

Densidad poblacional y distribución espacial de *Cyathea* sm. (Cyatheaceae) en un bosque húmedo tropical, Quibdó, Chocó, Colombia

Population density and spatial distribution of *Cyathea* sm. (Cyatheaceae) in a tropical rainforest, Quibdó, Chocó, Colombia

Jhon Freddys Pérez Mosquera*, Absaleidy Mosquera-Rivas*

Resumen

Objetivos: Generar información básica acerca de la densidad poblacional de las especies del género *Cyathea* y describir los patrones de distribución espacial de las especies del género *Cyathea*. **Métodos:** El trabajo de campo se desarrolló al interior de la Parcela Permanente de Investigación en Biodiversidad de 1ha, dentro de los cuales se censaron todos los individuos de las especies del género. La determinación del material vegetal se realizó comparando las colecciones depositadas en el Herbario Chocó, bases de datos y la colaboración de especialistas. La densidad poblacional se calculó con base en el número de individuos por área. Para el análisis de distribución espacial se empleó el índice estandarizado de Morisita. **Resultados:** Se registró un total de 1702 individuos; *C. brunnescens* registró la mayor densidad poblacional con 0,13 ind/ha seguida de la morfo especie *Cyathea* spp. con 0,027 ind/ha y por último *C. decorata* con 0,0093 ind/ha. Todas las especies registraron un patrón de distribución agregado, *C. brunnescens* 5,5 agregado, *C. spp.* 7 agregado y *C. decorata* 16 agregado; sin embargo, uno de los estados de desarrollo arrojó un patrón de distribución aleatorio dentro de la subparcela B. **Conclusión:** El patrón de distribución agregado que arrojaron cada una de las especies registradas, es un patrón normal para este grupo, que por su biología y ecología tienden a mantenerse de forma agrupada.

Palabras clave: *Cyathea*, Distribución agregada, Estados de desarrollo, Morosita.

Abstract

Objectives: (1) to generate basic information about the population density of the species of the genus *Cyathea*, and (2) to describe the spatial distribution patterns of the species of the genus *Cyathea*. **Methods:** The field work was carried out within the 1ha Permanent Biodiversity Research Plot, within which all individuals of the species of the genus were censused. The determination of the plant material was carried out by comparing the collections deposited in the Chocó Herbarium, data bases and the collaboration of specialists. Population density was calculated based on the number of individuals per area. The standardized Morisita index was used for the spatial distribution analysis. **Results:** A total of 1702 individuals were recorded, *C. brunnescens* recorded the highest population density with 0.13 ind/ha, followed by the morphospecies *C. spp.* with 0.027 ind/ha, and finally *C. decorata* with 0.0093 ind/ha. On the other hand, all species recorded an aggregate distribution pattern, *C. brunnescens* 5.5 aggregate, *C. spp.* 7 aggregate and *C. decorata* 16 aggregate, however, one of the developmental stages showed a random distribution pattern within subplot B. **Conclusion:** The aggregate distribution pattern shown by each of the species recorded is a normal pattern for this group, since due to their biology and ecology they tend to be grouped together.

Keywords: Aggregate distribution, *Cyathea*, Development status, Morisita.

Introducción

Los bosques húmedos tropicales son ecosistemas de gran importancia por sus altos valores de biodi-

versidad (Hartshorn 2002 Brooks *et al.* 2002). El estudio de los patrones de distribución espacial de las especies de plantas en estos ecosistemas, es un primer paso para asegurar la interpretación de algunos de los

* Grupo de investigación de Biosistemática, Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba”, Quibdó, Chocó, Colombia. Autor correspondencia: jhonperez77@gmail.com

Fecha recepción: Junio 12, 2019

Fecha aprobación: Septiembre 18, 2019

Editor Asociado: Quinto-Mosquera H.

aspectos más importantes de la biología, las especies (Fahrig y Merriam 1994) y a su vez, permite comprender o determinar el efecto de sucesos pasados sobre el patrón de distribución actual, generando hipótesis sobre los procesos biológicos o ambientales que estructuran o intervienen en los bosques tropicales (Montañez *et al.* 2010). El tamaño de los grupos y la densidad, proveen información fundamental sobre la variabilidad de una población y puede también ayudar a comprender mejor su tolerancia y fragmentación del hábitat para la aplicación de técnicas de manejo y conservación (Terra *et al.* 2001, Álvarez-Yepiz *et al.* 2011).

