



## **DIVERSIDAD DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS EN LA RESERVA PRIVADA CERRO CHUCANTÍ EN DARIÉN, PANAMÁ**

**<sup>1</sup>Zarluis Mijango-Ramos, <sup>1,2</sup>María Sánchez de Stapf, <sup>1</sup>Carmen Vergara & <sup>1</sup>Jorge Mendieta**

<sup>1</sup>Departamento de Botánica, Universidad de Panamá, República de Panamá. Email: zmr0618@gmail.com; mnstapf@yahoo.com; cvalgae@hotmail.com; mendi\_ja@yahoo.es

<sup>2</sup>Herbario de la Universidad de Panamá (PMA). Email: \_herbario.up@up.ac.pa  
e-mail: zmr0618@gmail.com

### **RESUMEN**

Los bosques nubosos juegan un papel fundamental en el mantenimiento y calidad de agua, además de generar hábitats para los animales. La estructura y característica de estos bosques los hace ser “hot-spots” de biodiversidad y centros de endemismo. En este estudio se calculó la diversidad alfa de una comunidad vegetal y se evaluó de forma muy general, si la altura influye en la riqueza de especies en un Bosque Nuboso en la provincia de Darién. Se esperaba una menor riqueza de especies a medida que aumentaba la altura. Para esto, se calculó la diversidad de árboles, arbustos, palmas y helechos arbóreos en 0.4 ha y se evaluó la riqueza de especies por parcela en dos niveles altitudinales. Se encontró, que la diversidad de especies es muy alta comparado con otros bosques nubosos del trópico, además, las especies no mostraron tendencias de desigualdad y dominancia. No se observó una influencia de la altura en la riqueza de especies ( $p=0.96$ ). Sin embargo, cuando analizamos la composición de especies por zonas, solo 2 especies fueron compartidas entre sí. Lo que hace pensar que la altura no explica claramente la riqueza de especies en Chucantí y que pudiera ser explicado por otros factores ambientales.

### **PALABRAS CLAVES**

Análisis de diversidad, bosque nuboso, centros de endemismo de especies, diversidad vegetal, Chucantí.

# **TREES AND SHRUBS DIVERSITY IN CERRO CHUCANTI PRIVATE RESERVE IN DARIEN, PANAMA**

## **ABSTRACT**

Cloud forests play a fundamental role in the maintenance and quality of water, in addition to generating habitats for animals. The structure and characteristic of these forests makes them "hot-spots" of biodiversity and centers of endemism. In this study the alpha diversity of a plant community was calculated, and it was evaluated in a very general way, whether the height influences the richness of species in a Cloud Forest in the Darién province. A lower species richness was expected as the height increased. For this, the diversity of trees, shrubs, palms and arboreal ferns was calculated in 0.4 ha and the species richness was evaluated by plot in two altitudinal levels. It was found that the diversity of species is very high compared to other cloud forests of the tropics, in addition, the species showed no tendencies of inequality and dominance. No influence of height on species richness was observed ( $p = 0.96$ ). However, when we analyze the composition of species by zones, we find that they only share 2sp with each other. What makes us think that height does not clearly explain the species richness in Chucantí and that could be explained by other environmental factors.

## **KEYWORDS**

Diversity analysis, cloud forest, species endemism centers, plant diversity, Chucantí.

## **INTRODUCCIÓN**

Los bosques nubosos se han definido como una franja altitudinal donde la presencia de nubes es constante o estacional, reduciendo la luminosidad y disminuyendo el déficit de vapor; presentan un alto rango de precipitación, suelos con una gruesa capa orgánica y húmedos; árboles con pocas alturas, hojas pequeñas y coriáceas, alto grado de epífitas y ocurren en elevaciones de 2000 a 3500 m.s.n.m. o descender a 1000 o 500 m.s.n.m. en áreas costeras y zonas aisladas (Hamilton, et al., 1995). A través de toda la región neotropical, los bosques nubosos han recibido diferentes denominaciones, tales como "bosque mesófilo de montaña" en México, "bosque nublado" en Honduras, "selva nubosa" en Guatemala, "nebliselva" en Nicaragua,

“bosque nuboso” en Costa Rica y Panamá, “selva andina” en Colombia, “Selva nublada” en Venezuela, “selva tucumano-boliviana” y “yunga” en Argentina y Bolivia (Brown & Kapelle, 2001).

La cantidad de bosques nubosos potenciales en la superficie terrestre es de unos 380 000 km<sup>2</sup>, aproximadamente el 0.26% del área total en la tierra (Bubb, et al., 2004). En Panamá, la superficie de bosques nublados es de 2 265 500 ha y solo 566 400 ha se consideran áreas protegidas (Brown & Kapelle, 2001).

El uso intensivo del suelo, expansión agrícola, deforestación, contaminación de la tierra y el agua (Morrone, 2001) son factores que alteran la diversidad de especies. El cambio climático generado por estos efectos antropogénicos pueden ser la causa de la mayor pérdida de diversidad de especies de los últimos 100 años (Cahill et al. 2012). Todos los ecosistemas vegetales están siendo fragmentados, sin embargo, los bosques nubosos además de estar siendo afectados por los efectos antropogénicos, simultáneamente están siendo impactados por el cambio climático, modificando la temperatura, precipitación y la formación de nubes en las áreas montañosas (Bubb et al., 2004).

