



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i6.2401>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador

Structure and Diversity of Tree Species of the High Montane Evergreen Forest of the Sangay National Park-Ecuador

Estrutura e diversidade de espécies arbóreas da floresta perenifólia de montanha superior do Parque Nacional de Sangay-Ecuador

Daniel Vistín-Guamantaqui ^I
daniel.vistin@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8313-9176>

Daniel David Espinoza-Castillo ^{II}
d_espinoza@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2851-7848>

Correspondencia: daniel.vistin@esPOCH.edu.ec

*Recibido: 30 de agosto de 2021 *Aceptado: 17 de septiembre de 2021 * Publicado: 15 de octubre de 2021

- I. Doctor En Ciencias Forestales, Ingeniero Forestal, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Ecuador.
- II. Magister En Economía y Administración Agrícola, Ingeniero Agrónomo, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Ecuador.

Resumen

Se realizó una caracterización florística del Bosque siempreverde montano alto de la comunidad de Guangras en el Parque Nacional Sangay Ecuador (PNS), se identificó su estructura y composición y su correlación con variables químicas del suelo y ambientales indicadoras de su distribución, se instaló 4 conglomerados cada uno con tres parcelas de 60 x 60 inventariándose un área de 4,32 ha en un gradiente altitudinal que va desde los 1 800 a 3000 y 3 000 a 3 400 m se midieron todos los árboles de DAP \geq 10 cm. Para el análisis de la relación entre elevación y diversidad se estableció una curva rango abundancia y un análisis de similitud florística entre los conglomerados así como el IVIE, para lo cual se utilizó el software Eco Sim para validar el esfuerzo de muestreo además de un ANOVA de un factor de la riqueza de especies y la abundancia entre conglomerados y para la ordenación de la vegetación se utilizó las facilidades del software Pcord 4. Mediante un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC). De esta manera se registró un total de 18 especies arbóreas distribuidas en 15 géneros y 15 familias, Las familias mejor representadas tomando como relación la riqueza de especies y que determina la diversidad existente en la zona de estudio son: Myrtaceae, Asteraceae, Cunoniaceae cada una con 2 especies respectivamente, la especie con el mayor IVIE resultó ser *Miconia latifolia*, se determinó 18 clases diamétricas donde el volumen total obtenido de los 695 individuos censados fue de 309,47 m³ Las especies que mayor volumen obtuvieron fueron: *Aegiphila ferruginea* y *Weinmannia mariquitae* con 95,1 m³ y las especies que menor volumen tuvieron fueron: *Myrcianthes rhopaloides*, *Roupala aublet*, *Vallea stipularis*, *Hediosmum recemosum*, y *Myrcianthes limbata* con 20,6 m³ lo que representa el 6,65 % del total. Presentan tres estratos bien definidos donde el estrato superior está representado por *Myrsine andina* el estrato intermedio por *Oreopanax ecuadorensis* y el soto bosque por *Otholobium mexicanum*, *Salvia corrugata*, *Brachyotum ledifolium*, *Fuchsia loxensis* y *Monnina cestrifolia*. En cuanto a la distribución espacial Las especies *Saurauia tomentosa*, *Myrcianthes limbata* y *Q Grosvenoria rimbachii* son abundantes en ecosistemas donde hay mayor cantidad de Magnesio (Mg) y Materia orgánica (MO) y en menor cantidad donde hay Nitrógeno (N), las especies *Miconia latifolia* y *Myrcianthes rhopaloides* se relacionan con el pH, la especie *Hesperomeles ferruginea* en lugares donde abunda el Nitrógeno, así la especie *Myrcianthes rhopaloides* abunda en lugares donde el Calcio es predominante.

Palabras Clave: Bosque montano alto; variables ambientales; conglomerados; gradiente altitudinal; diversidad.