El género *Cyathea* se caracteriza por ser terrestre con tallos erectos de varios metros de altura; los peciolos dejan cicatrices muy marcadas alrededor del tallo, las cuales, en algunos casos son de valor taxonómico. Estos tallos son muy resistentes y se utilizan como cercas, vigas, postes y macetas. Las escamas son atropurpúreas a marrón y las células centrales están dirigidas al ápice, los márgenes tienen células más claras de orientación y tamaño diferentes, el indusio está ausente o cuando se presenta varía de esfaeropteroides o ciateoides a hemitelioides. Las esporas son verrucadas o ciliadas y no presentan poros (Murillo y Murillo 2003).

El género *Cyathea* registra 122 especies para Colombia (Cárdenas *et al.* 2019), siendo el país que presenta mayor diversidad. Son variados los estudios para el género *Cyathea* realizados en Colombia, donde se destacan los taxonómicos (Arens y Smith 1998, Murillo y Murillo 2003, Rojas-Alvarado y Tejedor 2016, Tejedor *et al.* 2018, Lehnert *et al.* 2019, Ecológicos Arens 1997, Arens 2001, Narváez-Parra *et al.* 2013). Para el departamento del Chocó se registra un estudio etnobotánico realizado por Estrada (2016). Por otra parte, se reporta el género *Cyathea* en estudios de diversidad florística (Forero y Gentry 1989, Mosquera-L *et al.* 2007, ecológico Murillo 2004) donde se registran 12 especies del género, entre ellas: *Cyathea aterrima* (Hook.) Domin, *C. brunnescens* (Barrington) R. C. Moran, *C. conformis* (R.M. Tryon) Stolze, *C. darienensis* R.C. Moran, *C. decorata* (Maxon) R.M. Tryon, *C. ebenina* H. Karst, de las cuales cinco especies se encuentran reportadas en el municipio de Quibdó.

Los helechos son plantas consideradas extremadamente vulnerables a la extinción, debido a la

fragmentación del hábitat y deforestación de bosques montañosos tropicales y templados, donde los helechos presentan la mayor diversidad y se encuentran los nichos ecológicos que estas plantas requieren (Arcand y Ranker 2008). Sumado a esto, la extracción de sus rizomas para ser utilizadas como sustratos de cultivos de orquídeas, así como para la construcción de viviendas, ha generado una pérdida considerable de especies del género (Cárdenas *et al.* 2019). La reiteración de las acciones antes mencionadas hizo que el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA), emitiera la Resolución 0801 de 1977 estableciendo que “la familia Cyatheaceae se encuentra en veda permanente en todo el territorio nacional, para el aprovechamiento, comercialización y movilización de las especies y sus productos, y declarada como planta protegida”. Por otra parte, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres (CITES 2010), como una estrategia de conservación incluye al género *Cyathea*, y a todas sus especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, (SINCHI), incluye 46 especies de la familia Cyatheaceae en alguna categoría de riesgo dentro del libro rojo de las cuales 39 son del género *Cyathea* (Cárdenas *et al.* 2019).

Pese a las investigaciones realizadas para el género *Cyathea* en el territorio nacional, se desconoce información sobre la densidad poblacional y la distribución espacial del género, desconociendo su estado actual en el bosque húmedo tropical del municipio de Quibdó, lo que pone en riesgo su conservación; con respecto a lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos: (1) generar información básica acerca de la densidad poblacional de las especies del género *Cyathea* en una parcela permanente de investigación en biodiversidad (municipio de Quibdó) y, (2) describir los patrones de distribución espacial de las especies del género *Cyathea* en una parcela permanente de investigación en biodiversidad (municipio de Quibdó).

Metodología

Área de estudio. En una parcela permanente de investigación en biodiversidad (PPIB), con una exten-

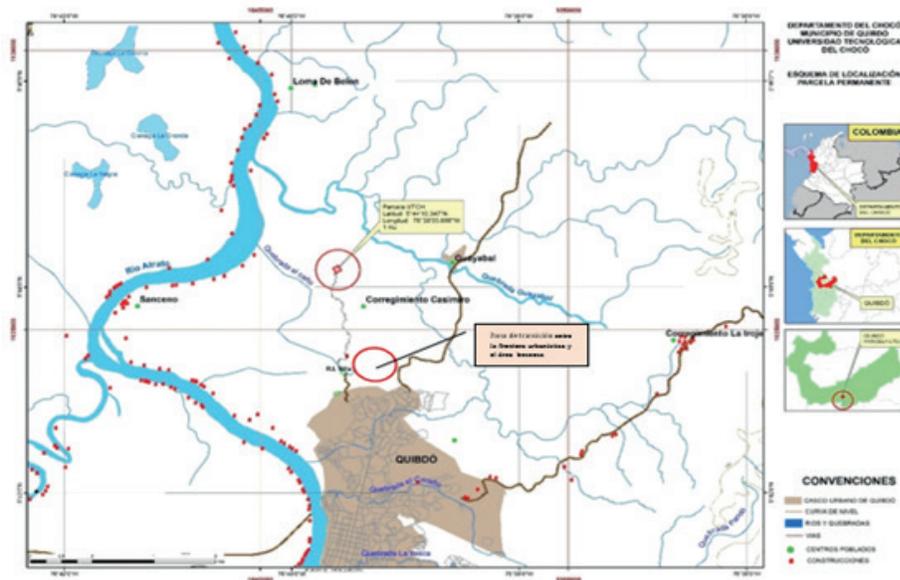


Figura 1. Ubicación de la parcela PPIB en el municipio de Quibdó.

