



DIVERSIDAD DE PLANTAS HERBÁCEAS Y SUBARBUSTIVAS EN CERRO CHUCANTÍ, PROVINCIA DE DARIÉN

¹Marjorie G. Vargas P. & ²Maria N. Sánchez de Stapf

¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, E-mail: marjoriev3112@gmail.com

²Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Botánica, E-mail: mnstapf@yahoo.com

RESUMEN

Las plantas herbáceas influyen en la dinámica y regeneración de los bosques. Su estudio nos ayuda entender la estructura de las comunidades tropicales y patrones de biodiversidad. El presente estudio tuvo el objetivo de conocer la diversidad de plantas herbáceas y subarbustivas en el sendero principal de la Reserva Biológica de Cerro Chucantí, localizada en la Serranía del Maje, en los límites de la provincia de Darién y la provincia de Panamá. Para ello, se realizó un inventario a lo largo de los 7 km de longitud, cubriendo 2 m a cada lado del sendero. También se estudió la riqueza y diversidad de especies en 4 sitios a dos niveles altitudinales, 800 m.s.n.m. y a 1200 m.s.n.m. En cada sitio se establecieron 4 parcelas de 5 m × 10 m. Una vez establecidas las parcelas, se anotó el número de individuos por especie, en cada una de ellas. En total se inventariaron 54 especies de plantas herbáceas y algunas especies subarbustivas, pertenecientes a 23 familias y 41 géneros. La riqueza de especies para los dos niveles altitudinales es muy similar, pues se registraron 10 especies a 800 m.s.n.m. y 12, a 1200 m.s.n.m. La composición de especies entre los dos niveles altitudinales es muy diferente, solamente comparten dos especies de las 19 registradas en las 16 parcelas. La investigación generó información que servirá como línea base o guía para elaborar futuros programas de manejo y conservación de este bosque.

PALABRAS CLAVES

Diversidad, plantas herbáceas, Cerro Chucantí, Darién.

DIVERSITY OF HERBACEOUS AND SUBSHRUBS PLANTS IN CERRO CHUCANTÍ, PROVINCE OF DARIÉN

ABSTRACT

Herbaceous plants play an important role on the dynamics and regeneration of forests, hence, we have a better understanding of the structure of tropical communities and patterns of biodiversity throughout its study. We seek knowing the diversity of herbaceous and subshrubs plants in the main path of the Cerro Chucanti Biological Reserve, located in the Serranía del Maje, in the limits of the province of Darién and the province of Panama. A survey was conducted along 7 km, covering 2 m on each side of the trail. We also studied the richness and diversity of species in 4 sites at two altitudinal levels, 800 m.s.n.m. and at 1200 m.s. In each site 4 plots of 5 m × 10 m were established. Once the plots had been established, the number of individuals per species was recorded in all of them. In total, 54 species of herbaceous plants and some sub-shrub species, belonging to 23 families and 41 genera, were surveyed. The richness of the species for the altitudinal levels is very similar, since 10 species were recorded at 800 m.s.n.m. and 12, at 1200 m.s. However, the composition of the species between altitudinal levels is very different, but the two of the 19 plots. The information provided in this study is a helpful guide to work on future management and conservation programs of this area.

KEYWORDS

Diversity, herbaceous plants, Cerro Chucanti, Darien.

INTRODUCCION

Estudios de diversidad de especies han adquirido mayor relevancia en los últimos años debido a su relación con el funcionamiento de los ecosistemas, a través de procesos tales como la productividad y la estabilidad, y por su modificación como resultado de actividades humanas (Maclaurin & Sterelny, 2008).

En los últimos años, las plantas herbáceas se han utilizado para entender la estructura de las comunidades tropicales y los patrones de distribución geográfica (Lam, 2008). Si bien, las comunidades herbáceas de los bosques tropicales son muy poco conocidas y la disponibilidad de información es escasa, las hierbas son un grupo diverso y comprenden entre el 14 y el 40% del total de especies encontradas en los bosques tropicales (Costa, 2004).

A nivel regional, son muy pocos los estudios publicados sobre comunidades herbáceas y subarborescentes tropicales. En Panamá, los inventarios florísticos, forestales y de regeneración se enfocan principalmente en plantas leñosas, mientras que, aquellos relacionados a las plantas herbáceas se enfocan en su productividad para usos agrícolas y ganaderos. En los bosques húmedos tropicales del Darién, las plantas herbáceas han sido colectadas como parte de inventarios generales o estudios específicos de grupos taxonómicos, por ejemplo, los trabajos de Ortiz *et al.* (en prensa), y Flores *et al.* (2017, 2018).

Se pueden aplicar varios métodos para evaluar la diversidad vegetal, y los mismos, están diseñados según el tipo de vegetación, estructura de la comunidad y lo que se desee evaluar. En el estudio de comunidades vegetales herbáceas, los métodos más utilizados son parcelas permanentes y diferentes variantes de transectos, los cuales se caracterizan por medir riqueza y abundancia de especies, dentro de un área determinada (Magurran, 2004).

La finalidad de este trabajo es conocer la diversidad de plantas herbáceas y subarborescentes terrestres de Cerro Chucantí, debido a que juegan un papel importante en la dinámica de la comunidad vegetal del área.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Área de estudio

El presente estudio se realizó en la Reserva Biológica de Cerro Chucantí, provincia de Darién, siendo el Cerro Chucantí el punto más alto, localizado a los 8° 48' 19" N; 78° 27' 35" W y a una elevación de 1439 metros (Fig.1). Según el Mapa de Clasificación Climática de Köppen, el clima de Cerro Chucantí corresponde al Clima tropical húmedo (ETESA, 2007a). La temperatura anual promedio está entre los 18 y 24 ° C (ETESA, 2007b) y la precipitación se encuentra entre los 3000 a 3500 mm anuales (ETESA, 2007c). Por otro lado, de acuerdo al Mapa de Vegetación de Panamá (ANAM, 2000), la vegetación de Cerro Chucantí corresponde al Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano.



