SIT Graduate Institute/SIT Study Abroad
SIT Digital Collections

Independent Study Project (ISP) Collection | SIT Study Abroad

Spring 2014

La diversidad y la densidad de las epífitas vasculares en la Reserva Cerro Candelaria: La diferencia entre las alturas y dos tipos de bosque nublado en Ecuador

Reilly Rosbotham
SIT Study Abroad

Follow this and additional works at: https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection

 Part of the Ecology and Evolutionary Biology Commons

Recommended Citation
Rosbotham, Reilly, "La diversidad y la densidad de las epífitas vasculares en la Reserva Cerro Candelaria: La diferencia entre las alturas y dos tipos de bosque nublado en Ecuador" (2014). *Independent Study Project (ISP) Collection*. 1862.
https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/1862

This Unpublished Paper is brought to you for free and open access by the SIT Study Abroad at SIT Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Independent Study Project (ISP) Collection by an authorized administrator of SIT Digital Collections. For more information, please contact digitalcollections@sit.edu.

La diversidad y la densidad de las epífitas vasculares en la Reserva Cerro Candelaria: La diferencia entre las alturas y dos tipos de bosque nublado en Ecuador



Rosbotham, Reilly

Supervising Academic Director: Robayo, Javier
Academic Director: Silva, Xavier
Project Advisor: Bermúdez Loor, Diana

University of Puget Sound
Sociology and Anthropology

South America, Ecuador, Tungurahua
Submitted in partial fulfillment of the requirements for
Ecuador: Comparative Ecology and Conservation, SIT Study Abroad, Spring 2014

AGRADECIMIENTOS

Mucha gente me ha ayudado con este proyecto, y no habría podido escribir este ensayo sin la ayuda de todos. Primero, me gustaría agradecer a Javier Robayo, quién identificó una cantidad enorme de epífitas—casi 800 fotos. También quería decir gracias a los guías Fausto "Tito" Recaldes y Abel Recalde Coca, quienes me ayudaron mucho y tenían mucha paciencia cuando yo estaba recordando lentamente las epífitas en cada árbol. Para corregir mi español, dar gracias a Luís Alfonso Ávila. Agradecimientos a Diana Bermúdez, quién me ayudó con la dirección del proyecto, y a Juan Pablo Reyes-Puig, para ayudarme con la identificación.

También quería agradecer a Piedad y Jesús Recalde, quienes fueron anfitriones maravillosos, y nos dieron más comida rica que pudiéramos comer. Finalmente, quería dar gracias a mis estudiantes compañeras: Stefani, Julia, y Bethany, quienes fueron una fuente de apoyo moral durante el trabajo del campo y el trabajo de escribiendo este ensayo.

RESUMEN

En el bosque nublado, las epífitas son muy comunes por la neblina, o la "lluvia horizontal," que permite el crecimiento de plantas sobre otras plantas. También, las epífitas son contribuidoras importantes para el crecimiento y mantenimiento de un bosque nublado saludable. Las epífitas pueden estar afectadas por la deforestación, y este ensayo investiga las diferencias entre la distribución, la densidad, y la biodiversidad de las epífitas en el bosque nublado primario y secundario. El estudio consiste en cuadrantes realizados en cuatro niveles de altura, y en el bosque primario y secundario adentro y cerca de la Reserva Cerro Candelaria, todo en el corredor ecológico entre los parques nacionales ecuatorianos los Llanganates y El Sangay. Elegí estudiar solo epífitas vasculares. En los cuadrantes que estudié, no encontré una relación fuerte entre la riqueza de epífitas y el diámetro del árbol hospedero, pero hay diferencias de la distribución de los géneros entre el bosque primario y el bosque secundario. Hay más densidad en el número de epífitas con relación al diámetro del árbol en el bosque secundario que en el bosque primario. La diversidad es distintivamente más grande en el bosque primario que en el bosque secundario, y la composición de los géneros entre los dos tipos de bosque es muy distinta. También la dispersión de los individuos en sus géneros respectivos es más uniforme en el bosque primario que en el bosque secundario. La diversidad y la densidad de las epífitas en el bosque primario aumentaba en una relación directa con la altura, pero no había una correlación entre la densidad y la altura, ni entre la diversidad y la altura en el bosque secundario.

Códigos Tópicos: 601, 613, 614
Palabras Claves: Epífitas vasculares, densidad, biodiversidad, bosque nublado, deforestación

ABSTRACT

In the cloud forest, epiphytes are very common due to mist, or "horizontal rain," which allows plants to grow on other plants. They are also important contributors to the growth and maintenance of a healthy cloud forest. They are vulnerable to deforestation, and this essay investigates the differences in distribution, density, and diversity of epiphytes in primary and secondary cloud forest. This study consists of quadrants created in four elevation levels, and in primary and secondary forest inside and close to the Cerro Candelaria Reserve, all in the ecological corridor between the two Ecuadorian national parks of Llanganates and El Sangay. I chose to study only vascular epiphytes. In the quadrants that I studied, I did not encounter a strong relationship between epiphyte richness and tree diameter, although there are differences in the genera composition in primary and secondary forest. In secondary forest, there is higher density of epiphytes with relation to tree diameter than in primary forest. Diversity is distinctly higher in primary forest than in secondary forest, and the genera composition was very distinct between the two kinds of forest. Also, individuals were more evenly distributed within the genera in the primary forest than in the secondary forest. The diversity and density of epiphytes in primary forest increased directly with altitude, but there was no correlation between density and elevation nor between diversity and elevation in secondary forest.

Keywords: Epiphytes, density, biodiversity, cloud forest, deforestation

INTRODUCCIÓN

Las epífitas y hemiepífitas vasculares, o plantas que viven sobre otras plantas, son muy importantes para los ecosistemas de los bosques nublados. Las epífitas en general no son parasíticas, pero toman espacios en las ramas o los troncos de árboles u otras plantas (vidas o muertas), donde se ponen sus raíces (Kricher, 1997, 30). Porque las epífitas totales (no hemiepífitas) no tienen los raíces en el suelo, necesitan tomar el agua y los nutrientes del aire—los bosques nublados tienen neblina mucho del tiempo, y mucha de la precipitación en los bosques nublados viene de la neblina que se condensa en los árboles, entonces las epífitas crecen muy bien en los bosques nublados (Hager, 2006). Los nutrientes vienen de los resquicios de las plantas por medio del polvo que está en el aire y materia orgánica que cae del dosel.

También existen hemiepífitas, las cuales son de dos tipos. Las hemiepífitas primarios son plantas que "inician su ciclo de vida como epífitas, pero en un punto de su ciclo sus raíces crecen hasta llegar al suelo y llegan a ser fisiológicamente terrestres" (Álvarez, 2011, 15). Las hemiepífitas secundarios inician su ciclo de vida en el suelo, pero "trepan por los tallos de sus árboles hospederos hasta que eventualmente llegan a ser epífitas cuando las raíces y las viejas partes de su tallo empiezan a degenerar" (Álvarez, 2011, 15). En este ensayo, se refiere a epífitas y hemiepífitas ambos como solo "epífitas."

Las epífitas (y hemiepífitas) son dependientes de los árboles y las plantas en los que crecen y se trepan, y también son dependientes en el clima mojado. Los bosques nublados, que tienen árboles altas y un clima muy nublado, son los hábitats perfectos para

las epífitas. Si se corta los árboles o se elimina las plantas donde viven las epífitas, es obvio que las epífitas no pueden crecer.

Aunque la relación entre las epífitas y sus árboles hospederos está descrita como una relación de comensalismo, en las que las epífitas reciben todos los beneficios de los árboles, las epífitas también pueden ayudar a la salud del bosque. En los ecosistemas desérticos de Chile y Perú, que son muy dependientes en el agua que existe en la forma de neblina, las epífitas reducen la cantidad del agua que caiga al suelo, pero también reducen la pérdida de humedad en los suelos debajo de los árboles en donde viven (Stanton, 2014). Las epífitas también estabilizan las fluctuaciones de temperatura y reducen la pérdida de agua por evaporación en las áreas localizadas, dejando más agua para sus plantas hospederas y el ecosistema local en general (Stanton, 2014). Además, algunos árboles usan las raíces aéreos para tomar las nutrientes que las epífitas toman del polvo del aire (Kricher, 1997). Por eso, las epífitas son importantes para la salud del bosque.

Las epífitas son importantes no solo por sus efectos microclimáticos y nutricionales para árboles—también son utilizados para ciertos tipos de animales, como anfibios y artrópodos (que pueden vivir en pequeños embalses creado por las epífitas), y por aves e insectos que se alimentan del néctar o las frutas de epífitas. Las bromelias, especialmente, proveen micro-hábitats acuáticos en las que las "ranas de árbol, mosquitos, gusanos planos, caracoles, salamandras, e incluso cangrejos que completan sus ciclos de vida" (Kricher, 1997, 31). Además, bromelias proveen sitios de nidos para algunos tipos de ave (las euphonias) y néctar para muchos tipos de colibrí (Kricher, 1997).

Las bromelias (de la familia Bromeliaceae) no son los únicos tipos de epífitas—los otros tipos de plantas epífitas vasculares más comunes son los helechos (Pteridophyta), y las orquídeas (Orchidaceae), pero existen muchos tipos más, como las lianas, los trepadores, y plantas epífitas de otras familias. Todos tienen sus propios funciones en el ecosistema del bosque nublado—muy importante son las orquídeas, que proveen el néctar y la alimentación para los insectos y las aves. Algunas orquídeas son muy especializadas para atraer tipos de insectos o tipos de colibríes, y una alta diversidad de las orquídeas epífitas permite la existencia de altas niveles de diversidad de especies de insectos y aves (Kricher, 1997).

Entonces, tener una alta biodiversidad y densidad de epífitas en un bosque nublado significa que el bosque es saludable, y las epífitas son un grupo de plantas claves para mantener la salud del bosque. Los nichos que ocupan las plantas epífitas son indispensables para el bienestar del ecosistema de los bosques nublados, y por eso las epífitas son buenos indicadores ambientales de los daños en el bosque.

Las epífitas, porque son susceptibles a cambios en el bosque, son buenos indicadores ambientales (Bartels, 2012). Una epífita no solo es dependiente en el árbol individual donde vive, pero es dependiente en la estructura de la población de los árboles que envuelva el árbol individual. El tipo del árbol hospedero afecta mucho la habilidad de las epífitas de vivir en el árbol—características como el "tamaño, edad, calidad de las ramas,

y textura de la corteza" son impactos para el éxito de las epífitas para crecer sobre el árbol (Bartels, 2012, 392). También existen unas especies de árboles que son más hospitalarios para las epífitas en general, y otras que no son muy hospitalarios (Higuero, 2003). Generalmente, los árboles más viejos y más grandes pueden apoyar a las poblaciones de epífitas más numerosos, y también han tenido más tiempo para obtener y acumular propágulos (Bartels, 2012). Es posible que haya relaciones específicas entre algunas especies de epífitas y sus árboles preferidos. Si algo hace daño a los árboles a los cuales alguna especie de epífita prefiere, las epífitas pueden ser dañados también (Bartels, 2012).

Generalmente, las poblaciones de árboles más viejos apoyan a las comunidades de epífitas con más diversidad y densidad. Porque las epífitas no se dispersan muy rápidamente, las áreas del bosque más viejo tienen más árboles porque han tenido más tiempo para que las epífitas se dispersen y crezcan (Bartels, 2012). Los árboles mas viejos tienden a tener ramas más grandes, con más área de la superficie, que provee más espacio en las que las epífitas pueden crecer. También, sitios en el bosque viejo tienen más brechas donde entra luz, que aumenta la velocidad del crecimiento de epífitas (Bartels, 2012). Por otra parte, los bosques secundario pueden tener más luz y luz de un color diferente, por falta de un dosel denso (Guariguata, 2000). Entonces, el crecimiento y la cantidad de fotosíntesis de las epífitas pueden ser altas en algunos bosques secundarios también (Théry, 2001).

Hice mi estudio en y cerca de la Reserva Cerro Candelaria (01°25.811'S, 078°18.750'W), que existe en la cuenca del Río Pastaza, en el lado oriental de los Andes. El Cerro Candelaria es propiedad de la Fundación EcoMinga, que existe para preservar la biodiversidad en la región de la parte superior de la cuenca del Río Pastaza. El Cerro Candelaria es el hogar de muchos tipos de epífitas nativas, y algunas endémicas—por ejemplo hay algunas especies nuevas de orquídeas que solo han sido descubiertas en la reserva. Hay más de 190 especies endémicas de flora y fauna en la parte superior de la cuenca del Río Pastaza (Jost, 2011). También, la reserva forma parte de un corredor ecológico entre los parques nacionales los Llanganates y El Sangay. Las áreas donde hice mis estudios están amenazadas por la agricultura, la ganadería, y la deforestación, pero la Reserva Cerro Candelaria y las otras reservas de propiedad de EcoMinga existen para proteger y restablecer estas áreas. Protegiendo estas áreas tiene el efecto de proteger la biodiversidad de la flora y la fauna dentro, y también las epífitas nativas y endémicas.

PROBLEMA

Los impactos humanos tienen efectos grandes en las epífitas que están viviendo en los bosques nublados. En un estudio de epífitas en sitios del bosque maduro y las pastizales en la reserva Cerro Candelaria y la Estación Biológica Yanayacu, el autor encontró que "los bosques primarios presentaron mayor diversidad de especies," y "la diversidad de especies en el hábitat pastizal presentó un decrecimiento marcado en algunas familias de epífitas" (Alvarez, 2011). Los impactos de la deforestación para la explotación forestal, o implementar la agricultura y la ganadería afectan epífitas negativamente, reduciendo ambos la diversidad y la densidad de epífitas. En la Reserva Cerro Candelaria, antes de

que el área fuera obtenido por EcoMinga, había agricultura y ganadería ambos, pero la mayoría de la deforestación era para crear cultivos de naranjilla (Robayo, 2011). Si la diversidad y densidad de las epífitas fueran afectadas negativamente, habría un efecto en todo el ecosistema, probablemente incluyendo un descrecimiento en la biodiversidad general del ecosistema. Muchos organismos pueden perder su hogar (como los insectos que viven en bromelias) o su fuente de alimentación (como colibríes que comen el néctar de las orquídeas), impactando toda la cadena trófica y el bosque nublado. Aunque yo estudié zonas del bosque secundario (no pastizales), que han tenido más tiempo para recuperarse de la deforestación, espero que todavía tengan niveles menores de diversidad y densidad de epífitas.