sión de una hectárea (1 ha) de forma cuadrada (100 m x 100 m) subdividida en 25 cuadrantes de 20 m x 20 m, ubicada en la zona norte de la ciudad de Quibdó, con coordenadas geográficas 5°44'14.15" latitud norte y 76°39'59.04" longitud oeste pertenecientes al Consejo Comunitario de Casimiro (Figura 1), con una temperatura promedio de 28°C, una humedad relativa del 86% y la radiación solar entre 280/7/320 cal/cm²/día y según Holdridge (1997). Esta localidad corresponde a las zonas de vida de bosque muy húmedo tropical (bmh-T) y bosque pluvial tropical (bp-T) que acoge una gran variedad de especies vegetales dispuestas especialmente en multiestratos. Sobresalen las especies arbóreas, las cuales representan un alto registro en diámetro y altura, llegando con sus frondosas copas a formar el dosel que caracteriza a esta selva y regulan la aparición y desarrollo de otros grupos vegetales, especialmente a los individuos de hábitos rastreros o que se encuentran en el sotobosque (García *et al.* 2004).

Fase de campo. Se censaron todos los individuos de las especies del género *Cyathea* en sus diferentes estados de desarrollo (plántula, juvenil y adulto) basados en los criterios de Pérez-Paredes *et al.* (2014) y se recolectaron tres muestras por especie. A cada individuo se le midió altura, cobertura, diámetro del tallo y el número de cuadrante en que se encontraba, registro fotográfico y su georreferencia con el GPS.

Determinación del material vegetal. Se llevó a

cabo, mediante la comparación de material vegetal de colecciones depositadas en el Herbario CHOCÓ, con la colaboración por parte del especialista Fernando Giraldo Gallego, el uso de imágenes de exicatas disponibles en las bases de datos W3-Tropicos (<http://www.tropicos.org/>), United States Botanical Garden (<http://www.usbg.gov/search-collection>), Herbario Nacional Colombiano (<http://www.biovirtual.unal.edu.co>), The International Plants Name Index (<http://www.ipni.org/>).

Densidad poblacional. La densidad poblacional se calculó con base en la siguiente fórmula:

$$D = N/\text{Área (Ha)}$$

donde:

N= número de individuos censados en función del área de estudio.

Además, se calculó la densidad por cuadrante (20 m x 20 m), para poder contrastar las densidades de los diferentes cuadrantes y a su vez determinar la densidad del total de la parcela respecto a los individuos encontrados.

Distribución espacial. Para el análisis del índice estandarizado de Morisita (Ip), se tuvo en cuenta los valores entre -1 y +1, donde Ip = 0 presenta una distribución aleatoria, Ip >0 distribución agregada y Ip <0 distribución uniforme (Cabrera y Wallace 2007).

El I_p se define como:

$$I_p = n \left[\frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x} \right]$$

donde:

n = número de cuadrantes

x = número de individuos de la especie i

x^2 = número de individuos de la especie i , en el cuadrante i , elevado al cuadrado

Resultados

Densidad poblacional. Se registró un total de 1702 individuos del género *Cyathea*, comprendido en 2 especies; *Cyathea decorata*, *C. brunnescens* y la morfoespecie *C. spp.* (Figura 2) de los cuales 1580 fueron plántulas, 115 juveniles y siete adultos. *Cyathea decorata* presentó un total de 93 individuos, distribuidos en 86 plántulas y 7 juveniles; *C. brunnescens* registró 1339 individuos, divididos en 1239 plántulas, 93 juveniles y 7 adultos; *C. spp.* 270 individuos, distribuidos en 255 plántulas y 15 juveniles; aspectos que muestran a *C. brunnescens* como la especie con mayor número de individuos registrados (Tabla 1). Por otra parte, muestra que los



Figura 2. Especies registradas: *Cyathea decorata* (a), *Cyathea brunnescens* (b) y *Cyathea spp.* (c).

individuos de la especie *C. decorata* cuentan con una desviación estándar de 47,75982 y con un promedio de 31; para la especie *C. brunnescens* un promedio de 446.3333 y la desviación estándar de 687,8149, y para la morfoespecie *C. spp.* un promedio de 90 con una desviación de 143,0909, indicando que los datos de las tres especies no son homocedásticos, es decir, la desviación típica de las tres series de datos se desvía de la media de manera diferente, lo mismo ocurre con el promedio, por lo que los datos presentan mucha variabilidad (Figura 3).