La conservación de la biodiversidad es de vital importancia para la supervivencia humana, ya que proporcionan bienestar económico, estabilizan la función de los ecosistemas (Singh, 2002) y regulan anualmente el CO<sub>2</sub> atmosférico (Houghton et al., 2015). Los bosques nubosos son el único ecosistema capaz de capturar el agua en forma condensada como neblina, además de jugar un papel fundamental en el mantenimiento y calidad del agua (Bubb et al., 2004). La gran abundancia de epífitas en estos ecosistemas captura una alta humedad y al mismo tiempo forman hábitats para aves, insectos y mamíferos. (Gotsh et al., 2016). De igual forma, la estructura característica de estos bosques los hace ser “hot-spot” de biodiversidad y centros de endemismo de especies (Martin & Bellingham, 2016).

Entre los estudios que se han realizado en la Reserva Privada Cerro Chucantí (RPCC) podemos resaltar: la descripción de una nueva especie de anfibio del género *Bolitoglossa sp.* (Batista, et al., 2014);

censo preliminar de primates (Méndez 2012); nuevo reporte del mamífero *Tylomys panamensis* (Méndez, et al., 2015); Aizprúa en el 2006, realizó un acercamiento a la flora de Chucantí, donde se registraron un total de 128 especies de angiospermas (datos no publicados); nuevas especies de plantas de los géneros *Anthurium sp.* (Ortiz, et al., 2016) y *Heliconia sp.* (Flores, et al., 2017). Actualmente, Ibáñez y Flores están trabajando en la “flora de Chucantí” que incluye más de 500 especies de plantas vasculares (datos no publicados). A pesar de los enormes esfuerzos de investigación en diferentes campos de la biología en este sitio, para el caso particular de plantas, solo se han realizado publicaciones de nuevas especies, nuevos registros e inventarios florísticos. Trabajos de esta índole son muy valiosos y extremadamente necesarios. Sin embargo, la cuantificación de parámetros cuantitativos en estos tipos de estudio descriptivo, proporcionan parámetros más completos para la conservación y ayudan a comprender el estado de las comunidades vegetales. En este sentido, el objetivo de este estudio fue determinar la diversidad y la composición de especies de árboles y arbustos en la RPCC mediante índices cuantitativos. Para esto, se calculó la riqueza, frecuencia y heterogeneidad de especies de árboles, arbustos, palmas y helechos arbóreos utilizando índices de diversidad. Además, se evaluó de forma muy general y descriptiva si la altura influye en la riqueza de especies en dos zonas altitudinales.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Área de estudio**

La RPCC, se encuentra ubicada en la región oeste de la provincia de Darién, muy cerca al límite con la provincia de Panamá (Fig. 1). Constituida principalmente de bosque nuboso y premontano (datos sin publicar). La altura máxima de la RPCC es de 1430 m.s.n.m., siendo la montaña más alta de la Serranía del Majé.



**Fig. 1** Localización del área de estudio (Cerro Chucantí), punto más alto 1430 m.

### **Metodología de campo y laboratorio**

Se establecieron 4 parcelas rectangulares de 20 m x 50 m, perpendiculares a la pendiente del cerro en dos niveles altitudinales; dos a  $\pm$  1300 m (zona alta, denominadas P1 y P1.2) y dos a  $\pm$  800 m (zona baja, denominadas P2 y P2.1). El área de cada parcela fue de 1000 m<sup>2</sup>, totalizando 0.4 ha de muestreo. Cada parcela fue subdividida en 10 sub-parcelas de 10 m x 10 m de forma continua para facilitar el manejo y trabajo dentro de la parcela.

Se midieron y contaron los árboles, arbustos, palmas y helechos arbóreos con un diámetro altura pecho (DAP)  $\geq$  10 cm y aleatoriamente en 5 sub-parcelas de cada parcela todos los individuos con DAP  $\geq$  2.5 cm. Para este estudio, también se incluyeron los helechos arbóreos y las palmas por ser elementos importantes en el sitio de estudio debido a su gran abundancia (observación personal).

Las muestras recolectadas fueron secadas en un horno por 4-5 días en el Herbario de la Universidad de Panamá (PMA). Una vez seco el material, se identificó empleando literatura taxonómica especializada de los tratados de: Flora de Panamá, Flora de Nicaragua, Flora Mesoamericana y el Manual de plantas de Costa Rica. De igual forma, se realizaron comparaciones de los especímenes colectados con la colección del herbario PMA.

### **Análisis de diversidad y composición florística**

Para este análisis se utilizó la clasificación propuesta por (Moreno, 2001) en: riqueza específica y estructura. Riqueza específica compuesta por: riqueza de especies y el índice de diversidad de Margalef (Magurran, 1988); la estructura compuesta por: índice de Simpson, Shannon-Wiener y Berger-Parker (Magurran, 1988).

Se elaboró una curva de rarefacción para evaluar el esfuerzo de muestreo utilizado en el sitio para cada parcela, y de igual forma, para estimar la cantidad de especies presentes en las comunidades. Para la elaboración de la curva, utilizamos el programa Rstudio V3.5.1 (R Development Core Team, 2008).