Abstract

A floristic characterization of the high montane evergreen forest of the Guangras community in the Sangay Ecuador National Park (PNS) was carried out, its structure and composition and its correlation with chemical variables of the soil and environmental indicators of its distribution were identified, 4 clusters were installed Each one with three plots of 60 x 60, an area of 4.32 ha being inventoried in an altitude gradient that goes from 1 800 to 3000 and 3 000 to 3 400 m, all trees with DBH \geq 10 cm were measured. For the analysis of the relationship between elevation and diversity, an abundance range curve was established and an analysis of floristic similarity between the clusters as well as the IVIE, for which the Eco Sim software was used to validate the sampling effort in addition to an ANOVA of a factor of species richness and abundance between conglomerates and for vegetation management, the facilities of the Pcord 4 software were used. Using a Canonical Correspondence Analysis (ACC). In this way, a total of 18 tree species distributed in 15 genera and 15 families were registered. The best represented families taking as a relation the richness of species and that determines the existing diversity in the study area are: Myrtaceae, Asteraceae, Cunoniaceae each one With 2 species respectively, the species with the highest IVIE turned out to be *Miconia latifolia*, 18 diametric classes were determined where the total volume obtained from the 695 individuals registered was 309.47 m³ The species with the highest volume were: *Aegiphila ferruginea* and *Weinmannia mariquitae* with 95.1 m³ and the species with the lowest volume were: *Myrcianthes rhopaloides*, *Roupala aublet*, *Vallea stipularis*, *Hediosmun recemosum*, and *Myrcianthes limbata* with 20.6 m³, which represents 6.65% of the total. They present three well-defined strata where the upper stratum is represented by *Myrsine andina*, the intermediate stratum by *Oreopanax ecuadorensis* and the understory by *Otholobium mexicanum*, *Salvia corrugata*, *Brachyotum ledifolium*, *Fuchsia loxensis* and *Monnina cestrifolia*. Regarding spatial distribution, the species *Saurauia tomentosa*, *Myrcianthes limbata* and *Q Grosvenoria rimbachii* are abundant in ecosystems where there is a greater amount of Magnetium (Mg) and Organic matter (MO) and to a lesser extent where there is Nitrogen (N), the *Miconia* species *latifolia* and *Myrcianthes rhopaloides* are related to pH, the *Hesperomeles*

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional
Sangay-Ecuador

ferruginea species in places where Nitrogen is abundant, and the *Myrcianthes rhopaloides* species is abundant in places where Calcium is predominant.

Keywords: High montane forest; environmental variables; conglomerates; altitude gradient; diversity.

Resumo

Foi realizada uma caracterização florística da floresta perenifólia alto-montana da comunidade Guangras no Parque Nacional Sangay Equador (PNS), sua estrutura e composição e sua correlação com variáveis químicas do solo e indicadores ambientais de sua distribuição foram identificados, 4 aglomerados foram instaladas cada uma com três parcelas de 60 x 60, sendo uma área de 4,32 ha sendo inventariada em um gradiente de altitude que vai de 1.800 a 3.000 e 3.000 a 3.400 m, foram medidas todas as árvores com DAP ≥ 10 cm. Para a análise da relação entre elevação e diversidade, foi estabelecida uma curva de amplitude de abundância e uma análise de similaridade florística entre os conglomerados e também o IVIE, para o qual foi utilizado o software Eco Sim para validar o esforço amostral além de uma ANOVA de um fator de riqueza e abundância de espécies entre conglomerados e para o manejo da vegetação, foram utilizadas as facilidades do software Pcord 4. Utilizando uma Análise de Correspondência Canônica (ACC). Dessa forma, foram registradas um total de 18 espécies arbóreas distribuídas em 15 gêneros e 15 famílias. As famílias mais bem representadas tomando como relação a riqueza de espécies e que determinam a diversidade existente na área de estudo são: Myrtaceae, Asteraceae, Cunoniaceae cada. um Com 2 espécies respectivamente, a espécie com maior IVIE acabou sendo *Miconia latifolia*, 18 classes diamétricas foram determinadas onde o volume total obtido dos 695 indivíduos registrados foi de 309,47 m³. As espécies com maior volume foram: *Aegiphila ferruginea* e *Weinmannia mariquitae* com 95,1 m³ e as espécies com menor volume foram: *Myrcianthes rhopaloides*, *Roupala aublet*, *Vallea stipularis*, *Hediosmun recemosum* e *Myrcianthes limbata* com 20,6 m³, o que representa 6,65% do total. Apresentam três estratos bem definidos, onde o estrato superior é representado por *Myrsine andina*, o estrato intermediário por *Oreopanax ecuadorensis* e o sub-bosque por *Otholobium mexicanum*, *Salvia corrugata*, *Brachyotum ledifolium*, *Fuchsia loxensis* e *Monnina cestrifolia*. Em relação à distribuição espacial, as espécies *Saurauia tomentosa*, *Myrcianthes limbata* e *Q Grosvenoria rimbachii* são abundantes em ecossistemas onde há maior quantidade de Magneto (Mg) e Matéria

Orgânica (MO) e em menor proporção onde há Nitrogênio (N), o As espécies *Miconia latifolia* e *Myrcianthes rhopaloides* estão relacionadas ao pH, as espécies *Hesperomeles ferruginea* em locais onde o nitrogênio é abundante, e as espécies *Myrcianthes rhopaloides* são abundantes em locais onde o cálcio é predominante.