Cyathea brunnescens presentó la mayor densidad poblacional en la parcela, 0,13 ind/ha, seguida de la morfoespecie *C. spp.* con 0,027 ind/ha, y la especie *C. decorata* fue quien registró la menor densidad poblacional con 0,0093 ind/ha (Figura 4). Las plántulas presentaron la mayor densidad: *C. brunnescens* 0,12 ind/ha, *C. spp.* 0,025 ind/ha y *C. decorata* 0,086 ind/ha.

La mayoría de las subparcelas estuvieron bien representada debido a la gran cantidad de individuos y por lo tanto presentaron una densidad poblacional relativamente alta (Figura 5), donde se evidencia que en las subparcelas 1E y 2E presentaron una baja densidad poblacional para la especie *C. brunnescens*.

Distribución espacial. El índice de dispersión de Morisita arrojó un patrón de distribución para las especies de la siguiente manera: *C. brunnescens*

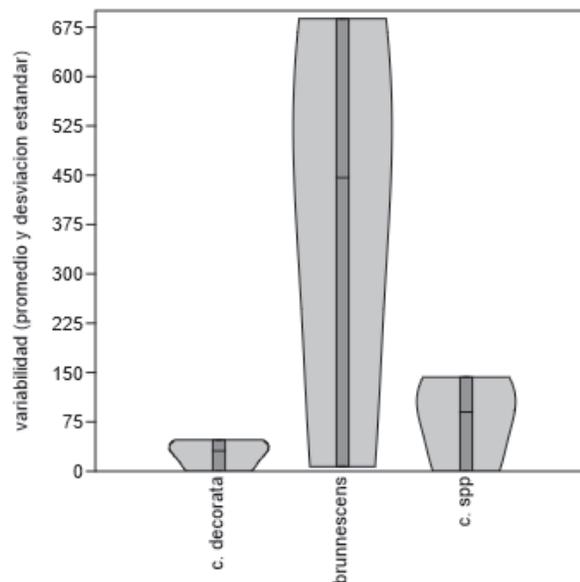


Figura 3. Desviación estándar y promedio de las especies.

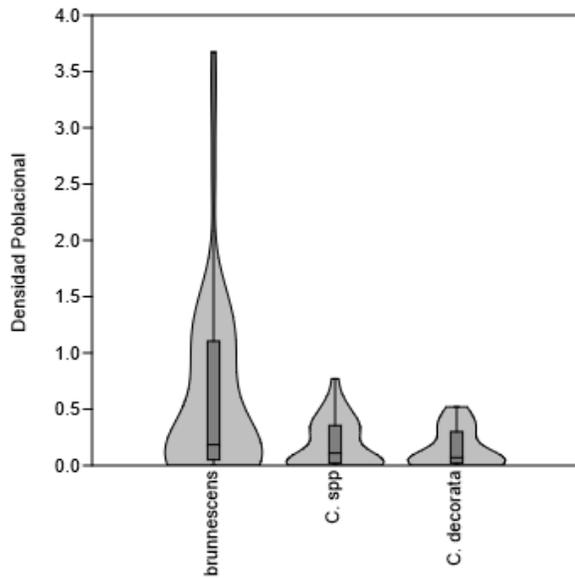


Figura 4. Densidad poblacional por especies del género *Cyathea* en la PPIB.

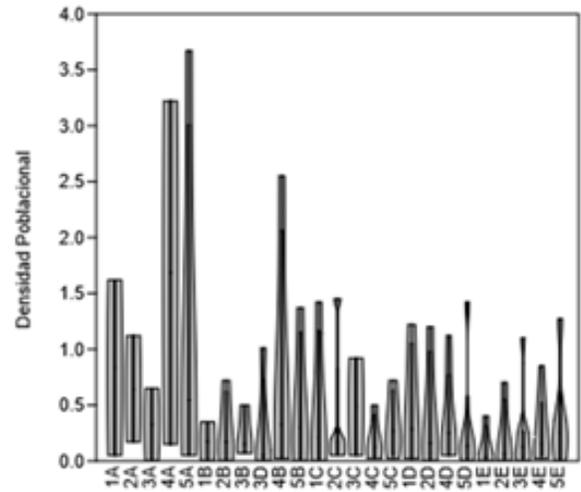


Figura 5. Comparación de la densidad poblacional entre los cuadrantes.