Fig. 1 Localización del área de estudio. Fuente: Google Earth (2017)

2. Trabajo de campo

Para el trabajo se realizaron 4 giras; dos durante la estación seca, y dos durante la estación lluviosa, con duración de 5 días cada una.

2.1 Inventario general

El inventario se realizó a lo largo de un sendero de 7 km de longitud (Fig.1), cubriendo 2 m a cada lado del mismo. Se colectaron las hierbas y subarbustos terrestres que se encontraban con flores y frutos en el área de estudio. Adicionalmente, se tomaron fotografías con el propósito de apoyar la identificación de las plantas en el laboratorio. El material colectado fue prensado y preservado en alcohol al 70%.

Para diferenciar entre hierbas y subarbustos, se siguió la definición de hierbas, según Font Quer (2001), quien las define como “plantas no lignificadas, o apenas lignificadas de manera que tienen consistencia

blanda en todos sus órganos, tanto subterráneos como epigeos”; y los subarbustos, los define como “plantas de tallo central leñoso solo en su parte inferior, que le da una naturaleza entre hierba y arbusto”.

2.2 Análisis de riqueza y diversidad

Para realizar los análisis de riqueza y diversidad de especies, se eligieron 4 sitios a lo largo del sendero, a dos niveles altitudinales, dos a 800 m.s.n.m. y dos a 1200 m.s.n.m. (Fig.1). En cada sitio, se establecieron 4 parcelas de 5 m × 10 m, separadas una de otra, 5 m. En total, se establecieron 16 parcelas. Una vez establecidas las parcelas, se colectaron las especies y se anotó el número de individuos por especie, dentro de cada parcela. Las parcelas fueron georreferenciadas utilizando la aplicación Mobile Topographer, versión 8.0.6.

3. Trabajo de laboratorio

Las plantas colectadas fueron secadas en el Herbario de la Universidad de Panamá y trabajadas en el Laboratorio *Novencido Escobar* (7-39), Departamento de Botánica, de la Universidad de Panamá.

La identificación del material se realizó con la ayuda de claves taxonómicas y artículos especializados. Además, se comparó con la colección de especímenes del Herbario de la Universidad de Panamá. También, para cada una de las especies registradas en este estudio, se revisó si presenta algún tipo de amenaza de acuerdo a las listas de CITES (2017) y la de IUCN (2017).

4. Análisis de los datos

Se elaboró una matriz con Excel, con los datos generados en campo tales como: especies y número de individuos por parcela. Con la información recopilada se realizaron los análisis de diversidad Beta (β) para observar la diversidad en los dos niveles altitudinales, es decir el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales o geográficos (Lam, 2008). Se utilizó el índice de similitud cualitativo de Sorensen (C_s): el cual mide la similitud entre los sitios, considerando la presencia, ausencia, número de especies comunes y totales; en los 4 sitios de muestreo comparados. Este índice está diseñado para ser igual a 1, en caso de similitud

completa, e igual a cero, en puntos de muestreo sin especies en común (Moreno, 2001; Margalef, 1995; Magurran, 1987; Franco *et al.*, 1985; Matteucci & De Miranda, 1982, y Goldsmith & Harrison, 1976).

También se utilizó el Coeficiente de similitud o Índice de Jaccard, el cual relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. Su rango va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies (Villareal *et al.*, 2006).

Adicionalmente, se incluyó el Índice de Shannon (H') para la Diversidad Alfa, el cual mide la diversidad dentro de una misma comunidad en un mismo hábitat (Segovia, 1987 y Margalef, 1995) y su objetivo es medir la equidad de las distintas poblaciones de una comunidad. Los valores del índice entre 0.1-2.9 son considerados como bajos, entre 3.0-4.4 valor medio y de ≥ 4.5 se considera alto; su valor es 0 (cero) cuando sólo se halla una especie (Magurran, 1987).

Además, se calculó el Índice de Simpson, el cual mide la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. En este índice considera la importancia de las especies en función de su dominancia (Magurran, 1988; Peet, 1974).

Todos los análisis fueron realizados con el programa EstimateS 9.1.0. (Colwell, 2014) y para la construcción del dendrograma, el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inventario

A lo largo del sendero, se registraron un total de 54 especies de hierbas y subarbustos (Cuadro 1), pertenecientes a 23 familias y 41 géneros; de las cuales 6 taxa fueron identificadas solo hasta género. Las familias más representativas, con el mayor número de especies, corresponden a Gesneriaceae y Rubiaceae con un 9% cada una; seguido de las familias Araceae, Begoniaceae, Marantaceae y Poaceae con un 7% cada una Asteraceae, Commelinaceae, Heliconiaceae con 6% cada una;

Acanthaceae, Costaceae, Solanaceae, Urticaceae y Zingiberaceae con un 4% cada una; y las 9 familias restantes, abarcan un 20% (Fig. 2). En los bordes y claros del bosque fueron más comunes las especies de las familias Poaceae, Marantaceae, Araceae y Heliconiaceae, posiblemente debido a la mayor disponibilidad de luz (Castillo-Ugande, 2002).