HIPÓTESIS

Para este proyecto yo quería ver si hay una diferencia de la biodiversidad, la densidad, y la composición de las epífitas vasculares entre el bosque primario y el bosque secundario, y también si la altura tiene un impacto en la biodiversidad, la densidad, y la composición de las epífitas en el sotobosque. Primero, (1) esperaba que fuera una relación positiva entre la densidad y el diámetro del árbol individual, y la riqueza de especies y el árbol individual. (2) Esperaba que la densidad y la biodiversidad fueran más alta en el bosque primario que en el bosque secundario. (3) También esperaba que la biodiversidad y la densidad aumentaran con la altura (cuando la altura aumenta, también aumentan la biodiversidad y la densidad).

METODOLOGÍA Y MATERIALES

Metodología

Para estudiar las epífitas en el bosque primario y secundario en cuatro elevaciones, yo hice cuadrantes con una área de 100 m^2 (la mayoría fue de diez metros por diez metros, pero para dos sitios que fueron muy pendientes, hice cuadrantes de cinco metros por veinte metros). Yo dividí las elevaciones en cuatro niveles—Bajo (≤1499 metros de altura), Medio-bajo (1500-1999 metros), Medio-alto (2000-2499 metros), y Alto (≥2500 metros). Traté de tener una diferencia de 500 m entre los cuadrantes en cada elevación, para que pudiera ver diferencias importantes de epífitas entre los cuadrantes. Un proyecto sobre epífitas vasculares en Costa Rica estudié en seis elevaciones—30, 500, 1000, 1600, 2000, y 2600 m (Cardelús, 2006). Aunque la reserva Cerro Candelaria solo se extiende entre 1800 y 3800 m, podía encontrar bosque primero debajo de 1500m (para tener datos en la zona baja) (Jost, 2011). El intervalo de altura que usé fue más alto en general que en el estudio en Costa Rica, porque el bosque nublado en la reserva se extiende a más de 3000 m de altura, y no podía hacer cuadrantes debajo de 1000 m.

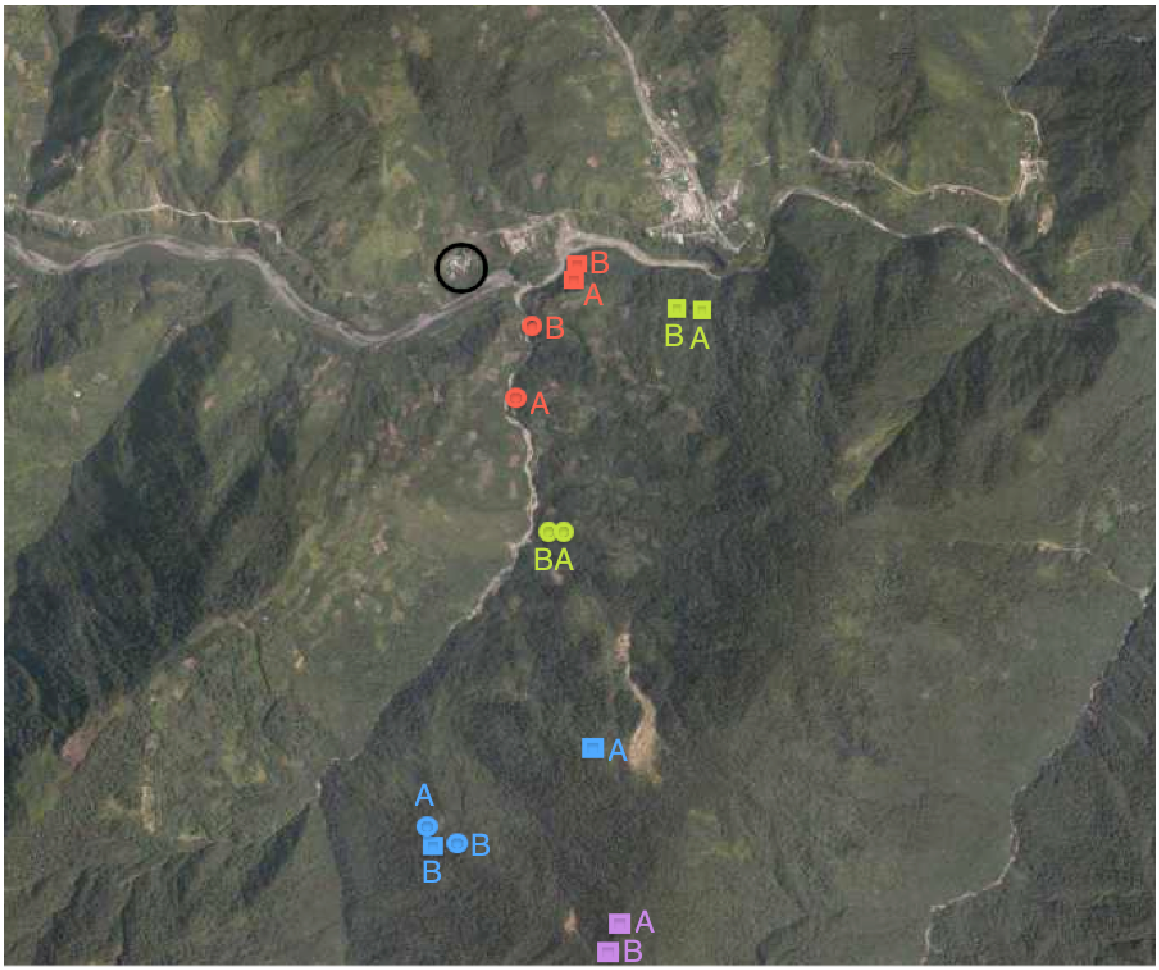


Figura 1: Imagen de Google Maps, con las ubicaciones de los cuadrantes—los cuadrantes en el bosque primario son en la forma de un cuadrado, y los cuadrantes en el bosque secundario son en la forma de un círculo. Las ubicaciones rojas son de la zona baja, las verdes son de la zona media-baja, las azules son de la zona media-alta, y las moradas son de la zona alta. La comunidad de El Placer está adentro del círculo negro.

En cada nivel de elevación, hice cuatro cuadrantes—dos en bosque primario y dos en bosque secundario. Sin embargo, hubo una excepción en el nivel más alto, donde no existe bosque secundario, entonces solo hice dos cuadrantes del bosque primario en este nivel. Yo hice los catorce cuadrantes durante un periodo de tres semanas, saliendo cuatro días por semana a lugares en y cerca de la Reserva Cerro Candelaria. La mayoría de los cuadrantes estaban adentro de la reserva Cerro Candelaria, pero algunas en las zonas baja y media-baja estaban afuera de la reserva. Para cada cuadrante recordé la altitud y las coordenadas en el GPS, que son presentadas en el Cuadro 1.

		Bosque Primario		Bosque Secundario	
Zona	*Transecto*	*Coordenadas*	*Elevación (m)*	*Coordenadas*	*Elevación (m)*
Baja (≤1499 m)	A	S 1° 24' 21.78" W 78° 18' 17.68"	1349	S 1° 24' 43.63" W 78° 18' 28.73"	1336
	B	S 1° 24' 19.21" W 78° 18' 17.82"	1336	S 1° 24' 29.74" W 78° 18' 27.01"	1455
Media-baja (1500-1999 m)	A	S 1° 24' 32.99" W 78° 17' 57.67"	1723	S 1° 25' 8.70" W 78° 18' 20.32"	1526
	B	S 1° 24' 32.07" W 78° 18' 0.30"	1722	S 1° 25' 8.33" W 78°18'22.58"	1519
Media-alta (2000-2499 m)	A	S 1° 25' 46.08" W78° 18' 15.55"	2251	S 1° 26' 0.97" W 78° 18' 41.16"	2081
	B	S 1° 26' 3.59" W 78° 18' 39.71"	2106	S 1° 26' 1.74" W 78° 18' 36.63"	2085
Alta (≥2500 m)	A	S 1° 26' 23.43" W 78° 18' 8.44"	3086	N/A	N/A
	B	S 1° 26' 26.04" W 78° 18' 13.21"	3049	N/A	N/A

Cuadro 1: Las coordenadas y elevaciones de cada cuadrante que estudié, organizado por el tipo de bosque y la zona de elevación.

Para ubicar los cuadrantes yo busque áreas con altas concentraciones de árboles—por supuesto los cuadrantes en bosque primario tenían árboles con diámetros más altos que los cuadrantes en bosque secundario, pero todos los cuadrantes tienen más que cinco árboles con diámetros mayor de diez centímetros.

En estos lugares con una abundancia de árboles, medí los cuadrantes con una cinta métrica. En cada cuadrantes, encontré los árboles con diámetros más de diez centímetros, usando una cinta de diámetro. En cada uno de estos árboles, bajo cinco metros, conté el número de especies de epífitas (incluyendo hemiepífitas) y el número de individuos de cada especie. Yo tomé fotos y una muestra de cada especie nueva, y se puede ver algunos ejemplos en los apéndices (Apéndice 1, A-D). También tomé fotos de cada árbol que estudié, para tener referencias (Apéndice 2, A-B). Luego, identifiqué cada planta hasta el género, usando las fotos y muestras, y con la ayuda de un botánico profesional y algunos libros de identificación.

Para analizar los datos, primero comparé las relaciones entre el diámetro de los árboles y el número de epífitas individuales en cada árbol. Tomé un valor "R^2" para ver si había una correlación fuerte entre el diámetro y el número de individuos de epífitas (bajo cinco metros). R^2 es un indicador del significado de los datos—la más cerca R^2 está al número 0, el menos significativo está la correlación entre los datos, y la más cerca R^2 está al número 1, el más significativo es la correlación. Yo comparé estos datos entre todos los cuadrantes del bosque primario y el bosque secundario. Hice lo mismo usando los datos del diámetro de los árboles y el número de especies (en vez de individuos) de epífitas.

Para analizar más la distribución de géneros, calculé la similitud entre el bosque primario y el bosque secundario con el número de géneros en cada zona de altura usando el índice de Jaccard. Este cálculo resulta en el valor "J", que se usa para ver cuan diferentes son dos comunidades de organismos; con un valor alto, hay una diferencia más grande entre las dos comunidades. En este cálculo, A representa el número total de géneros en los cuatro cuadrantes en una zona de altura, B representa el número de géneros en el bosque

primario que *no* existen en el bosque secundario, y C representa el número de géneros en el bosque secundario que *no* existen en el bosque primario. El cálculo de la similitud entre los dos tipos de bosque (J) se representa así:

$$J = A/(A+B+C)$$

También comparé el número de individuos en cada cuadrante, entre el bosque primario y secundario en cada nivel de altura. Estos datos dieron como resultado la densidad de epífitas en cada cuadrante de 100 m^2 bajo cinco metros. También, para incluir los datos del diámetro, dividí el número de individuos de la suma de los diámetros de todos los árboles en cada cuadrante. Entonces, tuve dos valores para la densidad—la suma del número de individuos, y un valor de densidad de individuos con relación a la suma de los diámetros de los árboles que usé. Comparé estos valores entre el bosque primario y secundario para ver cuán distinto es la densidad de los dos en diferentes elevaciones.

Para cada conjunto de datos, hice un análisis de regresión para ver si hubiera una correlación entre la elevación y el número de individuos, y una correlación entre la altura y el número de individuos dividido por diámetro en total. También obtuve el valor de R^2 para estos datos.

Se calcula la diversidad de cada cuadrante usando el índice de Shannon-Wiener, que toma en cuenta la abundancia relativa de cada grupo de individuos (normalmente se usa las especies, pero por falta de identificación exacta, usé el género), y también el ras, o la equidad, de los grupos de individuos. Este índice usa "la proporción del género (*i)* relativa al número total de las especies (p_i), y multiplica este número por el logaritmo natural de esta proporción ($\ln p_i$)" (Beals, 2000). El cálcula se representa así (Beals, 2000):

$$H' = -\sum_{i=1}^{R} p_i \ln p_i$$

Se puede usar el valor H' del índice de Shannon-Wiener, que es una medida de la biodiversidad en una área determinada, para calcular el ras de los géneros en esta misma área. Para calcular este valor de J' (que se llama la equidad de Shannon), se divide el valor de H' por el logaritmo natural del número total de los géneros en el área determinada (H'_{max}). Esto es un cálculo de equidad, y se usa para saber si cuan similar son las abundancias de los géneros en un área. El cálculo de J' se representa así (Beals, 2000):

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Tomé los valores de H' y J' para cada cuadrante, y calculé los promedios para el bosque primario y secundario en cada zona de altura. Comparé los valores de H' y J' en las zonas de altura entre el bosque primario y el bosque secundario, para ver si hay una diferencia de la biodiversidad y la equidad de los géneros de epífitas entre los dos tipos de bosque.

Materiales

- Cinta métrica
- Cinta de diámetro
- Cámara — Nikon Coolpix S3300
- GPS — Garmin Colorado 400i
- Fundas plásticas
- Guías de identificación
- Google Earth y Google Maps

RESULTADOS

Distribución de las Epífitas

Pensé sobre la distribución en dos maneras: primera, pensé en la distribución de las epífitas en cada cuadrante con relación a los diámetros de cada árbol. Quería saber si hay una correlación entre el número de individuos en cada árbol y el diámetro de estos árboles, y si hay una diferencia entre estos datos en el bosque primario y el bosque secundario. También, estudié la correlación entre el número de especies (también se refiere como "riqueza de especies") en cada árbol y el diámetro de los árboles. Tomé estos datos en cada zona de elevación.