Tabla 1. Registro de los individuos por especies y estado de desarrollo

Especies	Plántulas	Juveniles	Adultos	Total
<i>C. decorata</i>	86 ind	7 ind	0 ind	93 ind
<i>C. brunnescens</i>	1239 ind	93 ind	7 ind	1339 ind
<i>C. spp.</i>	255 ind	15 ind	0 ind	270 ind
Total				1.702 ind

5,5 agregado, *C. spp* 7 agregado y *C. decorata* 16 agregado. Por otra parte, las diferentes subparcelas presentaron en su mayoría patrones de distribución agregado, excepto uno de los cuadrantes de la subparcela B que presentó un patrón de distribución aleatorio (Figura 6).

Los estados de desarrollo presentaron un patrón de distribución agregado respecto al total de la parcela; cabe destacar que la distribución espacial en el estadio juvenil de la morfoespecie *Cyathea spp.* arrojó un patrón aleatorio de cero (0), ubicado en la subparcela B, posiblemente porque las condiciones ambientales y los recursos eran consistentes, lo que pudo haber ocasionado una competencia entre individuos de esta especie; sin embargo, el resto de los estados de desarrollo de las especies *C. decorata* y *C. brunnescens* presentaron un patrón agregado (Figura 7).

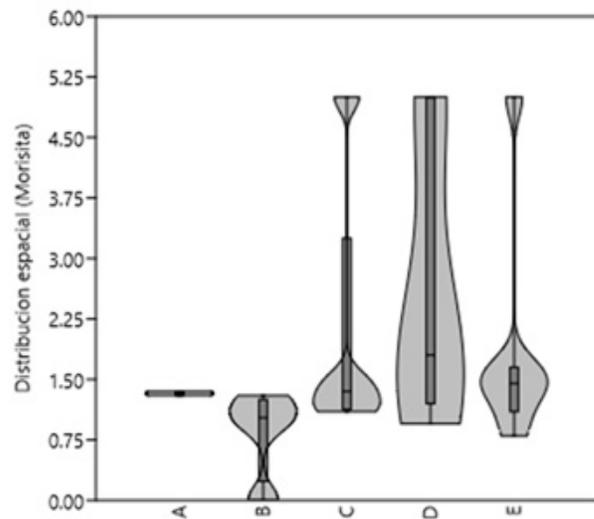


Figura 6. Distribución espacial por las diferentes subparcelas (las letras A, B, C, D, E, son cada una de las subparcelas).

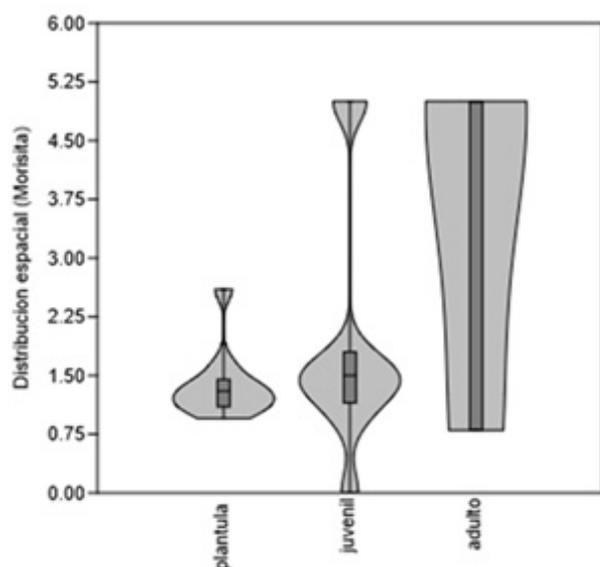


Figura 7. Distribución espacial por estado de desarrollo.

Discusión

Densidad poblacional. Respecto al total de individuos de las especies registradas para el género *Cyathea*, se ratifica que la abundancia de este grupo en bosques tropicales es conspicua. La gran abundancia de estos organismos, sobre todo *C. brunnescens*, se debe probablemente a las condiciones microclimáticas, su buena capacidad de dispersión, sin omitir que esta zona se encuentra poco perturbada y que la mayoría de los cuadrantes que conforman la parcela contaban con un dosel muy abundante, lo que hacía que la penetración solar no fuera directa. Por el contrario, en algunas zonas que contaban con claros, las poblaciones disminuyeron significativamente, presentando mayor registro la especie *C. decorata*, que respecto al total de la parcela podría denominarse como una especie rara, debido a su bajo registro. La presencia de esta especie en sitios con claros demuestra que forman grupos en condiciones o áreas con presencia de luz (observación personal). Krebs (1998) considera que la vegetación de cualquier área es producto del clima de la misma, lo cual implica que los factores climatológicos primordialmente la temperatura y la humedad, regulan la abundancia de la vegetación. El estudio de Schmitt y Windisch (2007) demuestra que la especie *C. delgadii* Sternb tiene tendencia a nichos que se encuentran en una etapa sucesional, donde la

