadro 8).

Mientras tanto, las similitudes entre sitios de estudios se ven representadas a una cantidad menor de 0.4, lo cual es bajo, esto debido a las pocas especies que comparten las parcelas en cada sitio.

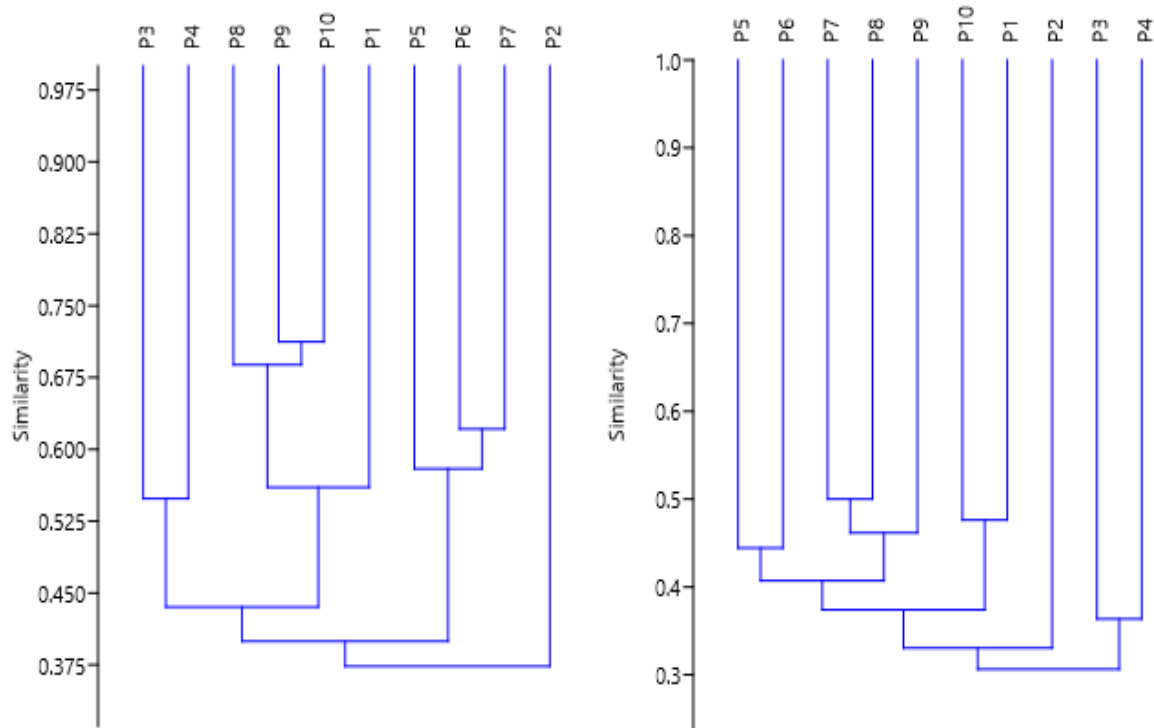


Figura 16. Índice de Similitud de Bray Curtis y Jaccard, para las parcelas de cerro La India Dormida

Cuadro 7. Índice de diversidad Beta: Bray Curtis, cerro La India Dormida

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	1	0.462963	0.375385	0.357367	0.357367	0.355795	0.410959	0.536458	0.548476	0.596386
P2	0.462963	1	0.327645	0.243902	0.404181	0.353982	0.348348	0.335227	0.43769	0.446667
P3	0.375385	0.327645	1	0.548611	0.284722	0.352941	0.305389	0.470255	0.484848	0.504983
P4	0.357367	0.243902	0.548611	1	0.304965	0.419162	0.347561	0.386167	0.462963	0.440678
P5	0.357367	0.404181	0.284722	0.304965	1	0.616766	0.542683	0.420749	0.524691	0.494915
P6	0.355795	0.353982	0.352941	0.419162	0.616766	1	0.621053	0.37594	0.489362	0.455331
P7	0.410959	0.348348	0.305389	0.347561	0.542683	0.621053	1	0.417303	0.464865	0.410557
P8	0.536458	0.335227	0.470255	0.386167	0.420749	0.37594	0.417303	1	0.70437	0.672222
P9	0.548476	0.43769	0.484848	0.462963	0.524691	0.489362	0.464865	0.70437	1	0.712166
P10	0.596386	0.446667	0.504983	0.440678	0.494915	0.455331	0.410557	0.672222	0.712166	1