### **Comparación entre zonas altitudinales**

Para esta comparación se evaluó la riqueza de especies, la desviación estándar y el error estándar de cada parcela. Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis a los valores de riqueza de especies. Y gráficos de caja e histogramas para ver la distribución de los datos de riqueza de especies por parcela. En dichos análisis se utilizó el programa Rstudio V3.5.1 (R Development Core Team, 2008).

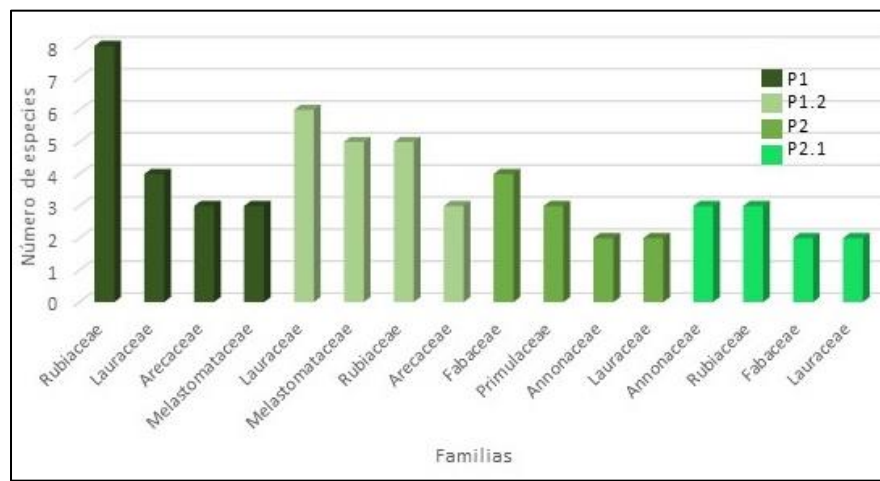
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se registró un total de 508 individuos, entre árboles, arbustos, palmas y helechos arbóreos, de los cuales 477 fueron identificados y tomados para el análisis; 28 individuos fueron imposible coleccionarlos por ser árboles muy altos y 3 individuos fueron colectados, pero no identificados. El 70% de las muestras fueron identificadas a nivel de especie, 15% hasta el nivel de género y 15% al nivel de familia y morfoespecie.

### **Diversidad y composición florística**

Un total de 100 especies, 70 géneros y 44 familias fueron registradas en las 4 parcelas. En la Parcela P1 se registraron 39sp, en la P1.2 37sp, en la P2 36sp y en la P2.1 34sp, ubicadas en las zonas altas (1300 m) y bajas (800 m).

Entre las familias más ricas en especies destacaron la Rubiaceae (8sp), Lauraceae (6sp), Fabaceae (4sp) y Annonaceae y Rubiaceae (3sp), para las parcelas P1, P1.2, P2 y P2.1, respectivamente. (Fig. 2). Similares resultados fueron encontrados por (Yaguana, et al., 2012) quienes registraron a la familia Rubiaceae como la más rica en un bosque nublado en Ecuador. La familia Rubiaceae es uno de los componentes más importantes en los bosques tropicales ya que posee una vasta diversidad y presencia en la mayoría de los biomas, siendo así la cuarta familia más diversa en el mundo y en el Neotrópico (Delprete & Jardim, 2012). Especies de la familia Lauraceae fueron registradas en los 4 sitios de colecta (Fig. 2), esto podría estar asociado a la gran actividad de aves en el sitio, ya que especies de esta familia han sido reportadas como “especies clave”, por ser el recurso primario de muchas de las aves que habitan en los bosques nubosos y de montaña (Hollebeck, 2014), haciendo esta familia muy interesante desde un punto de vista espacial y fitogeográfico. Otros estudios que registraron de igual forma las familias Lauraceae y Fabaceae como familias muy ricas en bosques nubosos fueron: Venezuela (Linares, 2008), China (Shi & Zhu, 2009), México (González et al., 2012) y Colombia (Hernández et al., 2011).



**Fig. 2** Familias de plantas con mayor número de especies por parcela.

La abundancia de especies entre parcelas en la zona alta no fue muy variada (Tabla 1). Para la P1, las familias más abundantes fueron Araliaceae con 16.4 % y Arecaceae con 7.4 %; para P1.2 la familia Arecaceae fue la más abundantes con 17.8 % seguido de Araliaceae con 6.8 %. *Dendropanax arboreus* de la familia Araliaceae es una especie ampliamente distribuida en el Neotrópico; en Panamá es posible encontrarla tanto en bosques secos, bosques montañosos y nubosos (Condit et al., 2011). Por otro lado, Urrego et al. (2005), registraron la familia Arecaceae como la más abundante en un Bosque Nuboso al oeste Amazónico, pero no así el género *Euterpe sp.* Este género de palma es más común en hábitats pantanosos de tierras bajas, sin embargo, se ha reportado en bosques nubosos de hasta 3000 msnm (Gentry, 1996). Para la zona baja se encontró la familia Rubiaceae con 15.1% fue la más abundante en la P2 y la familia Myrtaceae con 27.1% fue la más abundante en la P2.1. Dalla Rosa et al. (2016) encontraron que algunos géneros de la familia Myrtaceae, son componentes principales en la regeneración de un bosque nuboso ubicado en Brazil. La dominancia de estas familias podría estar ligada a la gran actividad de aves registradas por Montañez & Angehr (2007) en Chucantí, favoreciendo así la dispersión de sus semillas.