disponibilidad de la luz es mayor en el sotobosque. En este mismo estudio se reportan 44 individuos en un área con 38 parcelas de 10 m²; por otro lado, Hernández-Cribian *et al.* (2005) registraron 846 individuos de helechos arborescentes en 4800 m², siendo *C. salvanii* (Hook) Domin, la especie más abundante con 802 individuos. Estos registros confirman la alta abundancia que tienen los helechos en los bosques nublados y los bosques húmedos tropicales (Hietz y Hietz-Seifer 1995).

El alto número de plántulas y juveniles registrados demuestra que la población es estable y está creciendo (regenerando), por lo que se puede atribuir al banco de plántulas como lo describen Chami *et al.* (2011) y Schaaf *et al.* (2006) argumentan que las poblaciones que muestran una alta representatividad de individuos en las clases de tamaños más pequeños (plántulas) constituyen normalmente una distribución de frecuencia en forma de J invertida, la cual, representa el crecimiento de una población y/o su capacidad de regeneración dentro del bosque (Lamprecht 1990, Newton 2007, Imaña *et al.* 2011, Ceccon y Negrelle 2013). Además, la gran concentración de individuos, se debe probablemente a la formación agregada del banco de plántulas debajo de la planta madre, lo que genera una alta competencia intraespecíficas (Pereira-Gomes *et al.* 2016).

La mayoría de las subparcelas presentaron una gran cantidad de individuos, probablemente debido a las condiciones del hábitat que favorecía su desarrollo, a pesar de que presentaban algunos claros y suelos poco fangosos, corroborando así lo planteado por Schmitt y Windisch (2007) en su estudio con la especie *Cyathea delgadii*, donde argumentan que la buena cantidad de individuos se debe probablemente a la presencia de sitios adecuados para el establecimiento de nuevas plantas. Pese a esto, las subparcelas 1E y 2E registraron una densidad baja para la especie *Cyathea brunnescens*, debido a la presencia de claros, lo que posiblemente es un factor que condiciona la propagación y desarrollo de los individuos, reafirmando lo expuesto por Pillar (2003) quien publicó que de acuerdo con los diferentes patrones de exposición al sol de las especies pueden ocurrir variaciones en la estructura de la población.

Distribución espacial. El patrón de distribución para las especies registradas fue agregado, esto se debe posiblemente, a que su dispersión no es muy

amplia, sin embargo, hubo zonas donde presentaron un fuerte agrupamiento, tal vez porque estos sitios no eran muy fangosos y el terreno presentaba un drenaje regular, haciendo de este un sitio adecuado para las especies que dominaron en este tipo de hábitat, en este caso *C. brunnescens* y la morfoespecie *C. spp.* Por su parte, *C. decorata* presentó un patrón agregado, destacando su ausencia en las zonas con dosel denso, por otra parte, su patrón de agregación se registró más en zonas con presencia de claros (observación personal) esto posiblemente se deba a que presentan una baja dispersión o que sus esporas son fotoblásticas, tal como lo indican Randi y Felipe (1988) en su estudio con *C. delgadii*, donde determinaron que la luz era un factor determinante para la germinación de esporas y el posterior establecimiento de esporofitos jóvenes. La agregación de estas especies confirma lo reportado en otros estudios desarrollados en bosques tropicales de tierras bajas, donde se encontró que el patrón de distribución agregado fue el más sobresaliente (Hubbell 1979, Condit *et al.* 2000).

Condit *et al.* (2000) aseguran que las especies que presentan una fuerte agregación en el estadio plántula, son normalmente especies de porte arbóreo. Por su parte, el patrón agregado podría ser por el resultado de la variación espacial en el micrositio, mostrando una mayor densidad en parches con mejores condiciones para el crecimiento y la supervivencia de la planta (Pereira-Gomes *et al.* 2016). De igual manera, Polanía y Murillo (2004), argumentan que los factores ambientales que explicaban mejor la distribución espacial en las especies de los Pteridofitos son: la pendiente, el drenaje, la cantidad de luz sobre la parcela y la densidad arbórea entre otras.

Conclusiones

El patrón de distribución agregado que arrojaron cada una de las especies registradas, es un patrón normal para este grupo, porque por su biología y ecología tienden a mantenerse de forma agrupada.