Cuadro 8. Índice de diversidad Beta: Jaccard, cerro La India Dormida

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	1	0.285714	0.333333	0.2	0.26087	0.318182	0.384615	0.391304	0.32	0.47619
P2	0.285714	1	0.333333	0.214286	0.269231	0.375	0.333333	0.333333	0.37037	0.346154
P3	0.333333	0.333333	1	0.363636	0.318182	0.380952	0.384615	0.333333	0.375	0.347826
P4	0.2	0.214286	0.363636	1	0.227273	0.285714	0.307692	0.25	0.347826	0.26087
P5	0.26087	0.269231	0.318182	0.227273	1	0.444444	0.375	0.45	0.304348	0.333333
P6	0.318182	0.375	0.380952	0.285714	0.444444	1	0.434783	0.45	0.428571	0.4
P7	0.384615	0.333333	0.384615	0.307692	0.375	0.434783	1	0.5	0.423077	0.4
P8	0.391304	0.333333	0.333333	0.25	0.45	0.45	0.5	1	0.5	0.47619
P9	0.32	0.37037	0.375	0.347826	0.304348	0.428571	0.423077	0.5	1	0.454545
P10	0.47619	0.346154	0.347826	0.26087	0.333333	0.4	0.4	0.47619	0.454545	1

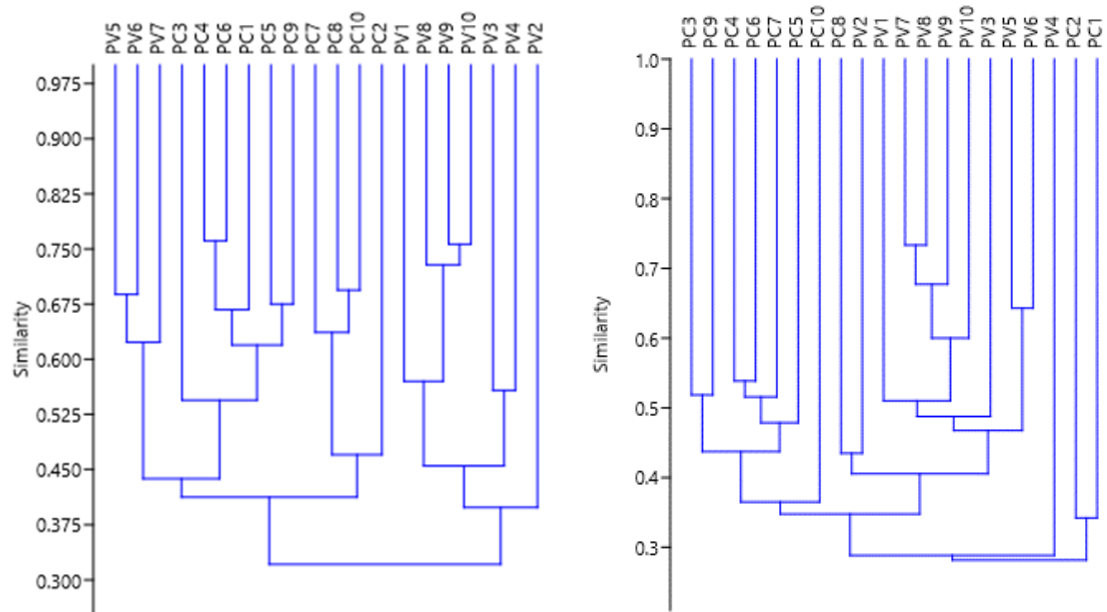


Figura 17. Índice de Similitud de Bray Curtis y Jaccard, para las parcelas de cerro Altos de Campana vs cerro La India Dormida

3.6 Especies amenazadas, nativas y exóticas

Del total de 71 especies para los dos sitios, solamente 3 son exóticas: *Bothriochloa bladhii*, *Hyparrhenia rufa* y *Ischaemum timorense* (cuadro 9). Las especies exóticas de los dos sitios de

estudios representan 8.86% de la cobertura en el sitio de Altos de Campana, mientras que, en la India Dormida poseen una cobertura del 1.93% del total de muestreo realizado.