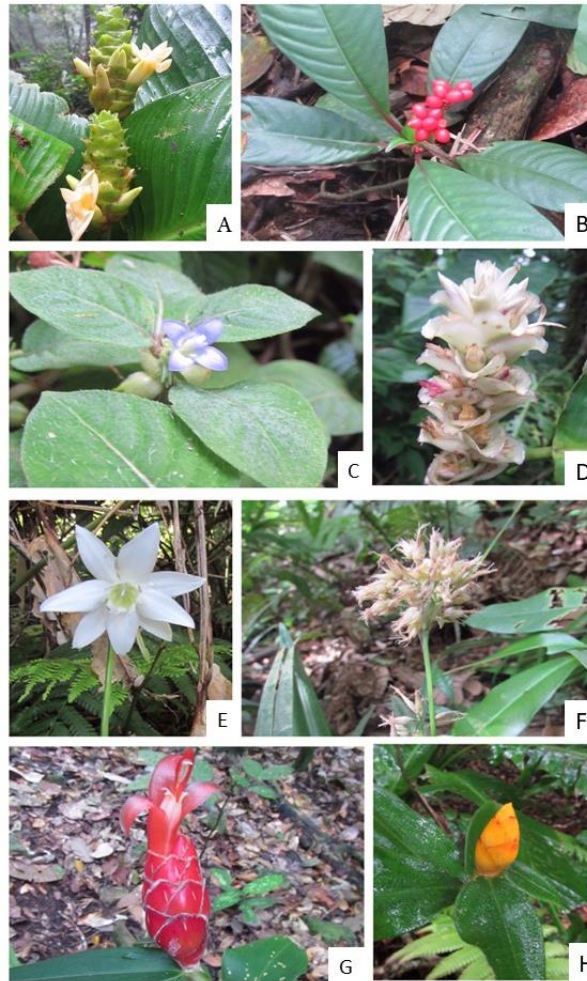


Fig. 2 Especies colectadas durante el muestreo: A) *Calathea marantifolia*, B) *Notopleura uliginosa*, C) *Coccocypselum hirsutum*, D) *Calathea spiralis*, E) *Eucharis bouchei*, F) *Rhynchospora argentea*, G) *Costus scaber*, H) *Costus lasius*

Cuadro 1. Especies registradas a lo largo del sendero en Chucantí, Darién

Familia	Especie
Acanthaceae	<i>Aphelandra tonduzii</i> Leonard
	<i>Justicia</i> sp.
Amaryllidaceae	<i>Eucharis bouchei</i> Woodson & P.H. Allen
Araceae	<i>Anthurium berguidoii</i> Croat & O. Ortíz
	<i>Chlorospatha croatianana</i> Grayum
	<i>Dieffenbachia killipii</i> Croat
	<i>Philodendron alliodorum</i> Croat & Grayum
Asparagaceae	<i>Hagenbachia panamensis</i> (Standl.) Cruden
Asteraceae	<i>Ayapana elata</i> (Steetz) R.M. King & H. Rob.
	<i>Erechlites hieracifolia</i> Raf.
	<i>Fleischmannia sinclairi</i> (Benth.) R.M. King & H. Rob.
Begoniaceae	<i>Begonia conchifolia</i> A. Dietr.
	<i>Begonia guadiensis</i> Kunth
	<i>Begonia hirsuta</i> Aubl.
	<i>Begonia plebeja</i> Liebm.
Campanulaceae	<i>Centropogon</i> sp.
Commelinaceae	<i>Commelina rufipes</i> var <i>glabrata</i> (D.R. Hunt) Faden & D.R. Hunt
	<i>Tradescantia</i> cf. <i>schippi</i> D.R. Hunt
	<i>Tradescantia standleyi</i> Steyerf.
Costaceae	<i>Costus lasius</i> Loes.
	<i>Costus scaber</i> Ruiz & Pav.
Cyclanthaceae	<i>Cyclanthus bipartitus</i> Poit. ex A. Rich.
Cyperaceae	<i>Rhynchospora argentea</i> Standl.
Gesneriaceae	<i>Besleria hirsuta</i> (Oerst.) Hanst.
	<i>Columnea purpurata</i> Hanst.
	<i>Episcia lilacina</i> Hanst.
	<i>Gloxinia perennis</i> (L.) Fritsch
	<i>Kohleria tubiflora</i> (Cav.) Hanst.
Gentianaceae	<i>Voyra aphylla</i> (Jacq.) Pers.

Continuación del Cuadro 1.

Familia	Especie
Heliconiaceae	<i>Heliconia latispatha</i> Benth.
	<i>Heliconia metallica</i> Planch. & Linden ex Hook.
	<i>Heliconia nutans</i> Woodson
Loganiaceae	<i>Spigelia anthelmia</i> L.
Marantaceae	<i>Calathea crotalifera</i> Watson
	<i>Calathea marantifolia</i> Standl.
	<i>Calathea spiralis</i> H. Kenn.
	<i>Stromanthe jacquini</i> (Roem. & Schult.) H. Kenn. & Nicolson
Orchidaceae	<i>Psilochilus</i> sp.
Piperaceae	<i>Piper peltata</i> L.
Poaceae	<i>Ichnanthus nemorosum</i> (Sw.) Döll
	<i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro ex Benth.
	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.
	<i>Pharus latifolius</i> L.
Rubiaceae	<i>Coccocypselum hirsutum</i> Bartl. ex DC.
	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.
	<i>Notopleura sallydavidsoniae</i> R.Flores & C.M.Taylor
	<i>Psychotria aubletiana</i> Steyerm.
Solanaceae	<i>Notopleura uliginosa</i> (Sw.) Bremek.
	<i>Lycianthes escuintlensis</i> (J.M. Coult.) D'Arcy
Urticaceae	<i>Solanum phaseoloides</i> Pol.
	<i>Phenax rugosus</i> (Poir.) Wedd.
Zingiberaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.
	<i>Renealmia aromatica</i> (Aubl.) Griseb
	<i>Renealmia foliifera</i> Standl.