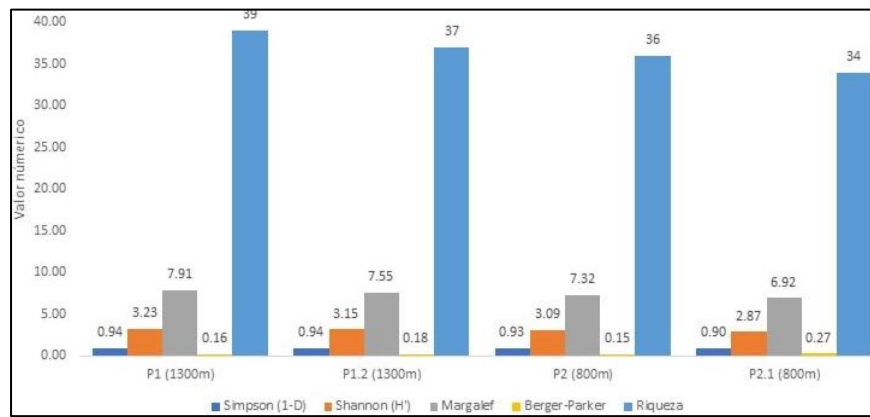


**Tabla 1.** Abundancia, frecuencia y porcentaje de frecuencia de las primeras 6 especies en las 4 parcelas.

	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Ab</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr%</b>
P1	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	20	0.16	16.4
	Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	9	0.07	7.4
	Melastomataceae	<i>Henriettea tuberculosa</i> (Donn. Sm.) L.O. Williams	9	0.07	7.4
	Melastomataceae	<i>Conostegia bracteata</i> Triana	9	0.07	7.4
	Lauraceae	Morfo 1	6	0.05	4.9
	Melastomataceae	<i>Miconia doniana</i> Naudin	6	0.05	4.9
P1.2	Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	21	0.18	17.8
	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	8	0.07	6.8
	Lauraceae	Morfo 2	8	0.07	6.8
	Melastomataceae	<i>Henriettea tuberculosa</i> (Donn. Sm.) L.O. Williams	8	0.07	6.8
	Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp. Kaulf.	7	0.06	5.9
	Nyctaginaceae	<i>Neea delicatula</i> Standl.	7	0.06	5.9
P2	Rubiaceae	<i>Faramea luteovirens</i> Standl.	18	0.15	15.1
	Myrtaceae	<i>Calypttranthes</i> sp. Sw.	12	0.1	10.1
	Clusiaceae	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	11	0.09	9.2
	Pentaphragmaceae	<i>cf. Symplococarpon</i> sp. Airy Shaw	8	0.07	6.7
	Violaceae	<i>Hybanthus prunifolius</i> (Humb.& Bonpl.exSchult.) Schulze-Menz	8	0.07	6.7
	Annonaceae	<i>Desmopsis panamensis</i> (B.L. Rob.) Saff.	7	0.06	5.9
P2.1	Myrtaceae	<i>Calythranthes</i> sp. Sw.	32	0.27	27.1
	Clusiaceae	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	9	0.08	7.6
	Annonaceae	<i>Desmopsis panamensis</i> (B.L. Rob.) Saff.	8	0.07	6.8
	Theaceae	<i>cf. Symplococarpon</i> sp. Airy Shaw	8	0.07	6.8
	Lauraceae	Morfo 8	6	0.05	5.1
	Primulaceae	<i>Ardisia revoluta</i> Kunth	6	0.05	5.1

\*Ab Abundancia, \*Fr frecuencia, \*Fr% porcentaje de frecuencia.

En términos generales los valores de los diferentes índices calculados para las cuatro parcelas fueron muy similares (Fig. 3). Chucantí presentó una alta diversidad, esto se evidencia con el índice de diversidad de Margalef, que para cada parcela fueron superiores a siete o muy cercanos (Fig. 3). Magnitudes en este índice por debajo de dos reflejan zonas con baja diversidad y valores por encima de 5 son indicativos de alta diversidad (Margalef, 1995). Los resultados del índice de diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ ) son altos (Lande, 1996), por lo tanto, muestran una alta diversidad en el sitio (Fig. 3). De igual forma, en términos de dominancia este índice es muy bajo ( $\lambda=0.06, 0.07, 0.07, 0.07$ ).