Palavras-chave: High montane forest; variáveis ambientais; conglomerados; gradiente de altitude; diversidade.

Introducción

Los Bosques siempreverdes montanos estan presentes en varios países de América del Sur como Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia y Venezuela, engloban una gran diversidad biológica especialmente florística (Balvanera, 2012; Köhl *et al.*, 2015). En las regiones altoandinas en las estribaciones orientales estos bosques se caracterizan por una gran presencia de humedad la cual crea un entorno perfecto para que se den interrelaciones entre forofitos y bromelias, musgos, orquideas y líquenes incluso con el suelo y rocas (Vistin & Barrero, 2017), mientras que los bosques que estan en la cordillera occidental son menos húmedos debido a que son afectados por las corrientes frias y secas que van en direccion Este Oeste mismos que se estrechan a medida que avanza hasta llegar al departamento de Tumbes en Perú cerca de la frontera con Ecuador.

Al igual que en todos los países que atraviesa los Andes los bosques montanos se originan ya que tienen como biotopo la cordillera que atraviesan el país de Norte a Sur cuya su longitud varía entre 100 y 150 km de Este a Oeste, siendo la parte central la mas estrecha y a medida que se acerca a la frontera peruana el relieve montañoso andino se va prolongando debido a la presencia de cordilleras subandinas amazonicas hasta constituir una cordillera menos marcada pero con un ancho que va de 180 a 200 km (Winckell *et al.*, 1997).

(León *et al.*, 2011) destaca que al comparar la diversidad entre los bosques en las estribaciones de la Cordillera de los Andes, la parte oriental es más diversa lo que indica que la riqueza de especies es mayor que la occidental no obstante la occidental tiene un índice de endemismo mayor en comparación con la oriental. Así, muchas especies pueden ser endémicas en relativamente pequeñas áreas (Lozano, 2002). Tomando en consideración a lo que menciona Garavito *et al.*, (2012), el Ecuador tiene la tasa más elevada de pérdida de bosques montanos por deforestación (1,89 %) a nivel regional lo que se convierte en una necesidad urgente de estudios científicos que contribuyan a un mejor entendimiento

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador

de las interacciones y función para poder tomar decisiones que contribuyan positivamente a la resiliencia de este ecosistema.

Existen grandes vacíos en el conocimiento de los bosques montanos andinos tropicales, incluso en los listados de sus especies, además, las interacciones entre especies y su contribución al funcionamiento de los ecosistemas han sido poco exploradas en la región y los factores que determinan la vulnerabilidad de las diferentes especies (Malizia, Pacheco, Blundo, & Brown, 2012). No obstante, se han llevado a cabo iniciativas de investigación en algunos países que han permitido conocer mejor los bosques andinos en términos de su composición florística (Aguirre Mendoza, 2017). Sin embargo, se desconoce en gran medida los impactos de la intervención humana en la función y las respuestas a los efectos del cambio climático de estos bosques (MAE, 2015).

La superficie cubierta por el Bosque montano alto en el país ha sido estimada en 2 983 673 ha (MAE, 2013a), su rango altitudinal se extiende desde los 3.000 hasta los 3.400 msnm, es la vegetación de transición entre el bosque de neblina y el páramo (MAE- FAO, 2015). Como una contribución a comprender mejor la composición de estos bosques este estudio se efectúa en el Parque Nacional Sangay (PNS) el cual oscila en un rango altitudinal que va de 1 000 a los 4 000 msnm obteniendo un amplio margen para la variabilidad biológica, alberga 2 433 especies vegetales registradas de las cuales 1 663 son nuevas para la ciencia, además abarca cerca de la mitad de las formaciones vegetales existentes en el Ecuador (MAE, 2013b) motivo por el cual el 7 de diciembre de 1983 la UNESCO lo declaró como Patrimonio Natural de la Humanidad, ya que es considerado un depósito de biodiversidad que a su vez brinda un sinnúmero de servicios ecosistémicos como el regulamiento hídrico, regulación climática regional, captura y almacenamiento de carbono, productos forestales no maderables, etc de los cuales se beneficia todas las comunidades dentro del parque y su zona de amortiguamiento, y de manera general todos los seres vivos ya es un territorio de producción de oxígeno.