A nivel taxonómico la morfoespecie *Cyathea spp.* tuvo dificultad en identificarse debido a que probablemente sea una forma atípica de *Cyathea brunnescens*, también por sus características se parecía con *Cyathea phalaenolepis* porque esta no produce tallos muy largos y las escamas del peciolo son bicoloras, e incluso este espécimen podría ser una

especie nueva, sin embargo, es necesario mucho más muestreo para observar bien un patrón morfológico.

Los resultados obtenidos demuestran la relación que existe entre la densidad poblacional y la distribución espacial de las especies, es decir, que de acuerdo con el tamaño poblacional así podría ser la distribución espacial.

El registro estuvo dominado por la especie *Cyathea brunnescens* en cuanto a la densidad poblacional y fue la especie que mayor agrupamiento presentó.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por brindarnos las herramientas necesarias para poder culminar este estudio. A nuestras familias por el apoyo brindado, a la Universidad Tecnológica del Chocó en especial al programa de Biología y al semillero de investigación Biosistemática. Agradecemos inmensamente al profesor Jair Cuesta Nagles que fue pieza clave en todo el proceso investigativo, a Juan David Córdoba Borja, Jefferson Palacios Guevara, Hanier Duван Mena Abadía, Jhoniel Javiel Borja Rentería, Brayan Alexander Palacios, que fueron personas que nos ayudaron en la fase de campo, gracias a ellos se logró el objetivo en el tiempo establecido.

Literatura citada

- Álvarez-Yépez JC, Dovčiak M, Búrquez A. 2011. Persistence of a rare ancient cycad: effects of environment and demography. *Biological Conservation*. 144 (1): 122-30. Disponible en: <https://bit.ly/3vfwUD>
- Arcand NN, Ranker TA. 2008. Conservation biology. pp. 257-83. In: Ranker TA, Haufler CH. (eds.). *The biology and evolution of ferns and lycophytes*. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511541827.011>
- Arens NC. 1997. Responses of leaf anatomy to light environment in the tree fern *Cyathea caracasana* (Cyatheaceae) and its application to some ancient seed ferns. *Palaios*. 12 (1): 84-94. Disponible en: <https://bit.ly/3M8Yo3o>
- Arens NC, Smith AR. 1998. *Cyathea planadae*, a remarkable new creeping tree fern from Colombia, South America. *American Fern Journal*. 88 (2): 49-59. Disponible en: <https://bit.ly/3shsYzW>
- Arens NC. 2001. Variation in performance of the tree fern *Cyathea caracasana* (Cyatheaceae) across a successional mosaic in an Andean cloud forest. *Am J Bot*. 88 (3): 545-51. Disponible en: <https://bit.ly/3LYD1S1>
- Cárdenas D, Rodríguez W, García N, Sua S, Lehnert M, Giraldo F. 2019. Libro Rojo de Plantas de Colombia. Vol. 7. Helechos arborescentes. Serie libros rojos de especies