Segunda, traté de ver patrones en la distribución de los géneros en cada transecto—con relación a la elevación y el tipo de bosque. Para hacer esto calculé la similitud, usando el índice de Jaccard, entre el bosque primario y el bosque secundario en cada zona de altura.

CON RELACIÓN AL DIÁMETRO — Para ver la distribución de las epífitas con relación al diámetro de cada árbol, calculé los valores sobre la recta de mejor ajuste por cada tipo de bosque en cada altura. Usé los valores de la pendiente de la recta de mejor ajuste, el valor de R^2, y una prueba que determina si hay una desviación significativa de lo horizontal (una pendiente de cero) en la recta de mejor ajuste.

Desafortunadamente, los resultados no fueron muy decisivos, como se puede ver en el Cuadro 2. Casi todas las zonas de altura tienen una relación positiva entre el número de especies y el diámetro, y entre el número de individuos y el diámetro, pero en la mayoría de los casos, la desviación de la horizontal no es significativa. Se puede ver los gráficos del número de individuos versus el diámetro en los apéndices (Apéndice 3, A-I). Los valores de R^2 tampoco son muy altos, y esto da como resultado que no hay una correlación significativa entre el número de especies y el diámetro, ni entre el número de individuos y el diámetro.

La única zona en la cual el valor de R^2 es más que 0.5 es en la zona baja del bosque primario (Cuadro 2). En este sitio, sí existe (por lo menos en los dos cuadrantes que estudié) una relación significativamente positiva entre el número de individuos de epífitas y el diámetro del árbol. Sin embargo, no encontré una relación fuerte entre el número de especies y el diámetro ni entre el número de individuos y el diámetro, significando que,

bajo de cinco metros, el diámetro del árbol no importa mucho para el número de especies ni el número de individuos de epífitas.

	Bosque Primario	**Bosque Secundario**
Número de Especies vs. Diámetro		
Baja (≤1499 m)		
Pendiente	0.007368	-0.02506
R^2	0.08749	0.007598
Desviación de la Horizontal	No significativa	No significativa
Media baja (1500-1999 m)		
Pendiente	0.02940	0.09557
R^2	0.02921	0.1266
Desviación de la Horizontal	No significativa	No significativa
Media Alta (2000-2499 m)		
Pendiente	0.07233	0.03904
R^2	0.2053	0.01793
Desviación de la Horizontal	Significativa	No significativa
Alta (≥2500 m)		
Pendiente	0.06612	N/A
R^2	0.1389	N/A
Desviación de la Horizontal	No significativa	N/A
Número de Individuos vs. Diámetro		
Baja (≤1499 m)		
Pendiente	0.1805	0.1877
R^2	0.5285	0.03374
Desviación de la Horizontal	Significativa	No significativa
Media baja (1500-1999 m)		
Pendiente	0.02141	0.1943
R^2	0.003015	0.09711
Desviación de la Horizontal	No significativa	No significativa
Media Alta (2000-2499 m)		
Pendiente	0.1680	0.1291
R^2	0.2929	0.07307
Desviación de la Horizontal	Significativa	No significativa
Alta (≥2500 m)		
Pendiente	0.2890	N/A
R^2	0.1932	N/A
Desviación de la Horizontal	Significativa	N/A

Cuadro 2: Este cuadro se presenta los datos de la relación entre el número de especies de epífitas y el diámetro del árbol (en la mitad primera), y la relación entre el número de individuos de epífitas y el diámetro del árbol (en la mitad segunda).

SIMILITUD DE LOS GÉNEROS — Usé el cálculo de Jaccard para calcular el nivel de similitud entre el bosque primario y el bosque secundario en cada nivel de altura. La similitud de la composición de géneros entre los dos tipos de bosque no se cambia mucho entre las alturas, interesantemente. El valor se permanece cerca del valor de 0.6 en cada de las tres alturas donde pude hacer una comparación, que representa un nivel de similitud relativamente alta, significando que la composición de los géneros fueron relativamente similar entre el bosque primario y el bosque secundario en cada nivel de elevación (Cuadro 3).

	Zona Baja (≤1499 m)	Zona Media-baja (1500-1999 m)	Zona Media-alta (2000-2499 m)
Valor de J	0.515	0.615	0.609

Cuadro 3: El valor de J representa las similitudes de los géneros entre el bosque primario y el bosque secundario en la zona baja, la zona media-baja, y la zona media-alta. No pude hacer una comparación de la similitud entre los dos tipos de bosque en la zona alta.

Este cálculo no toma en cuenta los datos del número de individuos en cada género—solo calcula la similitud de los géneros, y no la abundancia relativa de los géneros.

Densidad de las Epífitas

Para saber la densidad de las epífitas, conté el número de las epífitas individuales en cada cuadrante y calculé los promedios de la densidad en el bosque primario y secundario en cada zona de elevación (baja, media-baja, media-alta, y alta). También calculé los promedios de los datos del número de los individuos con relación al diámetro total de los árboles.

En el Cuadro 4, es posible ver en los datos (las cuales son solo el número de los individuos) que el promedio número de individuos aumenta en una relación directa con la altura—cuando la altura aumenta, también el número de individuos aumenta. Esta relación directa no es tan evidente con el promedio del número de individuos en los sitios del bosque secundario, y no hay una aumenta importante en el número de individuos con altura en el bosque secundario. Tampoco hay una diferencia significativa entre el número de individuos en el bosque primario y en el bosque secundario. Aunque el promedio del número de individuos es menor en el bosque primario en la zona baja (41.5 comparado con 53.5), el promedio es mayor en el bosque primario en la zona media-alta (99 comparado con 74). No encontré una diferencia importante entre el número de individuos en cada cuadrante en el bosque primario y el bosque secundario, pero el número de individuos aumentó constantemente con la elevación en el bosque primario (Apéndice 4, A-B).

Cuando dividí el número de individuos en cada cuadrante por el diámetro combinado de todos los árboles en cada cuadrante, recibí algunos datos diferentes. Todavía es posible ver un aumento de la densidad con la altura en el bosque primario, y una falta de una relación entre la densidad y la altura en el bosque secundario. Aunque el valor en la zona baja del bosque primario tiene más que el valor en la zona media-baja del bosque primario, existe una tendencia de aumento con la altura en el bosque primario (Cuadro 4).

Más interesante es la diferencia general entre el bosque primario y el bosque secundario: generalmente, el valor para el promedio de densidad con relación a diámetro total es mayor en el bosque secundario que en el bosque primario. Esto significa que hay más individuos de epífitas por cada centímetro del diámetro en el *bosque secundario* que en el bosque primario. La única excepción está en la zona media alta, donde el valor para el bosque primario (0.377) es relativamente similar al valor para el bosque secundario (0.328) (Cuadro 4). Desafortunadamente, no pude obtener datos sobre el bosque secundario en la zona alta, porque todo el bosque arriba de 3000m es bosque primario.

Por eso, no pude ver si haya una tendencia fuerte en ninguno de los conjuntos de los datos del bosque secundario.

	Bosque Primario (Número)	Bosque Secundario (Número)	Bosque Primario (Número/Diámetro)	Bosque Secundario (Número/Diámetro)
Baja (≤1499 m)	41.5	53.5	0.267	0.414
Media-baja (1500-1999 m)	91.5	91	0.245	0.431
Media-alta (2000-2499 m)	99	74	0.377	0.328
Alta (≥2500 m)	183	N/A	0.582	N/A

Cuadro 4: Los promedios del número de individuos y el número de individuos dividido por el diámetro total en los cuatro niveles de elevación para el bosque primario y el bosque secundario.

Las tendencias entre la densidad y la altura en el bosque primario y secundario son más fáciles ver en un Figuras 2 y 3 que incluyen la densidad y la altura de cada cuadrante. La Figura 2 muestra la relación entre el número de individuos de epífitas y la altura. La Figura 3 muestra la relación entre el número de individuos dividido por el diámetro total y la altura. El Cuadro 5 presenta los datos de las rectas de mejor ajuste para el número de individuos en cada cuadrante relacionado con la altura, y el número de individuos dividido por el diámetro total en cada transecto, relacionado con la altura.

En Figura 2, la correlación directa entre el número de individuos y la altura es muy fácil para ver en los puntos del bosque primario. En el análisis de la regresión lineal, R^2, que indica la cantidad de variación entre los puntos de datos y la recta de mejor ajuste, tiene un valor de 0.8145, que significa una correlación importante—los puntos no se desvían mucho de la recta de mejor ajuste (Cuadro 5). Los datos del número de individuos en el bosque secundario están menos correlacionados con la altura. El valor de R^2 para estos datos es sólo de 0.004197, que significa que no hay una correlación útil entre el número de individuos y la altura (Cuadro 5). La recta de mejor ajuste que existe para estos datos tampoco tiene una pendiente significativamente diferente de una pendiente de cero (Cuadro 5). Entonces los puntos no tienen una correlación fuerte, ni aparece una relación con el número de individuos y la altura en el bosque secundario.

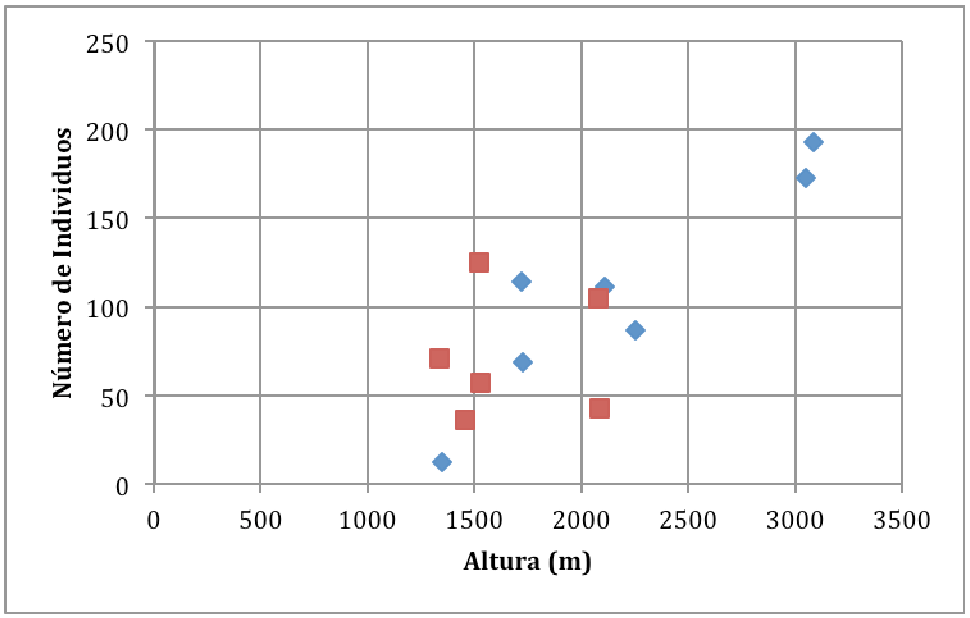


Figura 2: Este gráfico se presenta el número de epífitas individuales versus la altura de cada cuadrante. Los puntos azules representan los cuadrante del bosque primario y los puntos rojos representan del bosque secundario.

Cuando dividí el número de individuos por el diámetro total en cada cuadrante, los resultados en el bosque primario no cambiaron mucho, como se puede ver en la Figura 3. Todavía hay una correlación positiva entre la densidad y la altura, pero la correlación es menos fuerte (R^2=0.6946) que en los datos de solo número de individuos (Cuadro 5). También, la desviación de lo horizontal es significativa para los datos del bosque primario, significando que la pendiente de la recta de mejor ajuste no podría tener un valor de cero, y que una relación positiva existe entre la densidad de las epífitas con relación al diámetro, y la altura.

	Bosque Primario	Bosque Secundario
Número de Individuos		
Pendiente	0.07652 ± 0.01491	0.006958 ± 0.05359
R^2	0.8145	0.004197
Desviación de la Horizontal	Significativa	No significativa
Individuos/Diámetro		
Pendiente	0.0001974 ± 5.343^{-5}	$-0.0001537 \pm 6.134^{-5}$
R^2	0.6946	0.6108
Desviación de la Horizontal	Significativa	No significativa

Cuadro 5: Este cuadro se presenta los datos sobre la relación entre el número de individuos y la altura en el bosque primario y secundario. También se presenta la relación entre el número de individuos dividido por el diámetro total de cada cuadrante y la altura.

Los datos del bosque secundario están más correlacionadas cuando se considera la densidad de las epífitas con relación al diámetro total de cada cuadrante. R^2 tiene un valor de 0.6108 para los datos del bosque secundario—menos que la correlación para los datos del bosque primario, pero es un valor relativamente alta. Se puede ver en el gráfico (Figura 3) que parece que hubiera una tendencia de una disminución de la densidad cuando aumenta la altura, y la pendiente de la recta de mejor ajuste es negativa, pero la desviación de lo horizontal no es significativa (Cuadro 5). No se puede determinar si hay una correlación entre la densidad de epífitas con relación al diámetro y la altura en el

bosque secundario, y desafortunadamente sin datos de la zona alta para el bosque secundario, es difícil ver si hay una tendencia importante.