Las especies descritas recientemente *Anthurium berguidoi* Croat & O. Ortiz y *Notopleura sallydavidsoniae* R.Flores & C.M.Taylor son

endémicas del área de estudio (Flores *et al.* 2018; Ortiz *en prensa*). Estas especies constituyen un paso importante en la elaboración de mapas biogeográficos, los cuales permiten documentar de manera eficiente, patrones de la diversidad biológica y emplearlos para establecer estrategias de conservación y usos sustentables de la misma (Morrone & Espinosa, 1998; Morrone, 2000). Además, el taxón *Justicia* sp., de la familia Acanthaceae, está siendo evaluado y posiblemente sea una especie nueva para la ciencia. De acuerdo a Thomas Daniel (Com. Pers.), especialista de esta familia, no se tiene registros de colectas de este taxón.

En cuanto a los taxones *Centropogon* sp. (Campanulaceae) y *Psilochilus* sp. (Orchidaceae), no se lograron identificar a nivel específico. Por lo tanto, es necesario, recopilar más información de campo, pues posiblemente sean reportes nuevos para Panamá o especies nuevas para la ciencia. En cuanto a nivel de amenaza de las especies registradas, solo se incluyen dos especies con algún nivel de amenaza, *Costus lasius* y *Pharus latifolius* ambas consideradas de preocupación menor, según la IUCN (2017).

Riqueza y diversidad de especies

Se registró un total de 272 individuos, distribuidos en 19 especies, 19 géneros y 15 familias (Cuadro 2) en las 16 parcelas establecidas en los dos niveles altitudinales. Las familias con mayor abundancia a nivel de parcelas fueron: Araceae con 3 especies (16%), seguida de Gesneriaceae y Poaceae con 2 especies cada una (11% cada una) y el resto de las familias (12), corresponde un 62%, con una especie cada una.

Cuadro 2. Número de individuos por especie en los 4 sitios

	Sitios			
	800 m		1200 m	
	S1	S2	S3	S4
Total de individuos por sitio	78	107	29	58
Total de especies/individuos por altitud	10/185		12/87	
Especies compartidas entre los dos niveles altitudinales	2			

A nivel altitudinal, en los sitios ubicados a los 800 m.s.n.m. se encontró un total de 185 individuos, distribuidos en 10 especies. El Sitio 1 cuenta con 78 individuos (42%), de 5 especies y en el Sitio 2, 107 individuos de 9 especies (58%). Por otro lado, los sitios ubicados a los 1200 m.s.n.m. se encontraron 87 individuos, distribuidos en 12 especies; donde el Sitio 3 posee 29 individuos (33%), de 7 especies y, por último, el Sitio 4 con 58 individuos (67%), de 11 especies.

De las 19 especies muestreadas en los 4 sitios, solamente *Dieffenbachia killipii* y *Heliconia metallica* crecen en los 4 sitios (Fig. 3). En cuanto a su abundancia *Dieffenbachia killipii* presentó una mayor presencia en el Sitio 1 con 57 individuos, seguido por el Sitio 2 con 30, el Sitio 3 con 5 y, por último, el Sitio 4 con un solo individuo. Por otro lado, la especie *Heliconia metallica* obtuvo una mayor abundancia para el Sitio 4 con 17 individuos (50%), seguido por el Sitio 1 y 2 con 8 individuos cada uno (24%), y el Sitio 3 con un solo individuo (2%). En otras palabras, *D. killipii* fue más abundante a los 800 m.s.n.m., mientras que, *Heliconia metallica* fue más abundante a los 1200 m.s.n.m.

Hammel *et al.* (2003), mencionan que *Heliconia metallica* se distribuye desde el nivel de mar hasta los 1200 m. Por otro lado, Croat (2004), indica que *D. killipii* crece de 0 a 900 m.s.n.m., sin embargo, en este estudio se observó a los 1200 m, aunque en menor cantidad de individuos que a los 800 m. Según Cuyckens *et al.* (2015), las especies tienden a ser exclusivas de un intervalo altitudinal determinado y luego desaparecen o son escasas en otras elevaciones; Lo cual también explica que, las especies tengan un rango óptimo ecológico a lo largo del gradiente altitudinal.

Según Vega & Ayala (1994), no se conoce una especie o un grupo de especies vegetales exclusivas de los bosques nubosos, debido, a su distribución latitudinal y altitudinal; donde una gran variedad de factores ecológicos, influyen en su composición florística. Sin embargo, en nuestros recorridos fue posible observar una gran cantidad de especies epífitas, helechos y briófitos, creciendo hacia la parte más alta de Cerro Chucantí. Esto se debe, posiblemente, a las nubes

persistentes, las cuales reducen la exposición al sol y la evaporación del agua; y se crea un ambiente muy húmedo, que favorece su crecimiento. Algunos ejemplos de herbácea que podrían encontrarse en estos tipos de bosques, a pesar de la alta humedad ambiental, son *Begonia* spp, *Coccosypselum* spp., *Lasiacis* spp., y algunas especies de las comelináceas, ciperáceas, gramíneas, entre otras (Ponce-Vargas *et al.*, 2006)