- amenazadas de Colombia. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 194 pp. Disponible en: <https://bit.ly/3sgL98R>
- Cabrera WH, Wallace R. 2007. Densidad y distribución espacial de palmeras arborescentes en un bosque preandino-amazónico de Bolivia. *Ecología en Bolivia*. 42 (2): 121-36. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282007000800004
- Ceccon-Valente MF, Negrelle RRB. 2013. *Geonoma gamiova* demography in an area with leaf harvesting. *Ciência Rural*. 43 (7): 1218-22. Disponible en: <https://bit.ly/3InW19d>
- Condit R, Ashton PS, Baker P, Bunyavejchewin S, Gunatilleke S, Gunatilleke N. *et al.* 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science*. 288 (5470): 1414-8. Disponible en: <https://bit.ly/3heexGl>
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). 2010. Apéndices I, II Y III de CITES. Disponible en: <https://bit.ly/3vfgFQZ2>
- Chami LB, Machado-Araujo M, Longhi SJ, Kielse P, Dal'col-Lucio A. 2011. Mechanisms of natural regeneration in different environments in the remaining mixed rain forest, São Francisco de Paula, RS. *Ciência Rural*. 41 (2): 251-9. Disponible en: <https://bit.ly/3BPPbrG>
- Estrada A. 2016. Estudio etnobotánico y fitoquímico en *Cyathea multiflora* Sm. (Cyatheaceae) Quibdó, Chocó, Colombia. Trabajo de grado. Quibdó: Facultad Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica del Chocó.
- Fahrig L, Merriam G. 1994. Conservation of fragmented population. *Conservation Biology*. 8 (1): 50-9. Disponible en: <https://bit.ly/3vgwPiu>
- Forero E, Gentry A. 1989. Lista anotada de las plantas del departamento del Chocó, Colombia. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia.
- García FJ, Moreno M, Robledo D, Mosquera L, Palacios I. 2004. Composición y diversidad florística de los bosques de la cuenca hidrográfica del río Cabí, Quibdó, Chocó. *Investigación Biodiversidad y Desarrollo*. 20: 13-23.
- Hartshorn GS. 2002. Biogeografía de los bosques neotropicales. En: *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. pp. 59-81. Disponible en: <https://bit.ly/3hbKGyJ>
- Hernández-Cibrian CH, Nelson TM, Mejía G, Borjas A. 2005. Diversidad de helechos en el sendero La Esperanza del Parque Nacional La Tigra, Honduras. *Ceiba*. 46 (1-2): 29-41. Disponible en: <https://bit.ly/3LYKgt9>
- Hietz P, Hietz-Seifert U. 1995. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in central Veracruz, Mexico. *J Vegetation Sci*. 6 (4): 487-98. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/3236347>
- Holdridge LR. 1997. *Ecología basada en zonas de vida*. Colección libros y materiales educativos n° 83. San José: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). 216 pp. Disponible en: <https://bit.ly/3In8H1m>
- Hubbell SP. 1979. Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry forest. *Science*. 203 (4387): 1299-309. Disponible en: <https://bit.ly/35oIMYH>
- Imaña-Encinas J, Santana OA, Imaña CR. 2011. Estructura diamétrica de un fragmento del bosque tropical seco de la región del Eco-museo del Cerrado, Brasil. *Colombia Forestal*. 14 (1): 23-30. Disponible en: <https://bit.ly/356B59t>
- Krebs C. 1978. *Ecología*. México: Editorial Harta. 753 pp.
- Lamprecht H. 1990. Silvicultura en los Trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Eschborn: GTZ. Disponible en: <https://bit.ly/3t6Qajj>
- Lehnert M, Rodríguez W, Giraldo LF, Tejedor A. 2019. New additions of scaly tree ferns (Cyatheaceae) to the flora of Colombia. *American Fern Journal*. 109 (2): 77-120. Disponible en: <https://doi.org/10.1640/0002-8444-109.2.77>
- Montañez RA, Escudero CY, Duque AJ. 2010. Patrones de distribución espacial de especies arbóreas en bosques de alta montaña del departamento de Antioquia, Colombia. *Rev Fac Nac Agron Medellín*. 63 (2): 5629-38. Disponible en: <https://bit.ly/3LYfvop>
- Mosquera-Ramos LJ, Robledo-Murillo D, Asprilla-Palacios A. 2007. Diversidad florística de dos zonas de bosque tropical húmedo en el municipio de Alto Baudó, Chocó, Colombia. *Acta Biol Colomb*. 12 (S1): 75-90. Disponible en: <https://bit.ly/3JXzBxn>
- Murillo-A J, Murillo-P MT. 2003. Pteridófitos de Colombia IV. Novidades en *Cyathea* (Cyatheaceae). *Rev Acad Colomb Cienc*. 27 (102): 45-51. Disponible en: <https://bit.ly/3IkXfdg>
- Murillo-A J. 2004. Diversidad y riqueza de pteridófitos en el Chocó Biogeográfico. pp. 517-58. En: Rangel-CH. JO (ed.). *Colombia diversidad biótica IV. La región chococana de Colombia/costa pacífica*. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Conservación Internacional. 997 pp.
- Narváez-Parra, Jerez-Jaimes J, Mantilla-Serrano J. 2013. Etapas de desarrollo in vitro del gametofito del helecho arborescente *cyathea* aff. *Caracasana* (klotzsch) domin. *Bitsua*. 11 (2): 74-84.
- Newton A. 2007. *Forest ecology and conservation: A handbook of techniques*. New York: Oxford University Press. 454 pp. Disponible en: <https://bit.ly/3pgVINR>
- Pereira-Gomes J, Iaschitzki P, Dacoregio HM, Silva CS, Higuachi P, Mantovani A, *et al.* 2016. Demographics and spatial pattern on three populations of Myrtaceae in the ombrophilous mixed forest. *Ciência Rural*: 46 (9): 1579-84. Disponible en: <https://bit.ly/356GltJ>
- Pérez-Paredes MG, Sánchez-González A, Tejero-Díez JD. 2014. Estructura poblacional y características del hábitat de dos especies de Cyatheaceae del estado de Hidalgo, México. *Botanical Sciences*. 92 (2): 259-71. Disponible en: <https://bit.ly/3JTalCQ>
- Pillar VDP. 2003. Dinâmica de expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. pp. 209-16. In: Claudino-Sales V (Org). *Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora. Disponible en: <https://bit.ly/36FI0HI>
- Polanía C, Murillo-A J. 2004. Patrones de distribución espacial de Pteridofitos en la Amazonia colombiana. *Acta Biol*