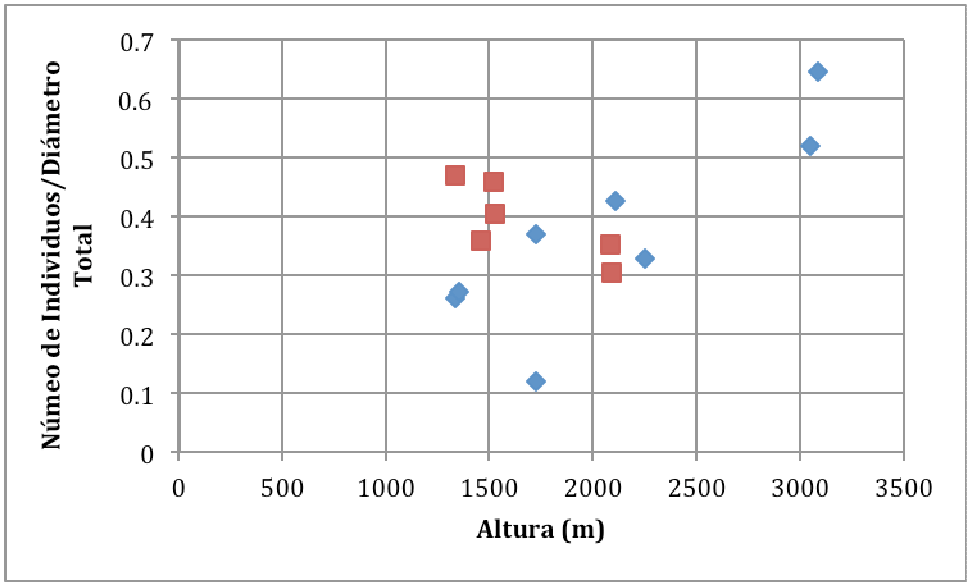


Figura 3: Este gráfico se presenta el número de individuos de epífitas dividido por el diámetro total de cada cuadrante. Los puntos azules representan los cuadrantes del bosque primario y los puntos rojos representan los cuadrantes del bosque secundario.

Diversidad de las Epífitas

Los resultados de la diversidad de las epífitas fueron más decisivos. Usando el índice de Shannon-Wiener, calculé la biodiversidad de los géneros de epífitas para cada tipo de bosque en cada zona de altura. El valor del índice de Shannon-Wiener significa un nivel de biodiversidad—un valor más grande significa que hay más biodiversidad. Como se puede ver en la Figura 4, la biodiversidad aumenta con la altura en el bosque primario y el bosque secundario ambos, hasta la zona media-alta. En la zona alta, la biodiversidad disminuye en el bosque primario, pero permanece relativamente alta comparado con los datos de la zona baja (Figura 4). También se puede ver que la biodiversidad en el bosque secundario es constantemente menor que la biodiversidad en el bosque primario (Figura 4).

Lo que es sorprendente es que en las zonas baja y media-baja, la riqueza de géneros de epífitas es más grande en el bosque secundario que en el bosque primario, pero el nivel de biodiversidad permanece mayor en el bosque primario en estas zonas. Esto es debido a la abundancia relativa de los géneros en los dos tipos de bosque—aunque la riqueza de géneros es más grande en el bosque secundario, la dispersión de individuos a través de los géneros es más uniforme en el bosque secundario que en el bosque primario.

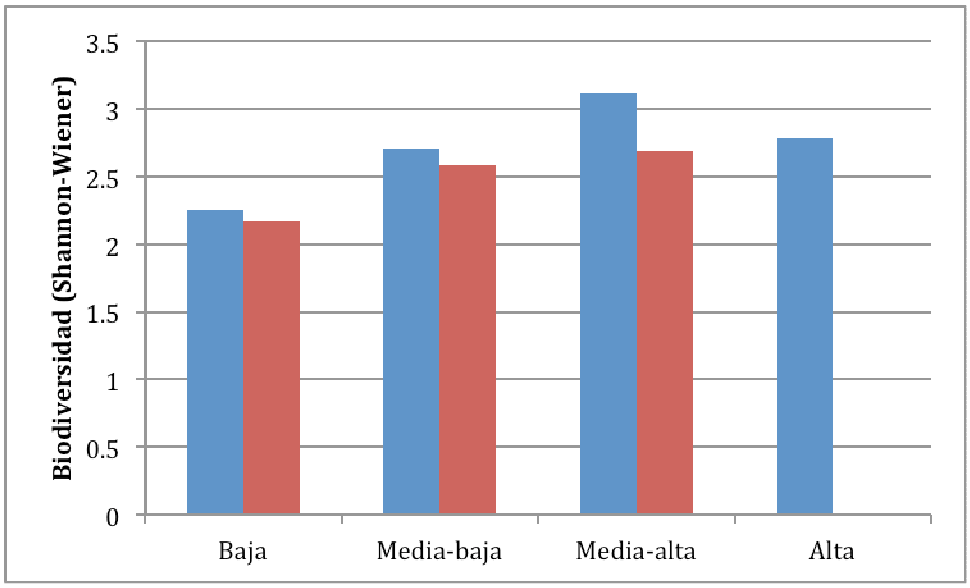


Figura 4: Este gráfico se presenta el valor del índice de Shannon-Wiener para cada tipo de bosque en cada zona de elevación. Los valores para el bosque primario son azules, y los valores para el bosque secundario son rojos.

Se puede ver la representación de esta dispersión en la Figura 5, que es un gráfico de la "equidad de Shannon." La equidad de Shannon es un cálculo del ras, o la igualdad, del número de individuos entre cada género; con una dispersión más igual hay un valor mayor. El patrón es el mismo en la Figura 5 que en la Figura 4: generalmente, la equidad aumenta con relación a la altura para el bosque secundario y el bosque primario. La excepción es la disminución del bosque primario en la zona alta, que tiene un valor menor de la zona baja. También, la dispersión de epífitas individuales es generalmente más uniforme en el bosque primario que en el bosque secundario (Figura 5).

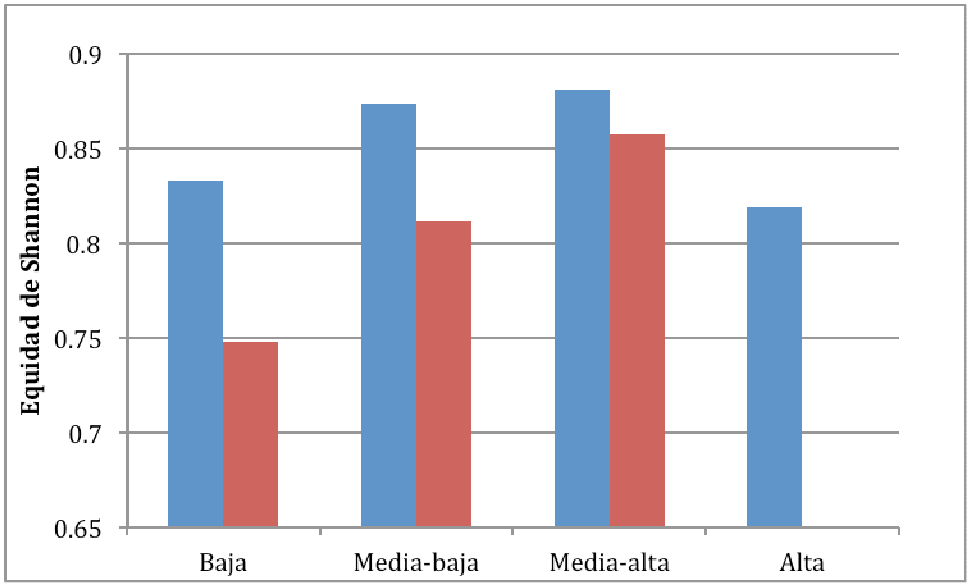


Figura 5: Este gráfico se presenta el valor de la Equidad de Shannon para cada tipo de bosque en cada zona de altura. Los valores azules se representan el bosque primario, y los valores rojos se representan el bosque secundario.

Los niveles de biodiversidad y equidad entre el bosque primario y el bosque secundario eran significativos, pero además había diferencias entre los géneros más representados en los dos tipos de bosques y en las diferentes zonas de altura. El Cuadro 6 tiene los datos sobre los tres géneros más representadas en cada tipo de bosque en cada zona de altura. Aunque algunos géneros son repetidos, se puede ver una diferencia marcada entre los géneros más representadas (Cuadro 6). También se puede ver que en la mayoría de los casos, hay una o dos especies que tienen una cantidad de individuos muy grande, y después hay una disminución significativa del número de individuos en los géneros siguientes (Cuadro 6). Se puede ver las distribuciones de géneros en los dos tipos de bosque en cada nivel de altura en el Apéndice 4 (A-G)

	Bosque Primario			**Bosque Secundario**		
	Género	Familia	Individuos	Género	Familia	Indivdiuos
Zona Baja	*Philodendron*	*Araceae*	20	*Guzmania*	*Bromeliaceae*	37
	Guzmania	*Bromeliaceae*	18	*Peperomia*	*Piperaceae*	17
	Calathea	*Marantaceae*	8	*Anthurium*	*Araceae*	11
Zona Media-baja	*Elaphoglossum*	*Dryopteridaceae*	30	*Elaphoglossum*	*Dryopteridaceae*	45
	Polytaenium	*Vittariaceae*	22	*Anthurium*	*Araceae*	24
	Asplenium	*Asplenaceae*	17	*Polypodium*	*Polypodiaceae*	16
Zona Media-alta	*Psammisia*	*Ericaceae*	37	*Elaphoglossum*	*Dryopteridaceae*	27
	Blechnum	*Blechnaceae*	13	*Peperomia*	*Piperaceae*	17
	Anthurium	*Araceae*	12	*Paullinia*	*Sapindaceae*	14
Zona Alta	*Pilea*	*Urticaceae*	75	N/A	N/A	N/A
	Anthurium	*Araceae*	53			
	Epidendrum	*Orchidaceae*	32			

Cuadro 3: Los géneros más representadas en cada tipo de bosque y en cada zona de altura. Las familias y el número de individuos en cada sitio son incluidos.

Hay algunos géneros y familias que ocurren con frecuencia. El género en la familia aparece en cada zona de altura, especialmente en el bosque secundario en las zonas baja y media baja, y en el bosque primario en las zonas media-alta y alta. El género *Elaphoglossum* (un tipo de helecho) también es muy común, especialmente en el bosque secundario. Otro género que se puede ver mucho en el bosque secundario es *Peperomia*, Se puede ver más cambios de los géneros más comunes entre las alturas diferentes en el bosque primario que en el bosque secundario, que es otro señal que hay más biodiversidad de epífitas en general en el bosque primario.

En los resultados que obtuve sobre la diversidad de géneros de epífitas, es fácil ver y obvio que la biodiversidad y la igualdad en esta área aumenta con una relación positiva a la altura (con la excepción de la zona más alta), y que los niveles biodiversidad y igualdad son más grandes en el bosque primario que en el bosque secundario. Estos resultados tienen implicaciones importantes que son discutidos luego.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados que obtuve sobre la distribución, la densidad, y la diversidad de epífitas en el bosque nublado tienen algunas implicaciones importantes. Desafortunadamente hay una falta de información en este estudio, y será necesario más estudios para desarrollar un plan para proteger a las epífitas y a los otros tipos de flora y fauna en el corredor

ecológico Llanganates-Sangay, pero espero que mi estudio sirva para revelar un poco de conocimiento sobre epífitas en esta área.

Discusión

DISTRIBUCIÓN — Primero, los resultados de la distribución de epífitas en árboles con relación al diámetro del árbol fueron poco concluyentes. En los cuadrantes que estudié, no encontré una relación entre el número de epífitas individuales y el diámetro del árbol, ni una relación entre el número de especies (la riqueza de especies) y el diámetro del árbol. En contradicción con mi hipótesis, las epífitas no estaban distribuidos con muchas epífitas individuales y especies de epífitas en los árboles con diámetros grandes, y menos epífitas (individuos y especies) en los árboles de diámetro pequeño. Aunque es posible que simplemente no exista ninguna correlación entre la riqueza de especies y el diámetro, ni entre el número de individuos y el diámetro, no estudié bastantes cuadrantes para confirmar esta idea. También, existen estudios numerosos los cuales han encontrado que hay una relación positiva entre la riqueza de especies de epífitas y el diámetro del árbol.

Una razón por la que obtuve resultados inciertos sobre este tema es que solo hice mi estudio en el sotobosque—para tener resultados completos sobre las epífitas, es necesario encontrar todas las epífitas en una sola área, incluyendo las cuales que están en el dosel y el sub-dosel. En un estudio sobre la riqueza de las epífitas en los bosques Mexicanos (bosque primario y bosque secundario ambos), los autores encontraron una relación positiva y lineal entre la riqueza de especies y el diámetro del árbol (Flores-Palacios, 2006). Para recoger sus datos de la riqueza de especies, escalaron a los arboles para estudiar las epífitas en las partes más altas. Porque no pude hacer lo mismo, mis datos son solo del sotobosque, y no tengo bastante información para saber como la riqueza de especies ni el número de individuos varia con el diámetro del árbol.

Otra razón por lo que obtuve resultados poco concluyentes es que “se encuentran árboles que son buenos hospederos y árboles que no son buenos hospederos” (Higuero, 2003). Por su puesto, los árboles que son buenos albergadores tendrían más epífitas individuales y una riqueza de especies más alta que árboles que no son buenos albergadores. En los cuadrantes que estudié, es probable que hubiera una variedad de árboles—algunos muy hospitalarios, y otros malos hospitalarios. Por eso, un árbol que es un mal hospitalario puede tener un diámetro grande, pero un número pequeño de epífitas individuales, y una riqueza de especies baja, así sesgando los datos.

Para contrarrestar este cambio de resultados, muchos estudios sobre la riqueza de especies de epífitas se estudian a las epífitas en una sola especie de árbol (Werneck, 2002; Laube, 2007). Cuando se remueve la variable de la especie de árbol, es fácil ver más directamente la relación entre el número de epífitas individuales y el diámetro, o la riqueza de especies de epífitas y el diámetro (pero solo con una especie de árbol). Con estudios similares en el futuro, sería importante identificar los árboles para ver como las epífitas son relacionadas al diámetro en algunas especies de árboles, y también para comparar cuales especies de árboles son buenos hospitalarios y cuales no son buenos hospitalarios.