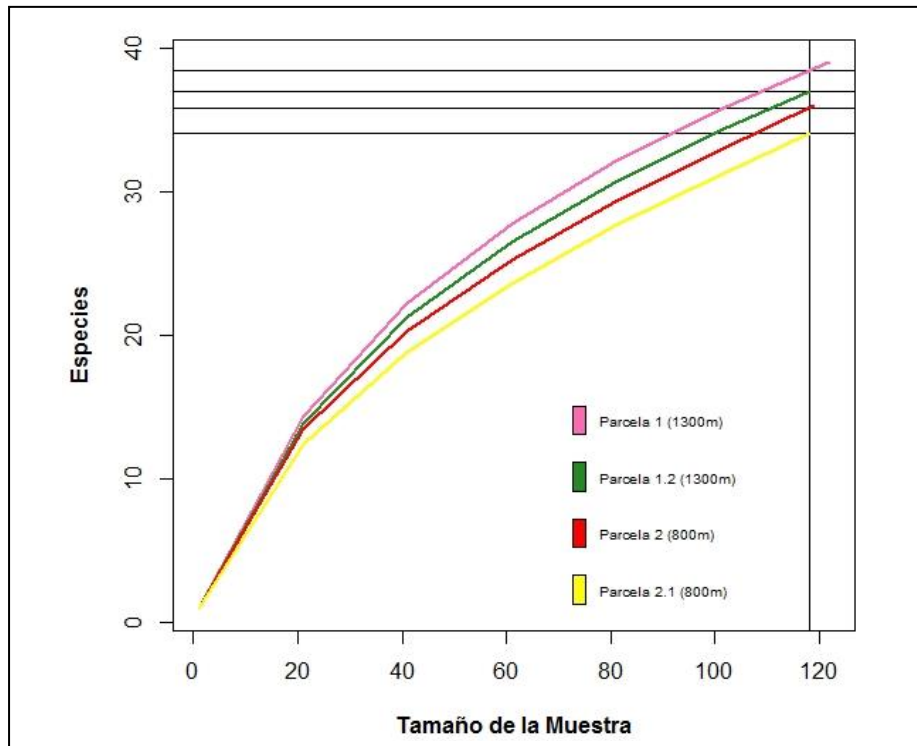


**Fig. 3** Índices de Diversidad Alfa calculados para la Reserva Privada Cerro Chucantí

Sin embargo, para P2.1 hay una mayor posibilidad de dominancia con respecto a las otras parcelas ( $\lambda=0.11$ ) por parte de la especie *Calypthranthes sp.* El índice de dominancia de Berger-Parker sugiere que entre más alto sea su magnitud se interpreta como un aumento en la equidad y por ende una disminución en la dominancia de especies (Moreno, 2001). Para Chucantí, los valores de este índice fueron menores a uno (Fig. 3), esto sugiere que la dominancia proporcional por parte de las especies más abundantes de cada parcela (Fig. 2), es baja, por ende, hay una alta equidad en las especies encontradas. Los

valores del índice de Shannon-Wiener son altos (Fig. 3), esto sugiere que las especies tienen una abundancia bastante equitativa, por lo tanto, la diversidad en Chucantí es alta. Este índice generalmente presenta valores en rangos de 1.5-3.5, valores por encima de este rango sugieren que el número de individuos está distribuido uniformemente entre todas las especies (Bibi & Ali, 2013). Resultados muy similares en este índice en bosques nubosos fueron registrados por Shi & Zhu (2009), Hernández et al., (2011), Peña & Pariente (2015) con 1.82-3.29, 2.22-3.30 y 3.31 respectivamente.

Para el análisis de la curva de rarefacción, las cuatro parcelas tuvieron similitud en la diversidad promedio de especies (Fig. 4). Por otro lado, los resultados indican que la curva de rarefacción no alcanza una curva asintótica, lo que sugiere que el área mínima de muestreo debe ser mayor a 0.1 ha para cada sitio; en otras palabras, esto indica que el número de especies en Chucantí podría seguir aumentando si aumentamos el área de muestreo. La apropiada determinación del tamaño de una parcela en un diseño de muestreo es crucial para la obtención de datos robustos (McRoberts et al., 2015). Sin embargo, estos tamaños varían de acuerdo con el enfoque y tipo de diseño que se quieran hacer. Por ejemplo, en estudios de largo plazo para analizar la dinámica y estructura de los bosques es muy común la implementación de parcelas de tamaños de 1 ha o más (v.g. Wright, et al., 2019; Amaral et al., 2019), ya que es la única manera de probar con datos certeros los cambios y patrones que ocurren dentro de un ecosistema boscoso (Acker et al., 1998). Por otro lado, están los métodos de inventario rápido, siendo el mejor ejemplo las parcelas tipo Gentry (Gentry, 1982; Gentry, 1988). Baraloto et al. (2013) sugieren que este método de parcela es el más eficiente para estimar la diversidad de plantas, en el cual se utiliza 0.1 ha, considerando algunas limitaciones como: especies que solo están en diámetros menores de 10 cm de DAP y la disponibilidad de recursos económicos.



**Fig. 4** Curva de rarefacción.

### **Comparación entre zonas altitudinales**

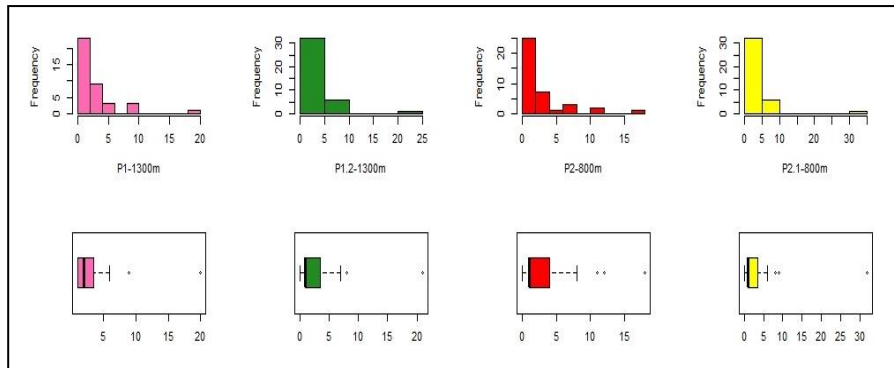
Al ser este un estudio de tipo descriptivo, no se controlaron algunos factores que pueden estar influyendo en los resultados y que limitan en cierto modo la discusión de esta sección. Sin embargo, se consideró como un valor agregado, comparar de forma muy general la riqueza de especies por zonas altitudinales.