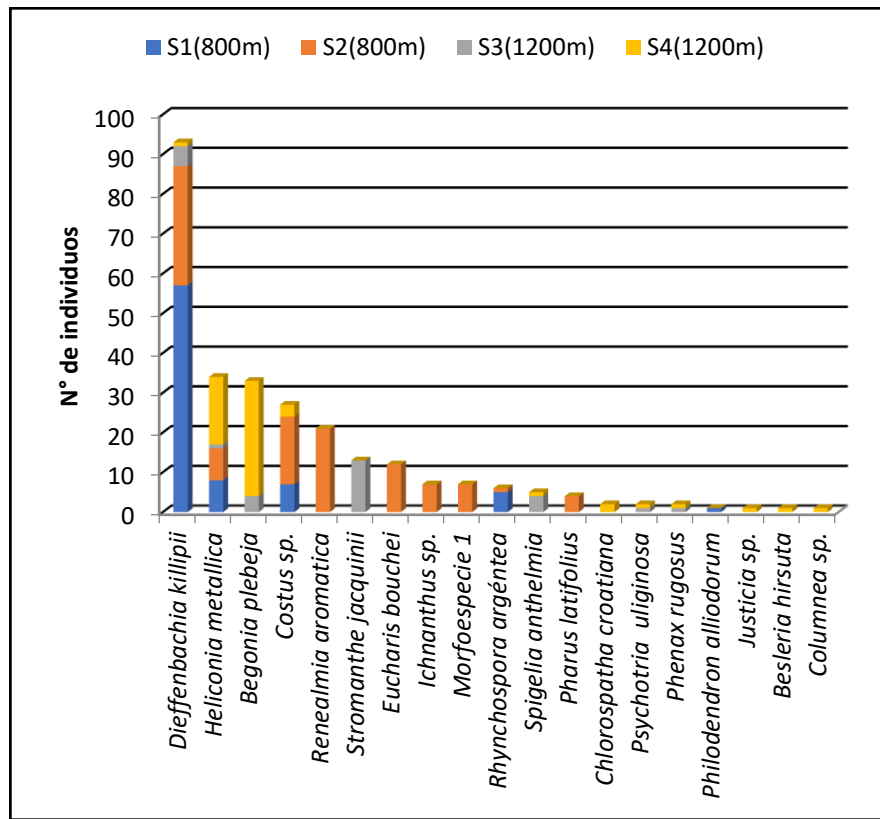


Fig. 3 Distribución de las especies a lo largo de los 4 sitios muestreados

Según, el estudio de Campo *et al.* (2014), el grado de inclinación de la ladera juega un papel determinante, sobre la distribución de la vegetación, demostrando diferencias en cuanto a la presencia de

especies. Esto, podría deberse a factores ligados a la exposición y elevación como la temperatura, humedad, pH del suelo y la rocosidad (Mazzolla *et al*, 2008). Con respecto a los resultados, la ladera hacia el Este posee una mayor abundancia con 165 individuos, mientras que, en el lado Oeste, se registraron 116 individuos en total. Posiblemente, estos resultados se pueden explicar debido a los diferentes microhábitats que existen en ambas laderas. Aunque, para obtener conclusiones válidas, se requiere incluir otras variables como temperatura, luminosidad, humedad, suelo.

En relación a la curva de acumulación de especies, para los Sitios 1 y 2, los cuales se encuentran a los 800 m.s.n.m., alcanzan una asíntota (Fig. 4), mientras que, los Sitios 3 y 4, ambos a 1200 m.s.n.m. no alcanzan la asíntota (Fig. 5), lo que sugiere que, posiblemente se requiera un área mayor de muestreo. Una asíntota estable demostraría que el tamaño de la muestra ha sido representativo para el sitio en estudio y como no se alcanzó la asíntota, significa que la tendencia a la estabilización del número de especies en los 200 m² estudiados, ha sido insuficiente para evaluar la composición herbácea y subarborescente a los 1200 m.s.n.m., por lo que se debe aumentar el número de parcelas en cada uno de los sitios.

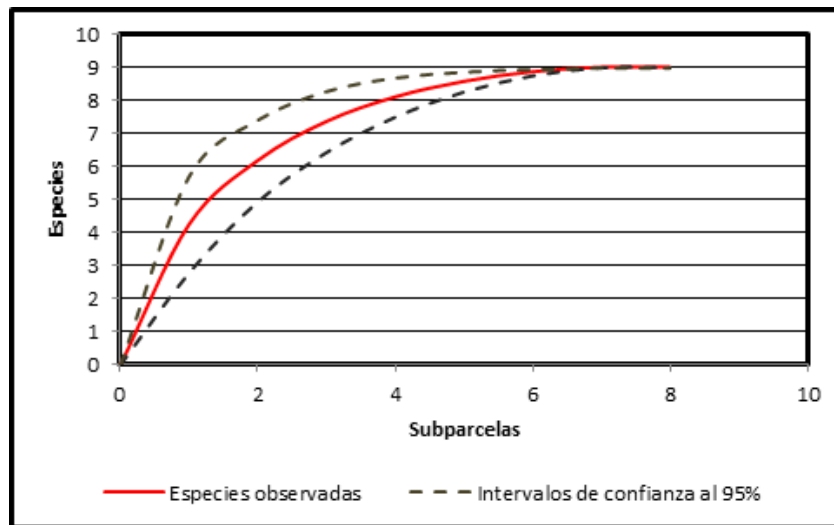


Fig. 4 Curva de acumulación de especies para los Sitios 1 y 2 a 800 m.s.n.m.