La similitud entre el bosque primario y el bosque secundario no se cambia mucho con relación a la altura—el nivel de similitud que encontré permanece casi el mismo (aproximadamente un valor de 0.6) en las tres alturas donde pude hacer la comparación. Esto significa que la altura no tiene mucho impacto en la recuperación del bosque. Porque todas las áreas del bosque secundario habían sido deforestadas aproximadamente al mismo tiempo, y la similitud entre estos sitios del bosque secundario y el bosque primario no cambia con la altura, se puede decir que el bosque se vuelve a crecer en una manera similar en cada zona de altura.

DENSIDAD — Los resultados de la densidad fueron un poco más reveladores que los resultados de la distribución de las epífitas. Encontré que en el bosque primario la densidad de epífitas aumenta con relación a la altura. Los dos métodos que usé para calcular densidad (contar el número de individuos en cada cuadrante, y dividir este número por el diámetro total en cada cuadrante), resultaron en correlaciones positivas y lineales entre la densidad de las epífitas y la altura en el bosque primario.

Esta correlación puede existir por algunas razones, de cuales la más obvia es la cantidad de pluviosidad en las zonas de altura. Desafortunadamente, no hay muchos datos sobre la pluviosidad en diferentes alturas en la provincia Tungurahua, y tampoco en la Reserva Cerro Candelaria. Por eso, no pude hacer un análisis sobre la relación entre la densidad de epífitas y la pluviosidad, pero generalmente la densidad de epífitas aumenta con una relación positiva a la pluviosidad (Kricher, 1997; Dietz, 2006; Sanford, 1969). Los guías dijeron también que las alturas más altas reciben más lluvia que las alturas bajas, y este puede explicar porque la densidad de epífitas es más alta en las alturas altas, especialmente en el bosque primario. Para hacer un estudio más completo sobre la densidad de epífitas, sería bien recordar la pluviosidad en las diferentes zonas de altura para ver más claramente la razón que la densidad aumenta con la altura.

En bosque secundario, los resultados no fueron tan decisivos. No encontré ninguna relación fuerte entre la densidad de epífitas y la altura, ni con los datos del número de individuos ni con los datos del número de individuos dividido por el diámetro total. Una tendencia general que encontré en los datos de densidad con relación al diámetro total, es que el bosque secundario generalmente tiene más epífitas individuales por centímetro del diámetro de árbol que el bosque primario. Esto es una sorpresa que contradice mi hipótesis en que predije que hay más densidad por centímetro de diámetro en el bosque primario que en el bosque secundario.

No obtuve datos sobre la densidad de epífitas en el bosque secundario en la zona alta, entonces una comparación total no es posible, pero hay algunas razones para la concentración de epífitas más alta en el bosque secundario. Una de estas razones posibles es que la disponibilidad de luz es más alta en el bosque secundario que en el bosque primario, que permite más fotosíntesis en las epífitas y así crecen rápido (Théry, 2001). Una intensidad de luz alta también puede dañar a las células de plantas por la sobresaturación de luz UV, y en algunas veces “luz exceso puede fotoinhibir fotosíntesis y puede inducir la destrucción fotooxidativa del aparato fotosintético” (Long, 1994). Sin

embargo, los sitios ubicados en bosque disperso, como encontré en los cuadrantes en el bosque secundario, reciben un tipo de luz diferente—la intensidad está cambiado, y los colores de la luz son diferentes que los colores de la luz que brilla en las partes más altas del dosel (Théry, 2001).

Desafortunadamente, no tomé mediciones de la intensidad ni los colores de la luz penetrando al sotobosque en los dos tipos de bosque, pero sería útil recordar este tipo de datos para saber si hay una diferencia grande de luz entre el bosque primario y el bosque secundario. Hay algunos estudios que han descubierto que hay especies de plantas que son bien adaptadas para luz fuere e intenso, y sería interesante ver si las epífitas que sobreviven bien en áreas con más luz, y con luz intensa, tengan estas adaptaciones. Estudios de la luz en el bosque primario versus la luz en el bosque secundario pueden comenzar a revelar porque encontré una concentración de epífitas más alta en el bosque secundario que en el bosque primario.

DIVERSIDAD — La diversidad de las epífitas, como la densidad, aumenta en una relación positiva con la altura, pero no solo en el bosque primario. El bosque primario y el bosque secundario ambos exponen una tendencia de aumentación con la altura. Esta correlación positiva puede ser por la misma razón que la densidad aumenta con la altura—las alturas más altas tienen una pluviosidad más alta, que entonces permite una diversidad más alta de epífitas. La diferencia con la diversidad y la densidad es que la diversidad disminuye en la zona alta, pero la densidad permanece aumentando. La explicación más obvia para esta disminución en la diversidad de la zona alta es el cambio de temperatura entre las alturas. No existe mucha información sobre la temperatura en la Reserva Cerro Candelaria, pero generalmente, conforme a la información de los guías, la temperatura tiene una correlación negativa con la altura. Es más difícil para las epífitas vivir en climas fríos que en climas calientes, entonces esto puede ser una razón para que hay una disminución en la diversidad de epífitas en la zona alta.

La misma razón puede explicar porque el mismo ocurre con la equidad de epífitas en la zona alta. Por eso, sería muy útil tener datos sobre la promedia temperatura anual en y cerca de la Reserva Cerro Candelaria.

Obtuve otros resultados interesantes sobre la diversidad de los géneros de las epífitas en el bosque primario y el bosque secundario. En todas las zonas de altura en donde pude hacer una comparación entre los dos tipos de bosque, la diversidad y equidad de los géneros son mayor en el bosque primario que en el bosque secundario. Una de las razones para esta diferencia es que generalmente hay menos espacio en las que las epífitas pueden crecer, entonces existen menos especies. Un estudio sobre epífitas en los andes Venezolanos encontró que hay menos diversidad de epífitas en áreas impactadas por actividades humanas, y la razón más importante por esta falta de diversidad es “una estructura forofita menos diversa y un microclima menos diferenciado en la vegetación impactada y secundaria comparada con el bosque primario” (Barthlott, 145). Entonces, el bosque primario provee una selección más diversa de árboles y forofitas, que proveen más microclimas y microhábitats en que una diversidad más grande de epífitas puede

existir. Esto también puede afectar la equidad de las epífitas; cuando hay más nichos, más géneros pueden ser bien representados en la distribución de epífitas individuales.

De los géneros que encontré, hay algunas que son muy bien representadas, incluyendo *Anthurium* (familia *Araceae*), *Peperomia (Piperaceae*), *Elaphoglossum (Dryopteridacea,* y *Pteridophyta),* y *Guzmania (Bromeliaceae).* Aunque en casi cada de los sitios de bosque primario o secundario en cada zona de altura hay uno o dos géneros dominantes, los géneros más bien representadas en el bosque secundario son *más dominantes* que los géneros más bien representadas en el bosque primario, que resulta en un valor menor de igualdad en el bosque secundario que en el bosque primario. También, los géneros *Anthurium, Peperomia*, y *Guzmania* son muy bien representados en algunas zonas de altura en el bosque secundario. No existen muchos estudios de especies pioneras de epífitas, pero estas especies pueden ser más exitosas en el bosque primario por algunas razones—una dispersión de las semillas o las esporas más efectiva que la dispersión de los otros géneros, un crecimiento más rápido, o la habilidad de ocupar más nichos que ya no existen en el bosque secundario (Bartels, 2012). No existe información específica sobre estos géneros, pero pueden ser más exitosos en el bosque primario por estas razones.

Generalmente, encontré muchas diferencias entre la diversidad, equidad, y composición de epífitas en el bosque primario y el bosque secundario. La implicación de estos resultados es que los bosques secundarios son menos saludables que los bosques primarios—los bosques secundarios tienen menos biodiversidad de epífitas, menos equidad, y una composición menos bien dispersada que los bosques primarios. Esta es un indicador que los bosques secundarios no son completamente recuperados de ser deforestados, pero espero que están recuperando, y las epífitas que sí existen en los bosques secundarios están ayudando con esta recuperación.

Conclusiones

Lo más importante y útil que se encuentra es que en la Reserva Cerro Candelaria, hay diferencias significativas entre epífitas en el bosque primario y el bosque secundario, y estas diferencias cambian con relación a la altura. Bajo de cinco metros (en el sotobosque), no existe una relación significativa entre riqueza de epífitas y el diámetro del árbol, ni entre el número de individuos de epífitas y el diámetro.

La similitud de los géneros de epífitas entre el bosque primario y el bosque secundario no cambia mucho en cada zona de altura, significando que el bosque recupera en una manera similar independientemente de la altura.

En bosque primario, hay una relación fuerte entre la densidad de epífitas y la altura, pero esta relación no se aparece en el bosque secundario. Generalmente, la densidad de epífitas con relación al diámetro total de cada cuadrante tiene un valor mayor en el bosque secundario que en el bosque primario.

La diversidad y la equidad de los géneros de las epífitas son mayores en el bosque primario que en el bosque primario, significando que el bosque primario es más saludable. También, en los dos tipos de bosque, encontré una relación positiva entre la diversidad y la altura, y la equidad y la altura, que puede ser por una pluviosidad más alta en las alturas más altas. La composición de los géneros cambia entre las zonas de altura, pero algunos géneros dominantes permanecen en el bosque secundario, limitando la biodiversidad y la equidad de estos sitios.

Descubrí algunas diferencias entre el bosque primario y el bosque secundario, y los resultados apoyan el hipótesis original. Encontré una disparidad significativa entre la densidad y la diversidad en el bosque primario y el bosque secundario, y también encontré una composición de géneros muy diferente. Por leyendo este estudio, es obvio que hay un problema de una falta de diversidad de epífitas en el bosque secundario. Espero que, por la alta densidad de epífitas en las áreas que recién fueron deforestadas, el bosque secundario en la Reserva Cerro Candelaria esté recuperando rápidamente y que esté acercándose a ser un bosque saludable. Epífitas son buenos indicadores ambientales del salud del bosque nublado, y los resultados que obtuve muestran que el salud de los sitios del bosque secundario en donde hice los cuadrantes no son tantos saludables como los sitios del bosque primario. Los resultados pudieran ser sesgados por algunas factores, incluyendo el límite de cinco metros, la falta de información sobre la luz en los cuadrantes y las especies de los árboles hospederos, la falta de información de la pluviosidad y la temperatura en esta área, y la falta de tantos cuadrantes, pero ojalá este estudio sea útil para evaluar la salud de las áreas dañadas por la deforestación en el futuro.

REFERENCIAS

Álvarez, Fausto Espinosa. (2011). Diversidad de epífitas vasculares: Un estudio comparativo del impacto humano en bosques y árboles remanentes en pastizales en dos sitios en bosques nublados del Ecuador. *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*. PUCE. Quito. 100 p.

Bartels, Samuel F., y Han Y. H. Chen. (2012). Mechanisms regulating epiphytic plant diversity. En *Critical Reviews in Plant Sciences.* 31, 391-400.

Barthlott, W., Schmit-Neuerburg, V., Nieder, J., & Engwald, S. (2001). Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology*,*152*(2), 145-156.

Beals, M., L Gross, y S. Harrell. (2000). Diversity Indices: Shannon's *H* and *E. The Institute for Environmental Modeling*, University of Tennessee Knoxville.

Dietz, J., Hölscher, D., & Leuschner, C. (2006). Rainfall partitioning in relation to forest structure in differently managed montane forest stands in Central Sulawesi, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, *237*(1), 170-178.

Cardelús, Catherine L., Robert K. Colwell, y James A. Watkins, Jr. (2011). Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. En *Journal of Ecology.* 94, 144-156.

Flores-Palacios, y Jose G. Garcia-Franco. (19 enero 2006). The relationship between tree size and epiphyte species richness: testing four different hypotheses. En *Journal of Biogeography.* 33(2), 323-330.

Guariguata, M. R., & Ostertag, R. (2001). Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest ecology and management*, *148*(1), 185-206.

Hager, A. (2006). Influence of climate and topography on structure, composition and dynamics of a tropical cloud forest in Monteverde, Costa Rica. *Göttingen: Disssertation Georg August Universität Göttingen.*

Higuero, Diego. (2003). Epífitas y árboles hospederos: relación entre especies o restricción de recursos. En *Waste.* En-linea, accesado 4 mayo 2014.

Jost, Lou, Javier Robayo, y Juan Pablo Reyes. (2010). Progress Report 2009-2010. *EcoMInga: Red de Protección de Bosques Amenazados.* www.ecominga.com

Jost, Lou. (2011). Cerro Candelaria Reserve. *EcoMinga: Red de Protección de Bosques Amenazados*. www.ecominga.com

Kricher, John. (1997). *A Neotropical Companion: An Introduction to the Animals, Plants, & Ecosystems of the New World Tropics.* Princeton University Press: Princeton, NJ.

Laube, Stefan y Gerhard Zotz. (2007). A metapopulation approach to the analysis of long-term changes in the epiphyte vegetation on the host tree Annona glabra. En *Journal of Vegetation Science.* 18, 613-624.

Long, S. P., Humphries, S., y Falkowski, P. G. (1994). Photoinhibition of photosynthesis in nature. *Annual review of plant biology*, *45*(1), 633-662.

Robayo, Javier; Jost, Louis; Reyes, Juan Pablo; Recalde, Jesús; Recalde, Luis; Recalde, Fausto; Recalde, Diana, y Israel Valencia. (2011). Plan de manejo tendiente a la declaratoria del bosque protector Cerro Candelaria. *Fundación Ecominga Red de Protección de Bosques Amenazados.*

Sanford, W. W. (1969). The distribution of epiphytic orchids in Nigeria in relation to each other and to geographic location and climate, type of vegetation and tree species. *Biological Journal of the Linnean Society*, *1*(3), 247-285.

Stanton, Daniel E., Jackelyn Huallpa Chávez, Luis Villegas, Francisco Villasante, Juan Armesto, Lars O. Hedin[1] and Henry Horn. (2014). Epiphytes improve host plant water use by microenvironment modification. En *Functional Ecology.* doi: 10.1111/1365-2435.12249.

Théry, M. (2001). Forest light and its influence on habitat selection. En *Tropical Forest Canopies: Ecology and Management* (pp. 251-261). Springer Netherlands.