La riqueza específica y el valor promedio de riqueza de especies entre parcelas por zona altitudinal fueron muy similar (Tabla. 2)(Fig. 5). Ya que en ambas zonas altitudinales las parcelas registraron similitud en el número de especies, la prueba de Kruskal-Wallis mostró que la altura no influye en la riqueza de especies ( $K-W=0.301$ ,  $df=3$ ,  $p=0.96$ ). De

igual forma, la altura no influyó en ninguno de los índices contemplado en este estudio. Lo que hace pensar que la altura no explica claramente la diversidad de especies en Chucantí.

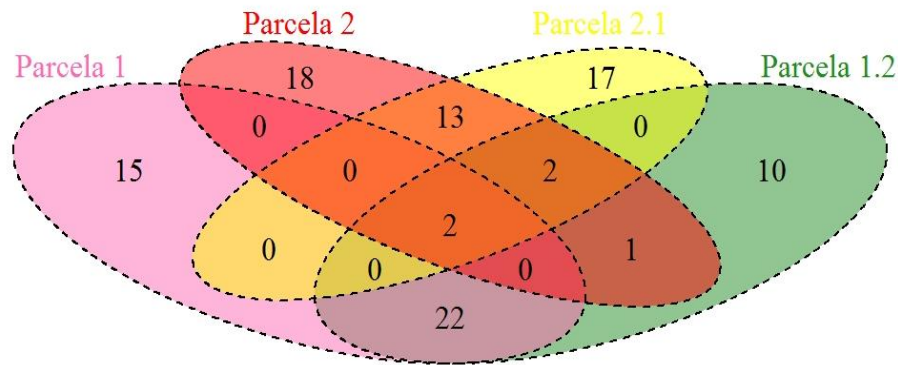
**Tabla 2.** Medidas de tendencia central por parcela.

	<b>P1</b>	<b>P1.2</b>	<b>P2</b>	<b>P2.1</b>
<b>Promedio</b>	3.13	3.19	3.31	3.47
<b>Desviación estándar</b>	3.62	3.82	3.88	5.59
<b>Error estándar</b>	0.58	0.63	0.65	0.96
<b>Riqueza de sp</b>	39	37	36	34
<b>Mediana</b>	2	2	1	1



**Fig. 5** Densidad de especies por parcela en la Reserva Privada Cerro Chucantí.

Sin embargo, cuando se analizó la composición de especies entre zonas altitudinales por parcelas se observó que, sí hay diferencias, ya que las parcelas comparten muy pocas especies (Fig. 6). Por ejemplo, las parcelas de la zona alta (P1+P1.2) comparten 24 sp, mientras que, en la zona baja (P2+P2.1) comparten 17 sp. Solo 2 especies fueron compartidas en todas las parcelas (P1+P1.2+P2+P2.1): *Casearia nigricans* y *Dendropanax arboreus*. Otras especies que fueron compartidas, pero en solo 3 parcelas (P1.2+P2+P2.1) fueron: *Neea delicatula* y una Lauraceae (Lau-morfo7).



**Fig. 6** Número de especies compartidas entre parcelas

Este recambio de especies podría estar sustentado en la gran variación ambiental a las que están sujetas estas 2 comunidades. Por ejemplo, Barry (2008) sugiere que a cada 100 metros de elevación el promedio de temperatura decrece 0.6 °C, incluso la precipitación presenta una relación directa con respecto a la altura; estos factores abióticos limitan la abundancia de especies en un gradiente altitudinal, lo que permite que solo las especies más adaptadas se distribuyan en diferentes elevaciones. De igual forma, se ha encontrado que la composición y diversidad de especies tanto alpha ( $\alpha$ ) como beta ( $\beta$ ), pueden estar determinadas por la composición química del suelo, en especial la disponibilidad de fósforo (P) y nitrógeno (N) (Prada et al., 2017). Inclusive, la alta heterogeneidad de especies sugiere una alta complejidad ecológica, lo que hace necesario incluir más de una sola variable y aumentar la escala del estudio (Linares, 2008). Sin embargo, en este estudio no se midieron estas variables ambientales, por falta de recursos económicos y tiempo.

## CONCLUSIONES

Las familias con mayor número de especies que componen el bosque nuboso en la Reserva Privada Cerro Chucantí son Rubiaceae, Lauraceae, Fabaceae, Annonaceae y Rubiaceae. En términos de abundancia de especies, *Dendropanax arboreus* y *Euterpe oleracea* fueron las más abundantes en la zona alta; *Faramea luteovirens* y *Calyptranthes sp.* fueron las especies dominantes en la zona baja. Esta dominancia podría deberse a la alta actividad de aves, aumentando la dispersión de semillas. Sin embargo, hacen falta más estudios para entender los mecanismos de dispersión de estas especies.