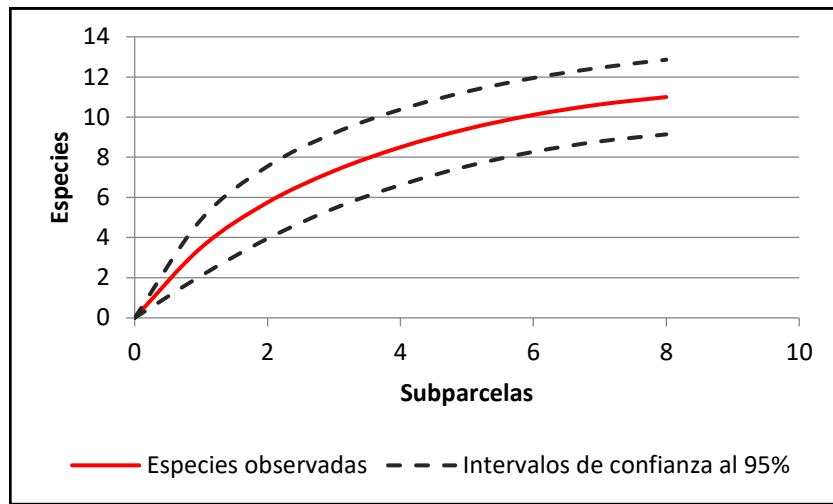


Fig. 5 Curva de acumulación de especies para los Sitios 3 y 4 a 1200 m.s.n.m.

Los resultados muestran que a los 1200 m existe una mayor riqueza (12 especies) en comparación a los 800 m (10 especies). Estudios realizados por Bach *et al.*, (2003), en las yungas o bosques nubosos bolivianos, encontraron una disminución en la diversidad de la comunidad vegetal relacionada no solo con el incremento de la altitud, sino también con el tipo de suelo. Estos resultados no muestran la altitud como un factor limitante, más bien, puede que otras condiciones ambientales sean favorables para el crecimiento de las especies.

En cuanto a la riqueza de especies (S), en el Sitio 4 se obtuvo una mayor cantidad de especies (11), seguida del Sitio 2 con 9 especies, el Sitio 3, con 7 especies y por último, el Sitio 1 con 5 especies. Por otro lado, el valor del índice de diversidad de Shannon-Weiner (H) fue más alto para el Sitio 2, con un valor de 1.931, seguido del Sitio 3, con 1.558, el Sitio 4 con 1.446 y el valor más bajo para el Sitio 1, de 0.9111 (Cuadro 3). Estos resultados muestran que la diversidad de especies para estos sitios es baja, a pesar de sus diferencias en riqueza. Puesto que, los valores del índice, que están entre 0.1-2.9 son considerados valores bajos, y valores ≥ 4.5 son los considerados como altos (Magurran, 1987).

Cuadro 3. Riqueza y diversidad alfa por nivel altitudinal

800 m				1200 m			
Sitio	S	H	D	Sitio	S	H	D
1	5	0.9111	0.4431	3	7	1.558	0.7277
2	9	1.931	0.8294	4	11	1.466	0.6581

S= Riqueza de especies; H= Índice de Shannon- Weiner; D= Índice de Simpson.

En cuanto al índice de diversidad de Simpson (D), el valor más alto obtenido corresponde al Sitio 2 con 0.8294, seguido por el Sitio 3 con 0.7277, el Sitio 4 con 0.6581, el más bajo para el Sitio 1, con 0.4431. Si bien, este índice es una medida de dominancia, donde los resultados pueden ser explicados por los valores de abundancia de *Dieffenbachia killipii* y *Renalmia aromatica*, encontradas en todos los sitios de estudio.

La diferencia entre los valores obtenidos del Índice de Simpson, para la misma altitud, pueden ser explicados según Mazzola *et al.*, (2008), quienes comprobaron que la exposición de la ladera a la luz y humedad, puede jugar un papel determinante sobre la distribución de la vegetación; demostrando diferencias en cuanto a la presencia de especies. Esto explicaría por qué, de un lado del sendero se puede observar más diversidad que en el otro. De acuerdo a Méndez (2004), para áreas montañosas, los cambios en la distribución de las especies de plantas vasculares pueden asociarse a la heterogeneidad ambiental inducida por el relieve. Por otro lado, los patrones de vegetación a lo largo de gradientes altitudinales son el resultado de complejas interacciones entre factores como la elevación, el grado de exposición a la radiación solar y la posición en el relieve, entre otros (Funes & Cabido, 1995).

Los índices de similitud de Jaccard y Sorensen, muestran semejanza en la composición de especies entre las cuatro localidades (Cuadro 4). No obstante, de acuerdo con el índice de similitud de Jaccard, existe una mayor similitud en la composición de especies entre las parcelas establecidas a un mismo nivel altitudinal, o sea, entre los Sitios 1 y 2

(0.4), y entre los sitios 3 y 4 (0.5). Mientras que, al comparar las comunidades a diferentes niveles altitudinales, el número de especies compartidas disminuye, siendo solamente tres o dos especies en común. De igual manera, según el índice de Sorensen los valores más altos fueron 0.667, al comparar los sitios 3 y 4, seguido por 0.571, para los sitios 1 y 2. Estos índices muestran la semejanza de especies encontradas a un mismo nivel altitudinal en comparación, a especies que no se encuentren a un mismo nivel.

Cuadro 4. Índices de similitud beta

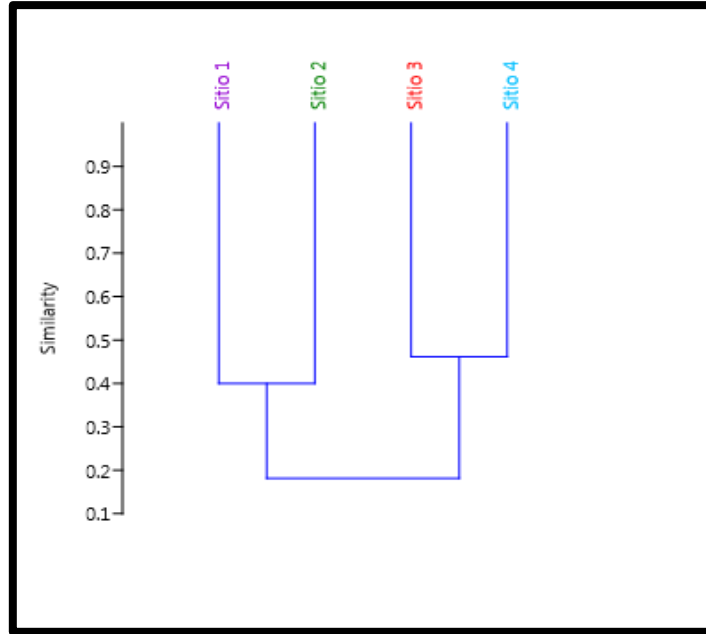
Comparación de Sitios	Especies Compartidas	Índice de Jaccard	Índice de Sorensen
S1(800)- S2(800)	4	0.4	0.571
S1(800)- S4(1200)	3	0.230	0.375
S3(1200)- S2(800)	2	0.142	0.25
S3(1200)-S4(1200)	6	0.5	0.667