Werneck, Márcio de Souzo, y Mário Marco de Espírito-Santo. (2002). Species diversity and abundance of vascular epiphytes on Vellozia piresiana in Brazil. En *Biotropica*. 34(1), 51-57.

APÉNDICES

Apéndice 1



A: Unas fotos para dar ejemplo del género *Asplenium (Asplenaceae).*



B: Unas fotos para dar ejemplo del género *Teagueia (Orchidaceae).*



C: Unas fotos para dar ejemplo del género *Anthurium (Araceae).*



D: Unas fotos para dar ejemplo del género *Peperomia (Piperaceae).*

Apéndice 2





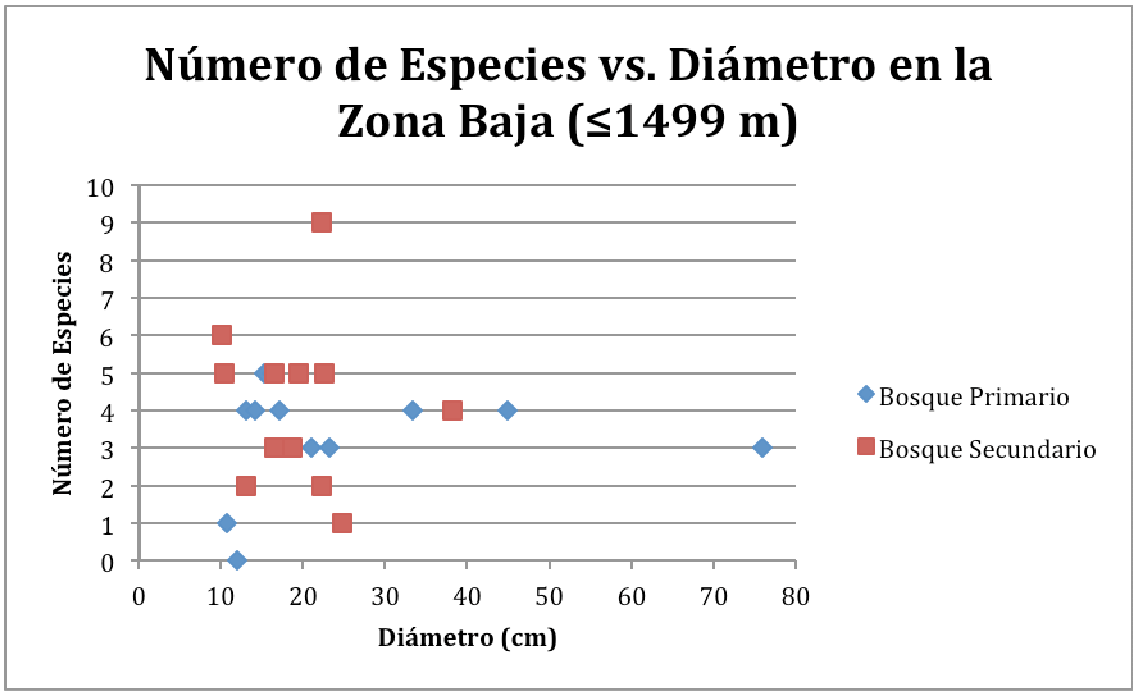


A: Unas fotos para dar ejemplo de un árbol en el bosque secundario.

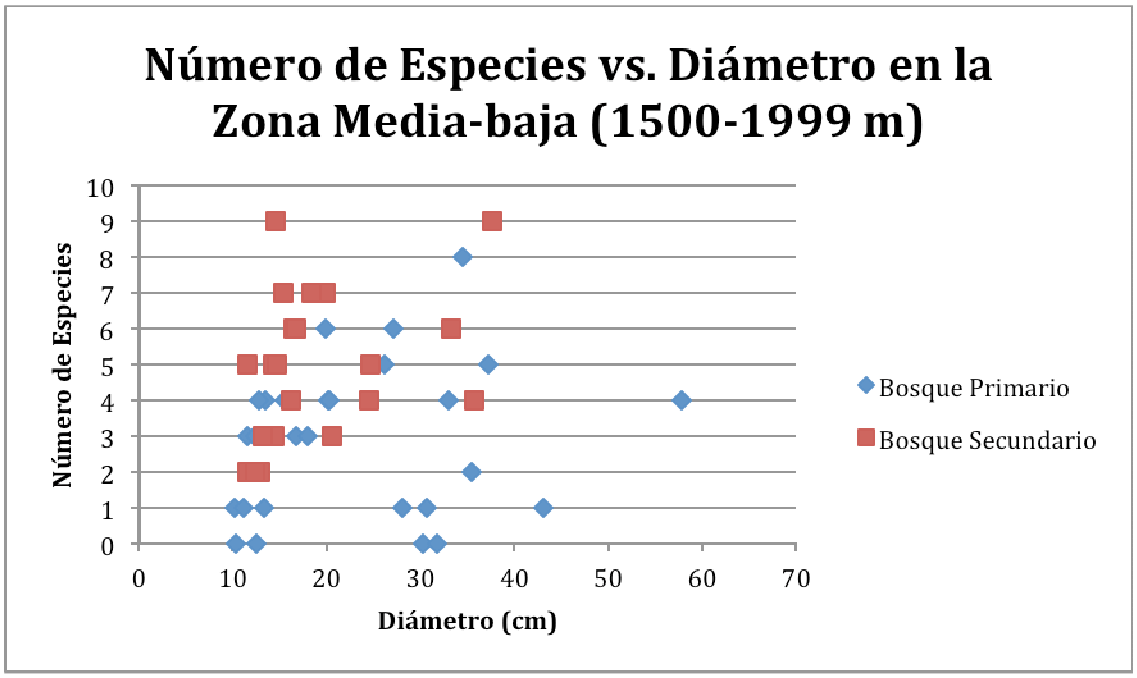


B: Unas fotos para dar ejemplo de un árbol en el bosque primario.

Apéndice 3

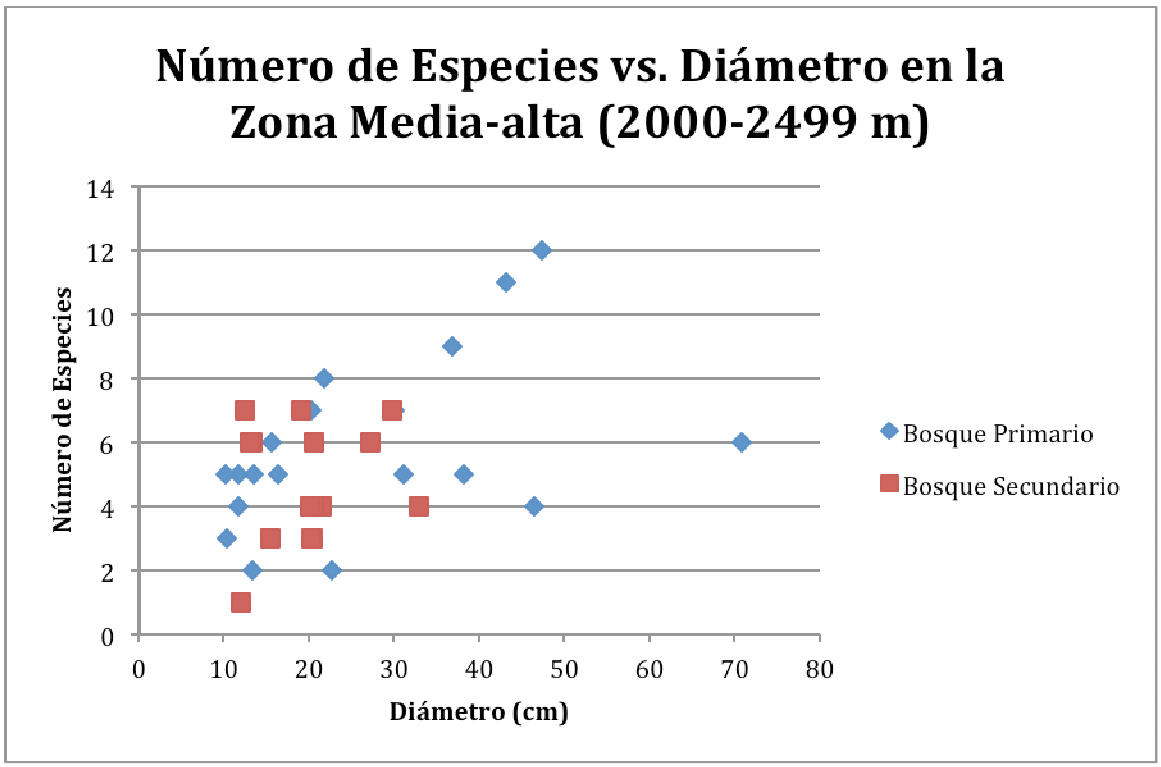


A: La riqueza de especies con relación al diámetro del árbol individuo en la zona baja.

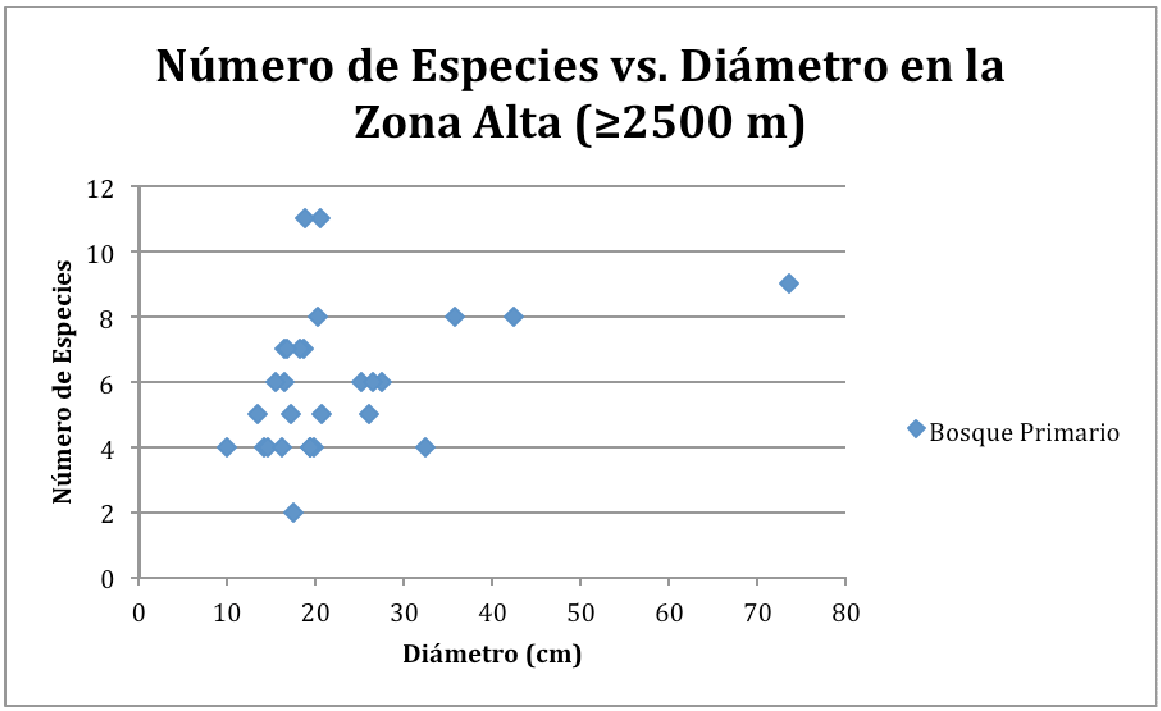


B: La riqueza de especies con relación al diámetro del árbol individuo en la zona media-baja.

Apendice 3

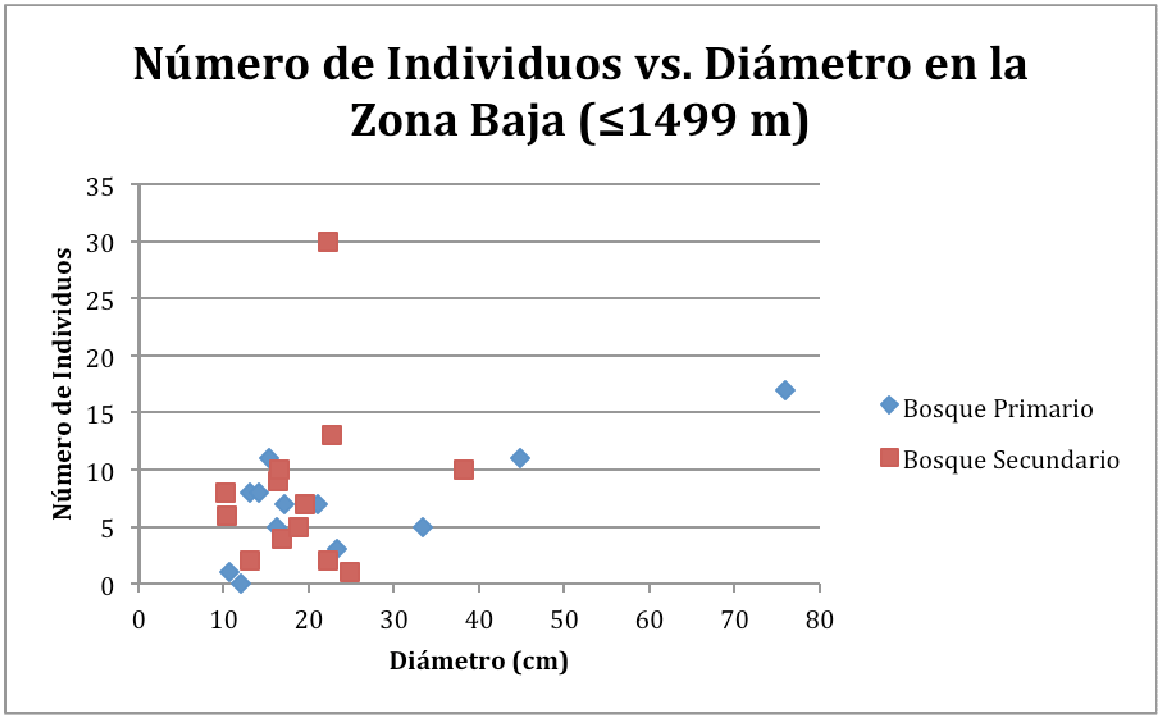


C: La riqueza de especies con relación al diámetro del árbol individuo en la zona media-alta.