La comunidad vegetal de árboles, arbustos, palmas y helechos arbóreos, mostraron ser muy diversos. A pesar de que *D. arboreus*, *E. oleracea*, *F. luteovirens* y *Calyptranthes sp.* fueron dominantes, las demás especies encontradas en la Reserva Privada Cerro Chucantí no mostraron tendencias de desigualdad ni dominancia significativas.

No se evidenció una marcada tendencia en el gradiente altitudinal vs la riqueza de especies. Sin embargo, los resultados mostraron una muy baja similitud de especies compartidas entre las zonas altitudinales lo que corrobora la presencia de dos comunidades vegetales diferentes. Estas cadenas montañosas fragmentadas junto con la niebla han favorecido el endemismo en el sitio, como consecuencia se obtiene una compleja y alta diversidad de especies. Sin embargo, en este estudio solo se discutió de modo muy general los posibles factores que podrían explicar esta alta diversidad. Lo que conduce a que se planten nuevas preguntas de investigación. Por ejemplo: ¿Qué factores determinan la alta diversidad y heterogeneidad florística en la Reserva Privada Cerro Chucantí?, o bien ¿Serán los mismos factores que rigen la diversidad alfa y beta dentro de la Reserva Privada Cerro Chucantí?

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la fundación ADOPTA, muy especialmente a Guido Berguido, por el apoyo logístico y financiero brindado en la colecta de la información. De igual forma a la Universidad de Panamá y el

Herbario de la Universidad de Panamá (PMA) por el espacio y el apoyo en el procesamiento de las muestras de herbario.

## REFERENCIAS

Acker, S.A., McKee, W.A., Harmon, M.E., & Franklin, J.F., 1998. Long-term research on forest dynamics in the Pacific Northwest: a network of permanent forest plots. En: F. a. C. J. Dalmeier, ed. *Forest Biodiversity in North, Central and South America and the Caribbean..* Paris: Man and the Biosphere series, 21. Parthenon Publishing Group, pp. 93-106.

Amaral, M., Lima, A., Higuchi, F., Dos Santos, J., & Higuchi, N., 2019. Dynamics of Tropical Forest Twenty-Five years after Experimental Logging in Central Amazon Mature Forest. *Forest*, 10(89).

Baraloto, C., Molto, Q., Rabaud, S., Hérault, B., Valencia, R., Blanc, P., Fine, P. & Thompson, J., 2013. Rapid simultaneous estimation of Aboveground Biomass and Tree Diversity across Neotropical Forest: a comparison of field inventory methods. *Biotropica*, 45(3), pp. 288-298.

Barry, R., 2008. *Mountain Weather and Climate*. Colorado, Boulder: Cambridge University Press.

Batista, A., Köhler, G., Mebert, K. & Vesely, M., 2014. A new species of *Bolitoglossa* (Amphibia: Plethodontidae) from eastern Panama, with comments on other species of the *adspersa* species group from eastern Panama. *Mesoamerican Herpetology*, Volumen 1, pp. 97-121.

Bibi, F. & Ali, Z., 2013. Mesurment of diversity indices af avian communities at Taunsa Barrage wildlife sanctuary, Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Science*, 23(2), pp. 469-474.



Brown, A. & Kapelle, M., 2001. Introducción a los bosques nublados del neotrópico: una síntesis regional. En: *Bosques nublados del neotrópico*. Santo Domingo de Heredia: Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), pp. 25-40.

Bubb, P., May, I., Miles, L. & Sayer, J., 2004. *Cloud Forest Agenda*, Cambridge, UK.: UNEP-WCMC.

Cahill, A., Aiello-Lammens, M., Fisher-Reid, M., Hua, X., Karenewsky, C., Ryu, H., Sbeglia, G., Spagnolo, F., Waldrom, J., Warsi, O. & Wiens, J., 2012. How does climate change cause extinction?. *Proceedings of The Royal Society*, pp. 1-10.

Condit, R. P. R. & D. N., 2011. *Trees of Panama and Costa Rica*. First edition ed. United Kingdom: Princeton University Press.

Dalla Rosa, A., Silva, A., Higuchi, P., Marcon, A., de Fátima Missio, F., Bento, M., Oneda da Silva, J., Gonçalves, D. & Rodriguez, L., 2016. Natural regeneration of tree species in a Cloud Forest in Santa Catarina, Brazil. *Revista Árvore*, 40(6), pp. 1073-1082.

Delprete, P.G. & Jardim, J.G., 2012. Systematics, taxonomy and floristics of Brazilian Rubiaceae: an overview about the current status and future challenges. *Rodriguésia*, 63(1), pp. 101-128.

Flores, R., Black, C. & Ibáñez, A., 2017. A new species of *Heliconia* (Heliconiaceae) with pendent inflorescence, from Chucantí Private Nature Reserve, eastern Panama. *PhytoKeys*, Volumen 77, pp. 21-32.

Gentry, A., 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*, Volumen 15, pp. 1-84.