S1= Sitio 1; S2= Sitio 2; S3= Sitio 3; S4= Sitio 4.

Como resultado de las comparaciones para la diversidad beta, se observa que los sitios ubicados en el mismo nivel altitudinal, aún en laderas diferentes (Este y Oeste) muestran una composición de especies muy similar. Pablo (2015), demostró que los pares de sitios que se encuentran dentro del mismo piso altitudinal son más semejantes entre sí (tienen menor diversidad beta) que aquellos pares de sitios que difieren en altitud. Así mismo, los pares que difieren en altitud también tienen en general mayor distancia horizontal.

El análisis de distancia obtenido para los sitios estudiados se refleja en el dendrograma de la Fig. 6, donde los ejes horizontales indican cuales sitios se encuentran agrupados, dando como resultado mayor similitud entre las especies de los Sitios 1 y 2 a 800 m de altitud, y las de los Sitios 3 y 4 a los 1200 m de altitud. Esto implicaría que, a pesar de distintas condiciones ambientales, la altitud es un factor determinante en la composición de especies (Morales *et al.*, 1995; Morales, 1996) se parecen más entre sí, que las especies de la misma ladera, pero a otra altitud (Morales *et al.*, 1995; Morales, 1996).

Fig. 6 Dendrograma realizado mediante análisis de distancia



CONCLUSIONES

Se registraron 54 especies de hierbas y subarbustos a lo largo de los 7 km estudiados en la Reserva Biológica Cerro Chucantí. Del total de especies registradas, dos son endémicas, *Anthurium berguidoi* y *Notopleura sallydavidsoniae*, recientemente descritas como nuevas para la ciencia.

Los resultados demuestran que los sitios estudiados en el mismo nivel altitudinal son más similares entre ellos, ya que comparten mayor número de especies o condiciones ambientales similares. Por lo tanto, el piso altitudinal sería determinante en la presencia o ausencia de las especies estudiadas. La diversidad alfa de especies para estos sitios es baja, considerando los valores obtenidos mediante el índice de Shanon-Weiner y el índice de Simpson de 0.9 -1.93 y 0.5-0.8, respectivamente. Por su parte, la diversidad beta registrada por el índice de Jaccard con

el valor más alto corresponde a los Sitios 3 y 4, ambos a los 1200 m de altitud con una similitud de 0.5 y para el índice de Sorensen también les corresponde a estos mismos sitios una similitud de 0.667.

La riqueza de especies para los dos niveles altitudinales es muy similar, pues se registraron 10 especies a 800 m.s.n.m. y 12, a 1200 m.s.n.m. Sin embargo, si comparamos la composición de especies entre los dos niveles altitudinales, solamente comparten dos, de las 19 registradas en las 16 parcelas: *Dieffenbachia killipii* y *Heliconia metallica*. Ambas especies poseen un rango de distribución amplio a nivel regional.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación ADOPTA, en especial a Guido Berguido, por el apoyo logístico para la realización del trabajo en campo. Al Herbario de la Universidad de Panamá por el uso de sus instalaciones y a Katherine Vega, Irving Arcía y Zarluis Mijango por su valiosa participación y apoyo en el trabajo de campo.

REFERENCIAS

Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM, 2000). Mapa de vegetación de Panamá. Escala 1:500 000.

Bach, K., M. Schawe; S. Beck; G. Gerold; S.R. Gradstein. & M. Morales, (2003). Vegetación, suelos y clima en los diferentes pisos altitudinales de un bosque montano de Yungas, Bolivia: Primeros resultados. *Ecología en Bolivia* 38(1): 3-15.

Bruijnzeel, L. A., M. Kappelle; M. Mulligan & F.N. Scatena, (2010). Tropical montane cloud forests: State of knowledge and sustainability perspectives in a changing world, in *Tropical Montane Cloud Forests. Science for Conservation and Management*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K. 691–740.

Campo, A. M., & V.S. Duval, (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina) 1. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* 34(2): 25.

Castillo-Ugalde, M. (2002). Caracterización y valoración de la comunidad herbácea en los bosques secundarios de la Región Huetar Norte de Costa Rica. Informe Final de Proyecto. Cartago, Costa Rica: ITCR, Escuela de Ingeniería Forestal. 55 p.

CITES, A. (2017). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres. Apéndices I, II y III (04/04/2017). Ginebra (Suiza).

Colwell, R. K. (2014). EstimateS 9.1.0. Statistical estimation of species richness and shared species from samples.

Costa, F. R.C. (2004). Structure and composition of the ground-herb community in a terra-firme Central Amazonian forest. *Acta Amazonica*: 34(1): 53-59.

Croat, T. B. (2004). Revision of *Dieffenbachia* (Araceae) of Mexico, Central America, and the West Indies *Ann. Missouri Bot. Gard.* 91(4): 668–772.