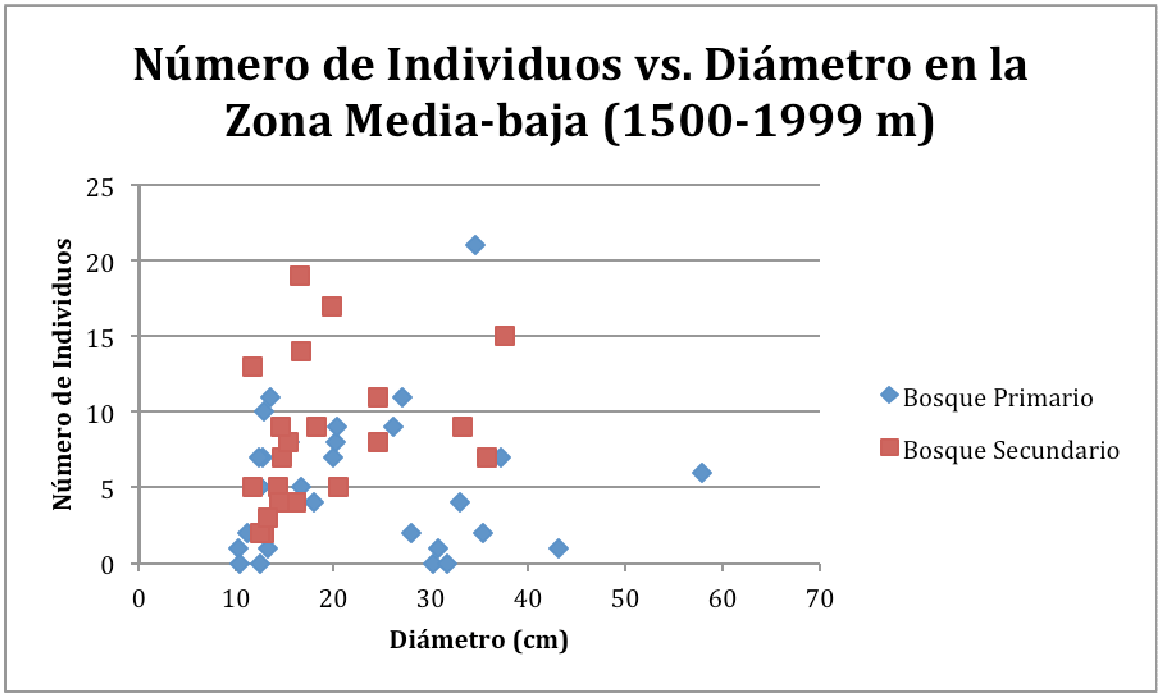


D: La riqueza de especies con relación al diámetro del árbol individuo en la zona alta.

Apéndice 3

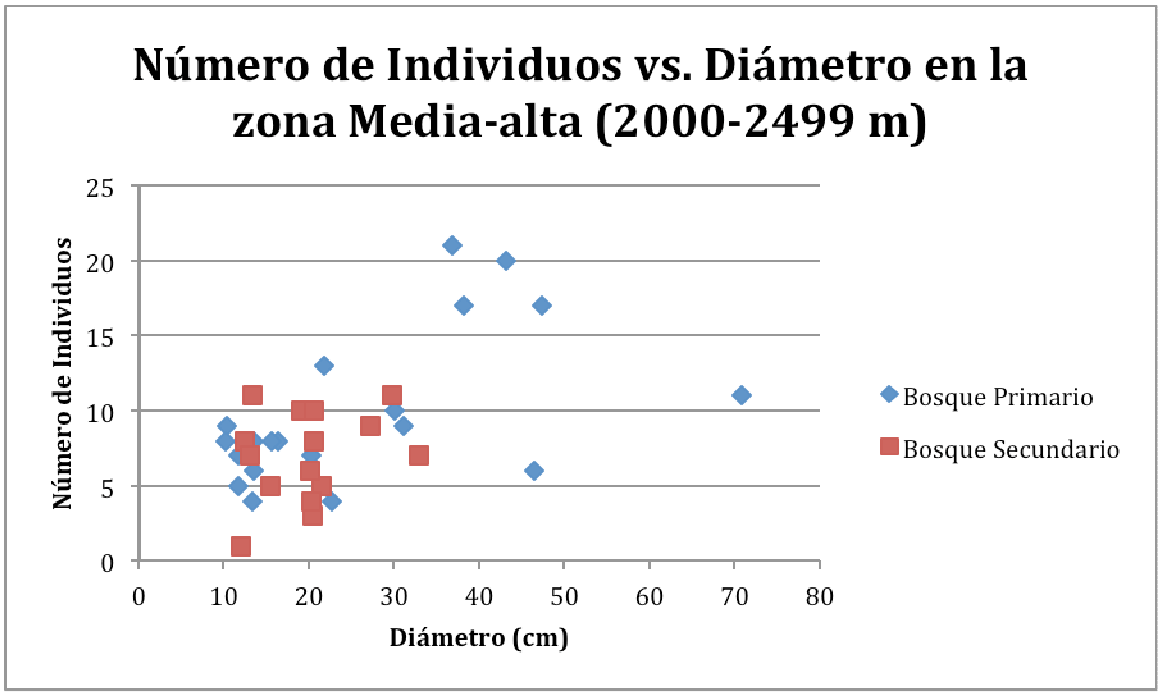


E: La densidad de individuos con relación al diámetro del árbol individuo en la zona baja.

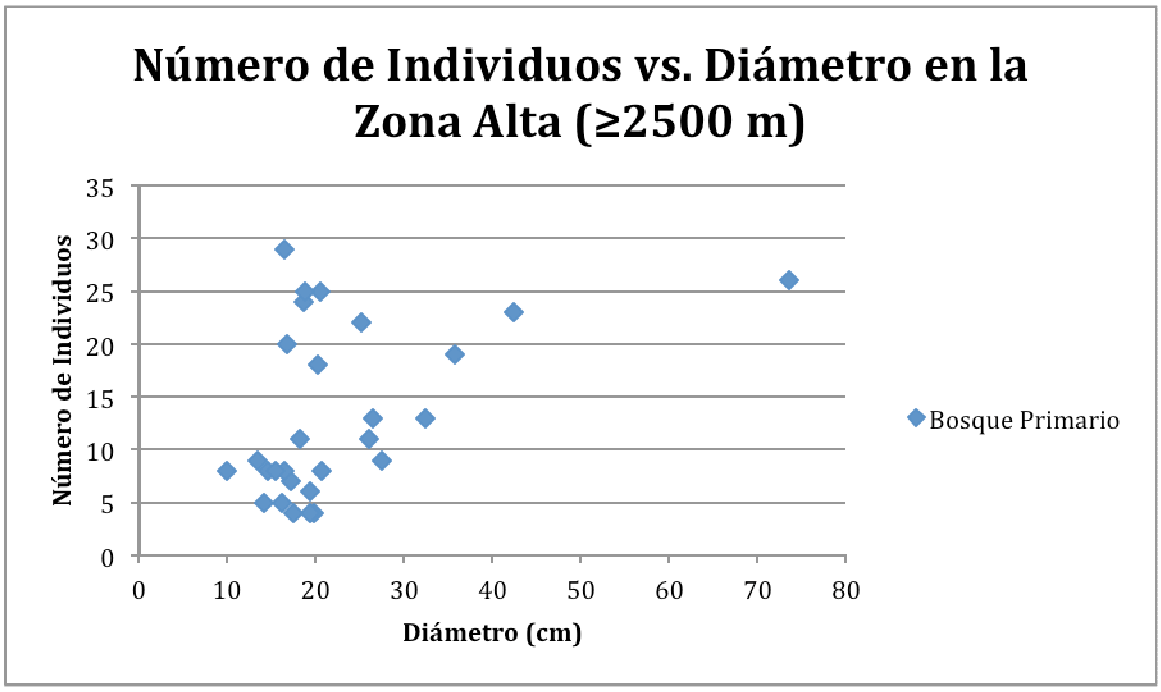


F: La densidad de individuos con relación al diámetro del árbol individuo en la zona media-baja.

Apéndice 3



G: La densidad de individuos con relación al diámetro del árbol individuo en la zona media-alta.



H: La densidad de individuos con relación al diámetro del árbol individuo en la zona alta.

Apéndice 4

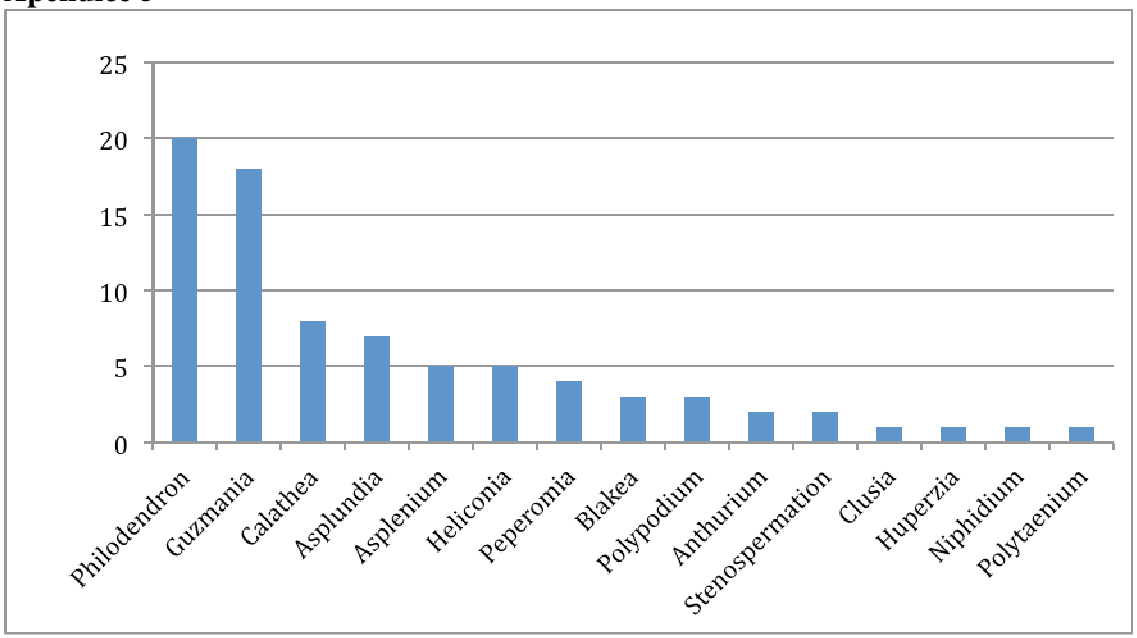
	Altura	Número de Individuos
Bosque Primario	1336	71
	1349	12
	1722	114
	1723	69
	2106	111
	2251	87
	3049	173
	3086	193
Bosque Secundario	1336	71
	1455	36
	1519	125
	1526	57
	2081	105
	2085	43

A: Los datos del número de epífitas versus la altura de cada transecto.

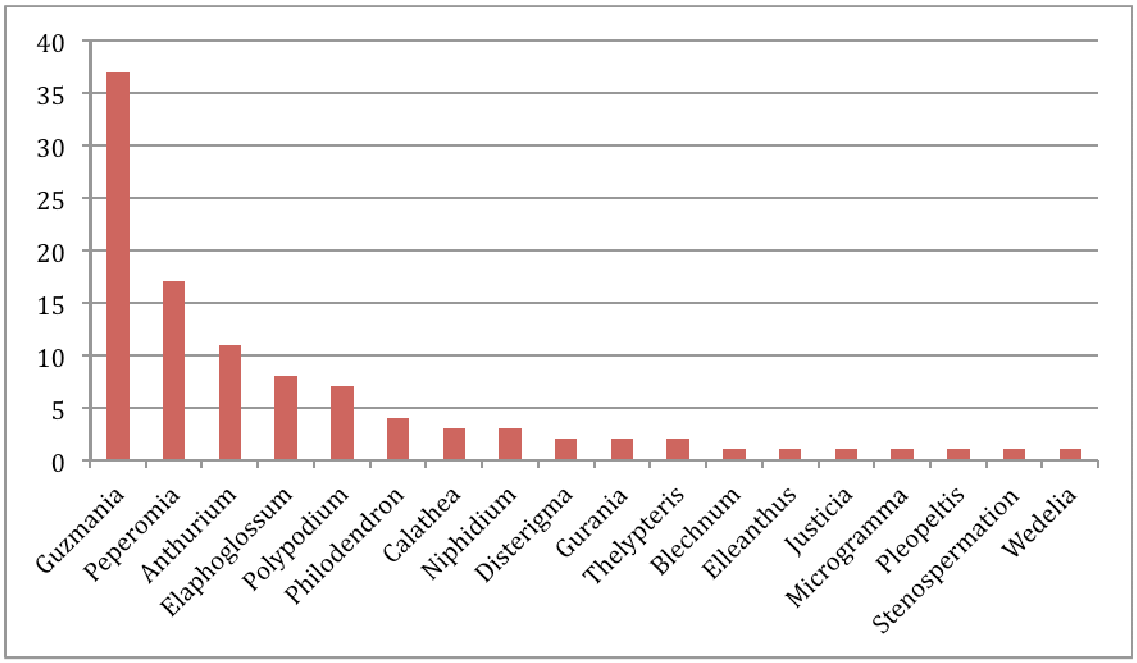
	Altura	Densidad/ Diámetro
Bosque Primario	1336	0.262
	1349	0.272
	1722	0.371
	1723	0.12
	2106	0.426
	2251	0.328
	3049	0.519
	3086	0.645
Bosque Secundario	1336	0.47
	1455	0.359
	1519	0.459
	1526	0.404
	2081	0.352
	2085	0.305

B: Los datos de densidad/diámetro versus la altura de cada transecto.