Gentry, A., 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Volumen 75, pp. 1-34.

Gentry, A., 1996. *A field guide to the families and genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Paraguay) with supplementary notes on herbaceous taxa*. Chicago: The University of Chicago Press.

González, M., Meave, J., Ramírez, N., Toledo, T., Lorea, F. & Ibarra, G., 2012. Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas*, Volumen 21, pp. 36-52.

Gotsh, S., Nadkarni, N. & Amici, A., 2016. The functional roles of epiphytes and arboreal soils in tropical montane cloud forest. *Journal of Tropical Ecology*, pp. 1-14.

Hamilton, L., Juvik, J. & Scatena, F., 1995. The Puerto Rico tropical cloud forest symposium: Introduction and workshop synthesis. En: *Tropical Montane Cloud Forest*. New York: Springer, pp. 1-17.

Hernández, M., Rosales, N. & Cortés, S., 2011. Riqueza y diversidad florística en un bosque de niebla subandino en la Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo (Tena-Cundinamarca, Colombia). *Facultad de Ciencias Básicas*, 7(1), pp. 32-47.

Hollembek, E., 2014. Plants and Vegetation. En: N. Nadkarni & N. Wheelwright, edits. *Monteverde: Ecology and Conservation of a Tropical Cloud Forest - 2014 Updated Chapters*. New York, USA: Oxford University Press, pp. 12-16.

Houghton, R., Byers, B. & Nassikas, A., 2015. A role for tropical forests in stabilizing atmospheric CO<sub>2</sub>. *Nature Climate Change*, 5(12), pp. 1022-1023.

Lande, R., 1996. Statistics and partitioning of species diversity and similarity among multiple communities. *Oikos*, Volumen 76, pp. 5-13.

Linares, A., 2008. *Análisis florístico y estructural de la vegetación de una selva nublada en un gradiente altitudinal, en la Mucuy, Estado Mérida*. Venezuela(Mérida): s.n.

- Magurran, A., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. s.l.:Princeton: University Press.
- Margalef, R., 1995. *Ecología*. Barcelona: Omega.
- Martin, P. & Bellingham, P., 2016. Towards integrated ecological research in tropical montane cloud forests. *Journal of Tropical Ecology*, Volumen 32, pp. 345-354.
- McRoberts, R. T. E. & C. R., 2015. *Sampling designs for national forest assessments*. Rome: Knowledge Reference for National Forest Assessments; FAO.
- Méndez, P., 2012. Censo preliminar de primates en la Reserva Natural Chucantí, provincia de Darién, República de Panamá. *Mesoamericana*, 16(3), pp. 22-29.
- Méndez, P., Peñafiel, M., Zapata, A. & Berguido, G., 2015. The Panamenian climbing rat, mammalia, rodentia, cricetidae, *Tylomys panamensis* (Gray, 1873): new report in Darién. *Tecnociencia*, 17(1), pp. 47-56.
- Montañez, D. & Angehr, G., 2007. Important Bird Areas of the Neotropics: Panama. *Neotropical Birding*, Volumen 2, pp. 12-19.
- Moreno, C., 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: M&T-Manuales y Tesis SEA.
- Morrone, J., 2001. *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. Zaragoza, España: Manuales y Tesis.
- Ortiz, O., Baldini, R., Berguido, G. & Croat, T., 2016. New species of *Anthurium* (Araceae) from Chucantí Nature Reserve, eastern Panama. *Phytotaxa*, 255(1), pp. 7-26.

Peña, G. & Pariente, E., 2015. Composición y diversidad arbórea en un área del bosque Chinchiquilla, San Ignacio-Cajamarca, Perú. *Revista del Museo de Historia Natural y Cultura Arnaldo Universidad Privada Antenor Orrego*, 22(1), pp. 139-154.

Prada, C.M., Morris, A., Andersen, K., Turner, B.L., Caballero, P. & Dalling, J.W., 2017. Soils and rainfall drive landscape-scale changes in diversity and functional composition of tree communities in premontane tropical forest. *Journal of Vegetation Science*, 28(4), pp. 859-870.

R Development Core Team, 2008. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: s.n.

Shi, J. & Zhu, H., 2009. Tree species composition and diversity of tropical mountain cloud forest in the Yunnan, southwestern China. *Ecol Res*, Volumen 24, pp. 83-92.

Singh, J., 2002. The biodiversity crisis: a multifaceted review. *Current Science*, 82(6), pp. 638-647.

Urrego, D., Silman, M. & Bush, M., 2005. The last glacial maximum: stability and change in a western Amazonian cloud forest. *Journal of Quaternary Science*, 20(7-8), pp. 693-701.

Wright, J. C. O. & M.-L. H., 2019. A phenology model for tropical species that flower multiple times each year. *Ecological Research*, 34(1), pp. 20-29.

Yaguana, C., Lozano, D., Neill, D. & Asanza, M., 2012. Diversidad florística y estructura del bosque nublado del Río Numbala, Zamora-Chinche, Ecuador: El "bosque gigante" de Podocarpaceae adyacente al Parque Nacional Podocarpus. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*, 1(3), pp. 226-247.

**Recibido 23 de abril de 2019, aceptado 5 de agosto de 2019.**