Cuyckens, G.A.E.; L.R. Malizia & C. Blundo, (2015). Composición, diversidad y estructura de comunidades de árboles en un gradiente altitudinal de selvas subtropicales de montaña (Serranías de Zapla, Jujuy, Argentina). *Madera y bosques* 21(3): 137-148.

Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA, 2007a). Mapas de Clasificación Climática según Köppen. http://www.hidromet.com.pa/Mapas/Mapa_Clasificacion_Climatica_KOPPEN_2007_Panama.pdf. Consultado el día 6/06/2017.

Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA, 2007b). Mapa de Isotermas Promedio Anual. http://www.hidromet.com.pa/Mapas/Mapa_Isotermas_Panama.pdf. Consultado el día 6/06/2017.

Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA, 2007c). Mapas de Isoyetas Anuales (1971-2002). http://www.hidromet.com.pa/Mapas/Mapa_de_Isoyetas.pdf. Consultado el día 6/06/2017.

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

Flores, R.; M. Taylor, C.; McPherson, G.; & A. Ibañez (2018). A new epiphytic species of *Notopleura* (Rubiaceae) from Chucantí Nature Reserve, eastern Panama. *Webbia* 73(2): 195-201.

Font Quer, P. (2001). Diccionario de botánica. Segunda Edición. Ediciones Península, S.A.

Franco, F.; G. De la Cruz; A. Rocha; N. Navarrete; G. Flores; E. Kato; S. Sánchez; L. Abarca & C. Bedia, (1985). Manual de ecología. Edit. Trillas S.A, segunda edición. México D. F. 266 p.

Funes, G. & M. Cabido, (1995). Variabilidad local y regional de la vegetación rupícola de las Sierras Grandes de Córdoba, Argentina. *Kurtziana* 24: 173-188.

Goldsmith, F.B. & C.M. Harrison, (1976). Description and analysis of vegetation. En: Chapman, S.B (Editores). *Method of Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 85-155.

Hammel, B.E.; M. Grayum; C. Herrera & N. Zamora, (editores, 2003). Manual de las Plantas de Costa Rica, Vol. II. Gimnospermas y monocotiledóneas (*Agavaceae-Musaceae*). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 92: 1-694.

Hammer, Ř., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software: Package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9.

IUCN (2017). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. <http://www.iucnredlist.org>. Consultado el 3 de enero de 2017.

Lam, M. V. (2008). Comparación de dos métodos de muestreo para el estudio de la comunidad herbácea de Las Lomas. *Zonas Áridas*, 12(1), 166-183.

Maclaurin, J. & K. Sterelny, (2008). What is biodiversity? The University of Chicago Press, Chicago. 224 p.

Magurran, A. (1987). Diversidad ecológica y su medición. Edit. Vedral ediciones. Primera edición. Barcelona – España.

Magurran, A. (1988). Ecological diversity and its measurements. Princeton University Press. New Jersey- U.S.A. 179 p.

Magurran, A.E. (2004) Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing, Oxford, 256p.

Margalef, R. (1995). Ecología. Editorial Omega S.A., Barcelona. 981 p.

Matteucci, S.; A. Colma & F. De Miranda, (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa. Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. U.S.A.

Mazzola, M.; A. Kin; E. Morici; F. Babinec & G. Tamborini, (2008). Efecto del gradiente altitudinal sobre la vegetación de las sierras de Lihué Calel (La Pampa, Argentina). *Boletín Sociedad Argentina Botánica* 43 (1-2): 103-109.

Méndez, E. (2004). La vegetación de los Altos Andes II. Pisos de vegetación del flanco oriental del Cordón del Plata (Mendoza,

Argentina). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 39: 227-253.

Morales, J. M. (1996). Comunidades arbóreas no saturadas en las Yungas de Argentina. Ecología Austral 6:17-22.

Morales, J. M.; M. Sirimbra & A.D. Brown, (1995). Riqueza de árboles en las Yungas argentinas. En: A.D. Brown y H.R. Grau, eds. Investigación, conservación y desarrollo en selvas subtropicales de montaña. Proyecto de Desarrollo Forestal - L.I.E.Y. Tucumán. 163-174 p.

Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84.

Morrone, J. J. (2000). La importancia de los atlas biogeográficos para la conservación de la biodiversidad. In Proyecto Iberoamericano de Biogeografía y Entomología Sistemática: PRIBES 2000: trabajos del 1er taller iberoamericano de entomología sistemática (pp. 69-78). Sociedad Entomológica Aragonesa, SEA.

Morrone, J. J. & D. Espinosa, (1998). La relevancia de los atlas biogeográficos para la conservación de la biodiversidad mexicana. Ciencia: revista de la Academia Mexicana de Ciencias 49: 12-16.

Pablo, R. G. J. (2015). Estructura y diversidad de las comunidades de especies leñosas de bosque mesófilo de montaña a lo largo de un gradiente altitudinal en la Sierra de Cacoma, Talpa de Allende, Jalisco. Trabajo no publicado.

Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. Annual review of ecology and systematics, 5(1), 285-307.

Ponce-Vargas, A.; I. Luna-Vega; O. Alcántara-Ayala & C.A. Ruiz-Jiménez, (2006). Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. Revista mexicana de biodiversidad 77(2): 177-190.

Segovia, J. (1987). Cambios en la estructura de la vegetación en la reserva alto andina de Pampa Galeras, rol de los grandes herbívoros. Tesis para optar el grado de Bachiller en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias y Filosofía, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

Tropicos.org. (2017). Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org>. Consultado el día 20 de junio de 2017.

Vega, I. L., S.O. Cruz & O. A. Ayala, (1994). Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica 65(1): 31-62.

Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast & A. M. Umaña, (2006). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, 185-226.

Recibido 10 de enero de 2019, aceptado 10 de junio de 2019.