Apéndice 5

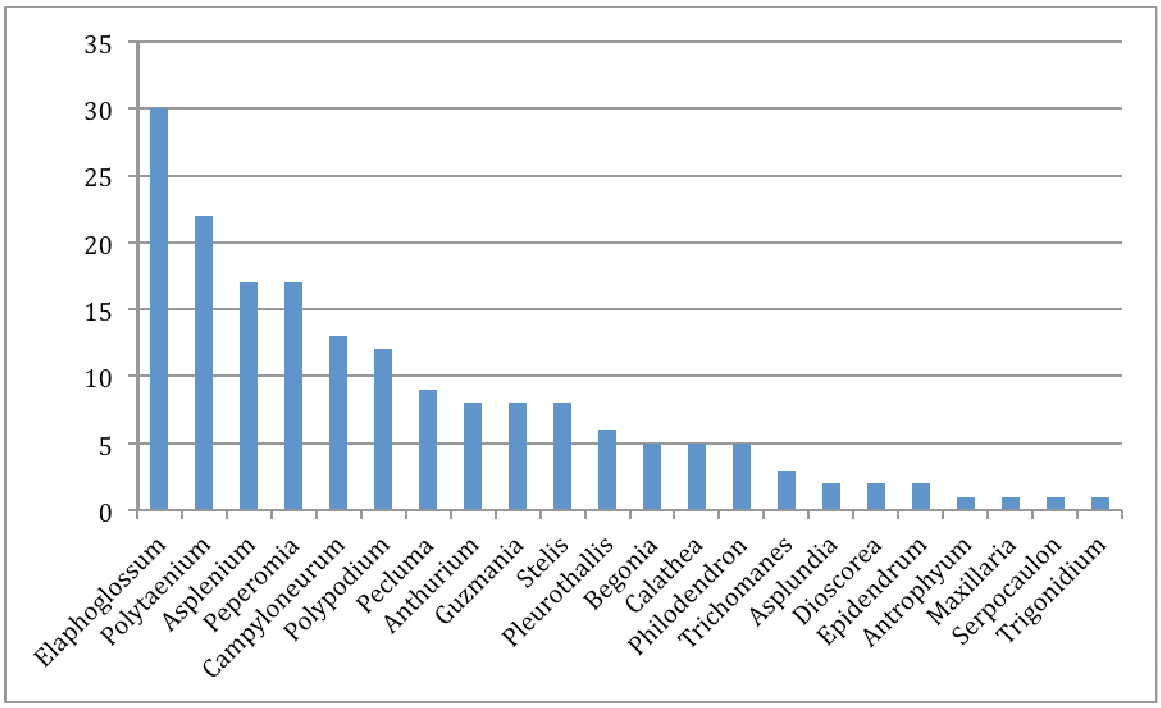


A: El número de individuos en los géneros en el bosque primario de la zona baja.

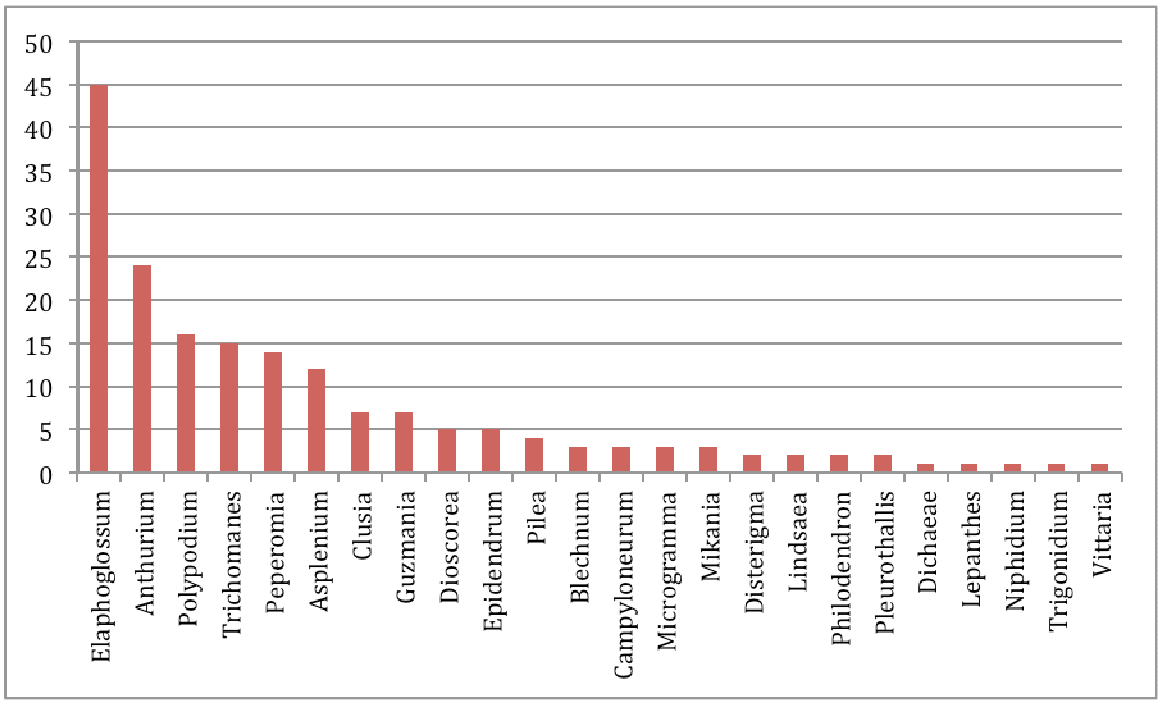


B: El número de individuos en los géneros en el bosque secundario de la zona baja.

Apéndice 5

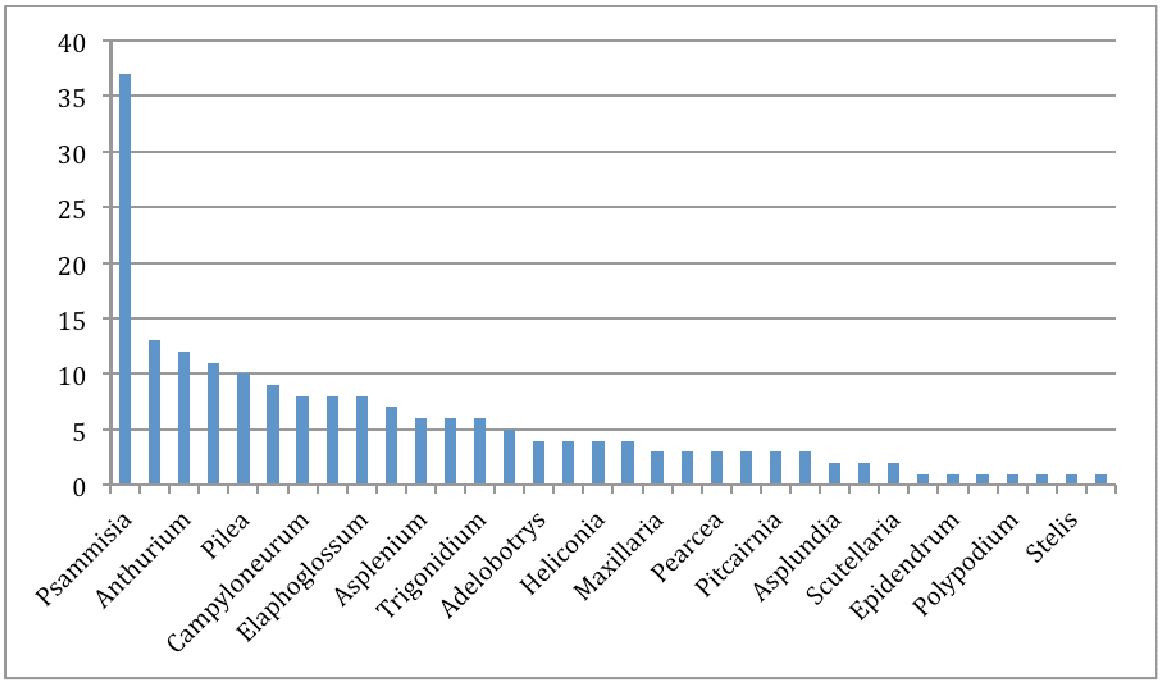


C: El número de individuos en los géneros en el bosque primario de la zona media-baja.

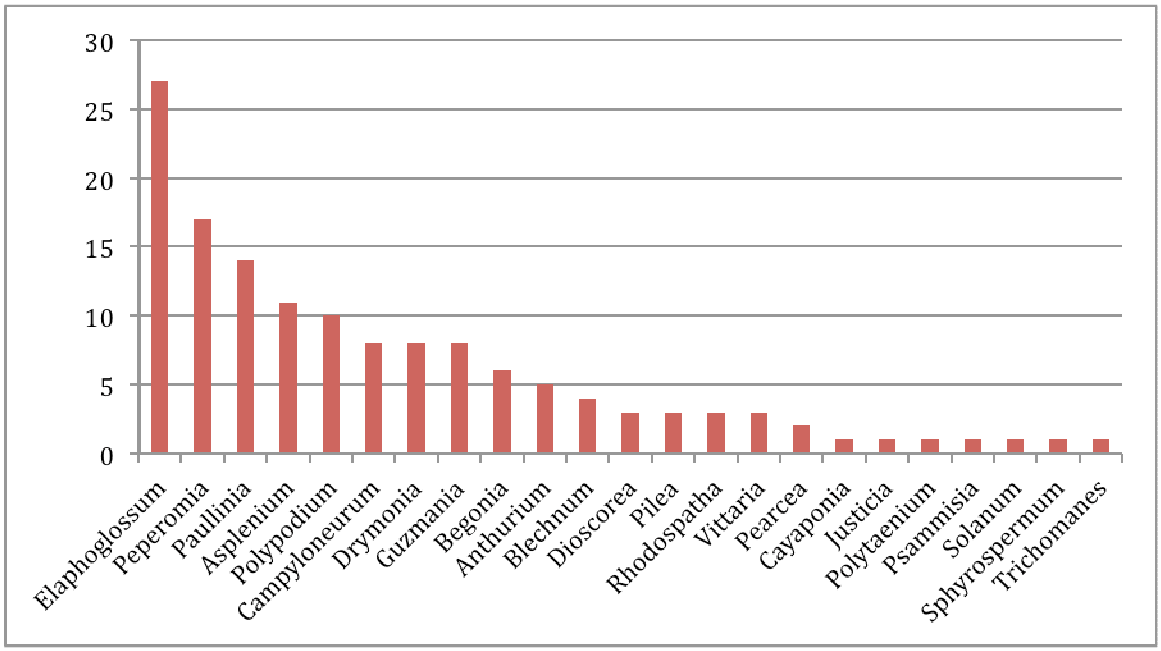


D: El número de individuos en los géneros en el bosque secundario de la zona media-baja.

Apéndice 5

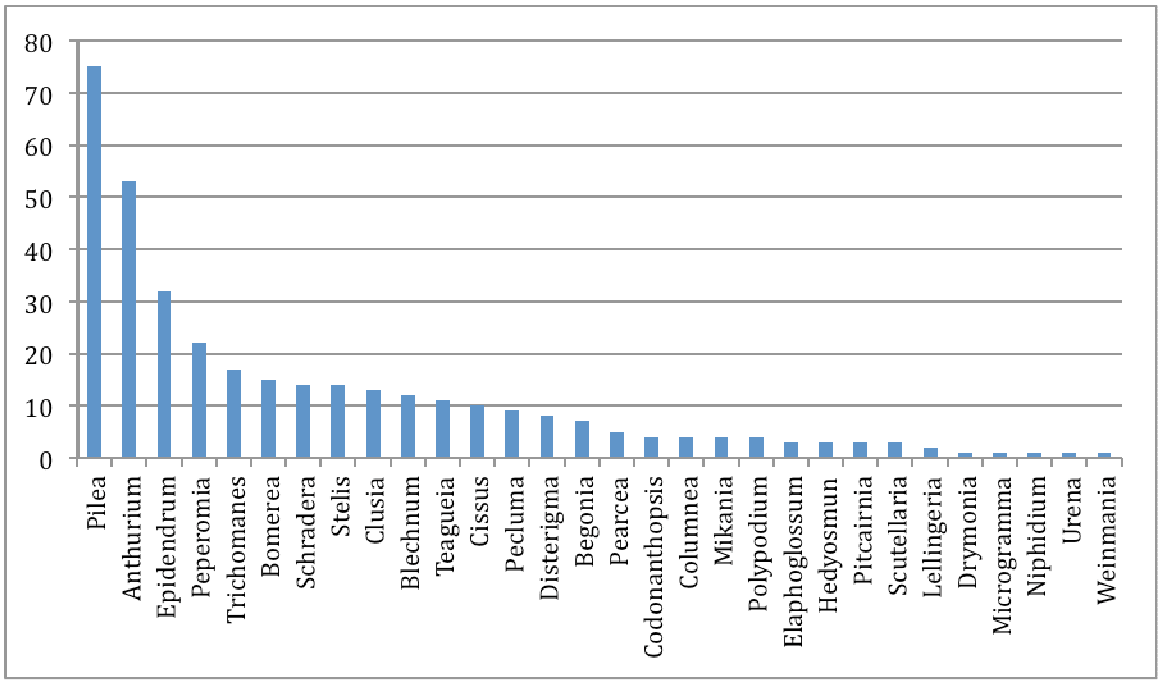


E: El número de individuos en los géneros en el bosque primario de la zona media-alta.



F: El número de individuos en los géneros en el bosque secundario de la zona media-alta.

Apéndice 5



G: El número de individuos en los géneros en el bosque primario de la zona alta.