Por otro lado, especies nativas como *Paspalum pectinatum* y *Calea prunifolia* (15.6% y 8.6% de cobertura en total de los dos sitios de estudios respectivamente) son de suma importancia ecológica puesto que se encuentran con más frecuencia y a su vez son dominantes al momento de medir su cobertura con una cantidad alta (Lopez, I. *et al.* 2006).

Las especies *Bletia purpurea* y *Cleistes rodriguesii*, ambas de la familia Orchidaceae son las de mayor importancia de conservación (Apéndice II) según las listas de CITES (Cites, 2023). Por su parte, en IUCN se hace denotar que las especies de preocupación menor (LC) (18 especies en total) son especies de árboles, por ejemplo: *Byrsonima crassifolia*, *Clethra mexicana* y *Roupala montana*; así como especies arbustivas de la familia Melastomataceae. Lo más interesante es ver especies de importancia de conservación como son las plantas insectívoras del género *Utricularia* (Iucnredlist, 2023).

Cuadro 9. Estado de conservación de las especies, exóticas o nativas

Especies de Altos de Campana	Localidad	IUCN (2023)	CITES (2023)	Exótica o Nativa
<i>Anemia oblongifolia</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Aristida capillacea</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Aristida riparia</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Axonopus aureus</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Ayapana amygdalina</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Ruellia blechum</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Bletia purpurea</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	Apéndice II	Nativa
<i>Bothriochloa bladhii</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Exótica

Especies de Altos de Campana	Localidad	IUCN (2023)	CITES (2023)	Exótica o Nativa
<i>Browallia americana</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Bulbostylis paradoxa</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Bulbostylis junciformis</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Altos de Campana & India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Calea prunifolia</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Chamaecrista kunthiana</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Cleistes rodriguesii</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	Apéndice II	Nativa
<i>Clethra mexicana</i>	India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Miconia crenata</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Miconia neourceolata</i>	Altos de Campana	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Coccocypselum hispidulum</i>	Altos de Campana	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Miconia conorufescens</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Cosmibuena macrocarpa</i>	India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Coutoubea spicata</i>	Altos de Campana	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Crotalaria pilosa</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Croton sp. 1</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Curtia tenuifolia</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Cyperus laxus</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa

Especies de Altos de Campana	Localidad	IUCN (2023)	CITES (2023)	Exótica o Nativa
<i>Davilla kunthii</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Declieuxia fruticosa</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Delilia biflora</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Grona barbata</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Comaclinium montanum</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Emilia fosbergii</i>	Altos de Campana	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Eriosema crinitum</i>	Altos de Campana & India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Homolepis aturensis</i>	Campana	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Exótica
<i>Hypericum gnidioides</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Hyptis brachiata</i>	Altos de Campana	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Hyptis savannarum</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Ischaemum timorense</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Exótica
<i>Lantana camara</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Lantana grosseserrata</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Lepidaploa canescens</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Lisianthus seemannii</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Miconia albicans</i>	Altos de Campana & India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa

Especies de Altos de Campana	Localidad	IUCN (2023)	CITES (2023)	Exótica o Nativa
<i>Miconia argentea</i>	India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Miconia theaezans</i>	Altos de Campana & India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Mimosa pudica</i>	India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Myrcia tomentosa</i>	Altos de Campana & India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Oxalis corniculata</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Paspalum conjugatum</i>	Altos de Campana & India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Paspalum pectinatum</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Paspalum plicatulum</i>	Altos de Campana & India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Paspalum saccharoides</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Paspalum sp.</i>	Altos de Campana	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Polygala paniculata</i>	Altos de Campana	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Pterocaulon virgatum</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Raddiella esenbeckii</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Rhynchospora globosa</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Roupala montana</i>	Altos de Campana & India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Russelia sarmentosa</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Sauvagesia erecta</i>	India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Scleria bracteata</i>	Altos de Campana & India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa

Especies de Altos de Campana	Localidad	IUCN (2023)	CITES (2023)	Exótica o Nativa
<i>Spermacoce prostrata</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Spermacoce capitata</i>	Altos de Campana	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Thelypteris sp. 1</i>	India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Trachypogon spicatus</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa
<i>Utricularia amethystina</i>	Altos de Campana & India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Utricularia subulata</i>	India Dormida	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Verbesina oerstediana</i>	Altos de Campana	LC (menor preocupación)	No amenazado	Nativa
<i>Wedelia calycina</i>	Altos de Campana & India Dormida	NE (no evaluado)	No amenazado	Nativa

4. CONCLUSIONES

- El muestreo de la sabana de cerro Altos de Campana dio como resultado la obtención de 18 familias, 40 géneros y 49 especies de herbáceas, así como especies arbustivas.
- El muestreo realizado en la sabana de cerro La India Dormida dio como resultado la obtención de 24 familias, 45 géneros y 50 especies de herbáceas, así como especies arbustivas.
- Entre las especies con mayor valor de importancia relativa ecológica en cerro Altos de Campana se puede mencionar a *Paspalum pectinatum*, *Hyparrhenia rufa* y *Axonopus aureus*, todas estas siendo de la familia Poaceae.
- Por su parte, entre las especies con mayor valor de importancia relativa ecológica en cerro La India Dormida se puede mencionar a *Calea prunifolia*, *Hyptis savannarum* y *Miconia crenata* todas estas siendo de familias diferentes a Poaceae, como se aprecia en Altos de Campana.
- De las familias determinadas las mejores representadas son: Poaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Cyperaceae y Fabaceae. En cuanto a las especies *Paspalum pectinatum*, *Axonopus aureus*, *Calea prunifolia*, *Hyptis savannarum* fueron las especies más frecuentes en los dos sitios de muestreo.
- Los dos índices de diversidad empleados, el índice de Shannon-Wiener y el índice de diversidad de Simpson señalan que el bosque de sabana de cerro Altos de Campana es medianamente diverso, por su parte los bosques de sabana de cerro La India Dormida son altamente diversos.
- Los dos índices de diversidad Beta o de Similitud empleados, el índice Bray-Curtis y el índice de Jaccard señalan que existen dos grandes bloques de similitud para ambos sitios de estudio, lo que se entiende por el tipo de muestreo, ya que fueron realizados en la parte alta y baja de los dos sitios de estudio.
- La comparativa de diversidad entre los dos sitios de estudio corrobora que el cerro La India Dormida presenta mayor diversidad que Altos de Campana, esto debido a que existe una menor tasa de dominancia en especies y por el mayor número de especies encontrado en el cerro La India Dormida.
- La comparación entre Altos de Campana y La India Dormida, con los índices de similitud, señala que la similitud entre parcelas es casi nula, debido a las pocas especies que se comparten. Existen similitudes muy por debajo de 0.4 lo que indica que las especies compartidas entre parcela es bajo.
- Entre las especies exóticas encontradas en los dos sitios de estudio se encuentran *Bothriochloa bladhii*, *Hyparrhenia rufa* y *Ischaemum timorense*.
- Por su lado especies como *Bletia purpurea* y *Cleistes rodriguesii* se encuentran en la lista de conservación de CITES como Apéndice II, este por ser de la familia Orchideaceae que viene siendo altamente afectada por la venta y la extracción ilegal de su hábitat.

5. RECOMENDACIONES

- Hacer un estudio sobre ecología poblacional considerando aquellas especies con mayor dominancia con respecto a la frecuencia y cobertura en los dos sitios de estudio, Altos de Campana y La India Dormida.
- Realizar estudios en otras áreas que comparten este tipo de ecosistema y seguir colectando información para ampliar el conocimiento.
- Para conocer mejor el comportamiento de crecimiento y la ecología de las especies, es recomendable la realización de estudios de suelo, así como otros factores abióticos que influyen en las poblaciones de especies en diferentes localidades de sabanas.

6. LITERATURA CITADA

- Ahlström, A., Raupach, M. R., Schurgers, G., Smith, B., Arneth, A., Jung, M., ... Zeng, N. 2015. The dominant role of semi-arid ecosystems in the trend and variability of the land CO₂ sink. *Science*, 348:895-899. <https://doi.org/10.1126/science.aaa1668>.
- Barranco, R. & Cummings, L. 2010. Atlas Ambiental de la República de Panamá. Panamá, Panamá. URS Holdings Inc. Pp. 25-36.
- Beard, J. 1953. The savanna vegetation of northern tropical America. *Ecology Monographic*. 23: 150-21.
- Berger, L. 2000. Mapa de vegetación de Panamá. Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño. 42 pp.
- Bornemisza, E. & Saiz, F. 1961. Análisis químico de suelos. Métodos de laboratorio para diagnóstico de fertilidad. Centro tropical de investigación y enseñanza. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica. 6-17.
- Bray, J. & Curtis, J. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27:325-349.
- Bustamante, M., Medina, E., Asner, G., Nardoto, G. & Garcia, D. 2006. Nitrogen cycling in tropical and temperate savannas. *Biogeochemistry*. 79:209-237.
- Carrasquilla, L. 1984. Inventario de pastos forrajeros en regiones semi-áridas de la República de Panamá. Informe presentado al Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Universidad de Panamá, Departamento de Botánica, 117 pp.
- Caylor, K. & Shugart, H. 2006. Pattern and process in savanna ecosystems. En: D'Odorico P., Porporato A. *Dryland Ecohydrology*. Springer. 259-281.
- CITES. 2023. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Recuperado de <https://checklist.cites.org/#/en>.
- Cole, M. (1986) *The savannas: biogeography and geobotany*. Academic Press, London. 438pp.
- Correa, M. 1998. Guía de campo flora del Parque Nacional Altos de Campana. Hierbas volumen III. The Field Museum of Natural History, Chicago, USA.
- Davidse, G., Sousa M. & Chater, A. 1994. Flora Mesoamericana, Volumen 6, Alismataceae a Cyperaceae. Offset Reboán, México. 543 pp.
- Feinsinger P. 2004. El diseño de estudios de Campo para la conservación de la Biodiversidad. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Editorial FAN. 242 p.
- Flenley, J. 1979. *The equatorial rain forest: a geological history*. Butterworths. Londres. 162 pp.
- Google Earth. Versión 9.125.0.0. [Mapa de San Carlos, Panamá en Google Earth]. Recuperado el 14 de enero, 2021, de: <https://earth.google.com/web/@8.59594848,-79.95118674,101.8905634a,47064.67208193d,35y,2.7555451h,0.26679079t,0r>

- Gotelli, N. & Colwell, R. 2011. Estimating species richness. In: Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment. Magurran, A. E. & B. J. McGill. Oxford University Press: EUA. Pp. 46-48.
- Hidrometeorología de ETESA. 2007. Mapas Hidrometeorológicos. Recuperado de <http://www.hidromet.com.pa/mapas.php>.
- Holdridge, L.S. 1967. Ecología basada en zonas de vida. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 206 pp.
- Huber O. 1987. Neotropical savannas: their flora and vegetation. Trends in Ecology & Evolution 2:67-71.
- IUCNREDLIST. 2023. IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://www.iucnredlist.org/es>.
- Jacobs, B., Kingston, J. & Jacobs, L. 1999. The origin of grass-dominated ecosystems, Ann. Missouri Bot. Gard., 86:611-628.
- Jaum, I. 2004. Propuesta metodológica de parcelas normalizadas para los inventarios de vegetación. Equipo de investigación Convenio isajaum. Medellín. 3-10.
- Jiménez, A. & Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. 8: 151-161.
- Jongman, R., Ter Braak, C. & Van Tongeren, O. 1995. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain. 174-212.
- Lavin, M., Schrire, B.D., Lewis, G.P., Pennington, R.T., Delgado-Salinas, A., Thulin, M., Hughes, C.E., Beyra Matos, A. & Wojciechowski M. F. 2004. Metacommunity processes rather than continental tectonic history better explain geographically structured phylogenies in legumes. The royal society. 359: 1509-1522.
- López, H., Hernández, R. & Brossard, M. 2005. Historia del uso reciente de tierras de las sabanas de América del Sur. Estudios de casos en sabanas del Orinoco. Interciencia. 30: 623-630.
- López, I., Pérez, E. & Meave, J. 2006. Estructura y composición florística de las sabanas de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec (Oaxaca) México. Acta Botánica mexicana. 77:41-67.
- McCune B. & MeVord M. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, Version 4. MjM SoftwareDesign, Oregon. 99-108.
- MacDonald, G. 2003. Biogeography Space, Time and Life. John Wiley & Sons, Inc. 191-210.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 pp.
- Mcaleece, N., Lamshead, P., Paterson, G. & Cage, J. 1997. Biodiversity Professional .2.0. Natural History Museum; The Scottish Association for Marine Science.

- Moreno C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&t - manuales y tesis sea, vol. 1. Zaragoza: gorfí, sa. P.84.
- Osborne, P. 2000. Tropical Ecosystems and Ecological Concepts. Cambridge University Press. 81-141.
- Pennington, R., Lewis, G. & Ratter, R. 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of neotropical savannas and seasonally dry. En: Pennington, T. *et al.*, Neotropical savannas and tropical dry forests. The Systematic Association Special Volume Series 69. 1-19.
- Pielou, E. 1966. Species-diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, 10(2):370-383.
- Pruski, J. F. & H. E. Robinson. 2018. Asteraceae. 5(2): i–xix, 1–608. In G. Davidse, M. Sousa Sánchez, S. Knapp & F. Chiang Cabrera (eds.) *Fl. Mesoamer.* Missouri Botanical Garden, St. Louis.
- Rippstein, G., Amezcuita, E., Escobar, G., Grollier, C. (2001). Condiciones naturales de las Sabanas. En: Rippstein G. Escobar G, Motta F (Eds.) *Agroecología y biodiversidad de las Sabanas de los Llanos Orientales*. CIAT. (pp 1-21). Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Rodríguez, A., Zamora, N., Santamaria, D., Solano, D., & González F. 2006. Inventario florístico de las sabanas Esperanza y Helechales en la cordillera de Talamanca, Costa Rica. *InBio*.
- Sarmiento, G. & Monasterio, M. 1983. Life forms and phenology. En: Bourliere, I. *Ecosystems of the world 13. Tropical Savannas*. Elsevier Scientific Publishing Company. Pp. 79-108.
- Sarmiento, G. 1984. *The ecology of Neotropical savannas*. Harvard University Press. 256 pp.
- Sarmiento, G. & Silva, J. 1997. Un modelo de estados y transiciones de la sabana estacional de los llanos venezolanos. *Ecotrópicos*. 10 (2). 51- 64.
- Schrire, B., Lavin, M., & Lewis, G. 2005. Global distribution patterns of the Leguminosae: insights from recent phylogenies. *Biol. Skr.* 55: 375-422.
- Ter Braak, C. & Smilauer, P. 1998. *CANOCO Reference Manual and User 's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination*. Microcomputer Power, USA.
- The Plant List. 2013. Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/>. Consultado el 1 de enero de 2021.
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org>. Consultado 24 de septiembre de 2020.
- Van der Hammen, T. 1983. The Paleoecology and Palaeogeography of savannas. En: Bourliere F. *Tropical Savannas*. Elsevier. Amsterdam. Pp. 19-35.

- Vázquez-Vázquez, Claudia, Ortiz-Díaz, Juan Javier & Tun-Garrido, Juan. (2012). Estructura y composición florística de las sabanas de Xmabén, Campeche, México. *Bioagrociencias*, Vol. 5 N° 2, 8.
- Walker, B. & Noy-Meir, I. 1982. Aspects of stability and resilience of savanna ecosystems. *Ecology of tropical savannas* (ed. by B. J. Huntley and B. H. Walker). Springer, Berlin. *Ecological Studies* 42: 556-590.

7. ANEXOS



Figura 18. Establecimiento de la parcela de 200 m². De lado izquierdo la parcela de Altos de Campana y del derecho La India Dormida.



Figura 19. Medición de frecuencia y cobertura de las especies herbáceas y arbustivas, con el cuadrante de 1m². De lado izquierdo Altos de Campana y del lado derecho La India Dormida.

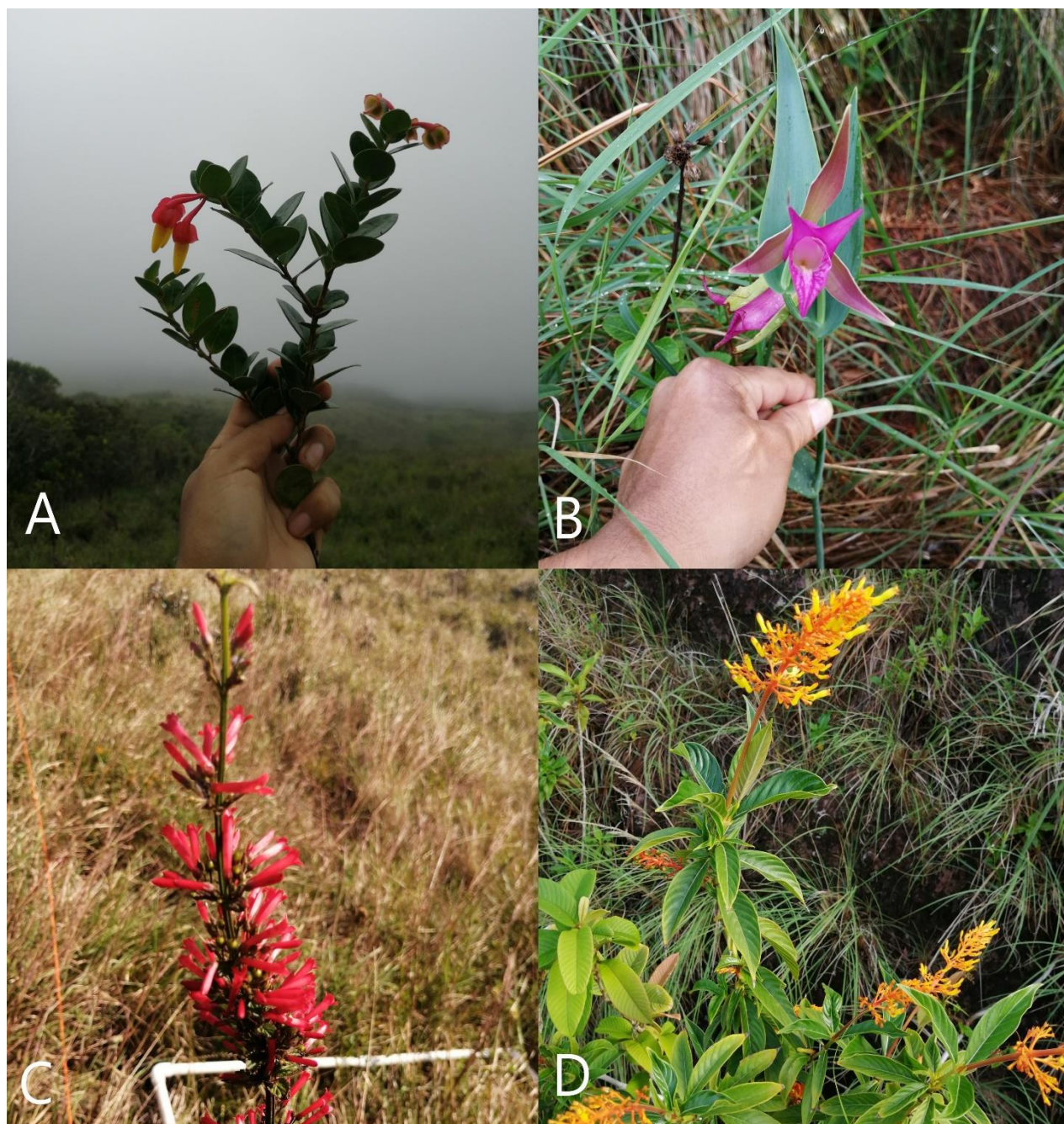


Figura 20. Especies registradas en el área de estudio. A. *Anthopteropsis insignis* B. *Cleistes rodriguesii* C. *Russelia sarmentosa* D. *Palicourea triphylla*.