Materiales Y Métodos

Área de estudio

El estudio realizó en el bosque de la comunidad de Guangras en la en la microcuenca del río Santiago, Parque Nacional Sangay, Ecuador, la cual limita al norte con la microcuenca de Ozogoche, al sur con la provincia de Azuay, al este con la provincia de Morona Santiago, y al oeste con la provincia de

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional
Sangay-Ecuador

Cañar. Las coordenadas geográficas proyectadas UTM Zona 17S, DATUM WGS 84 son de Latitud sur, 765 693 de Longitud este 9 726 656 (Figura 1).

La altitud oscila entre los 3000 y 3400 msnm presenta una temperatura promedio de 14 °C (INAMHI, 2019). La precipitación media anual en de 1240 mm con presencia de un periodo lluvioso que se extiende de enero a mayo con una gran presencia de neblina y una seca de mayo a enero.

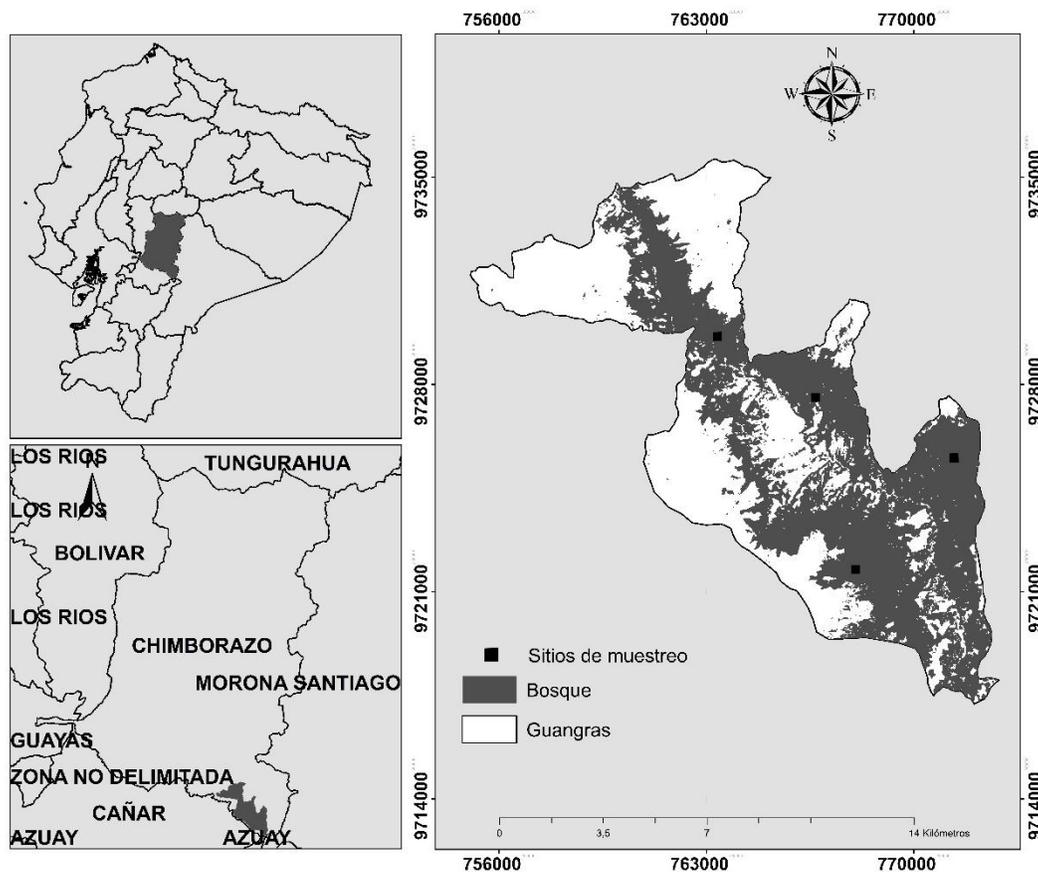


Figura 1. Área de estudio

Protocolo de muestreo

El muestreo se efectuó entre el 15 y 22 de agosto del 2015 (época seca), utilizando la metodología para levantamientos florísticos a través de parcelas anidadas en forma de L (Aguirre *et al.*, 2010). Se instalaron seis parcelas de 60 x 60 m² en cuatro conglomerados a una distancia entre parcelas de 250

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional
Sangay-Ecuador

m con orientación Este-Oeste instalando las parcelas en sitios con un buen estado de conservación y georreferenciando en el centro de cada parcela.

Dentro de cada parcela se examinó la vegetación arbórea cuyos tallos presentaban un diámetro a la altura de pecho (DAP) \geq a 10 cm y la altura total. Para evaluar la riqueza de especies se registraron todas las especies dentro de las doce parcelas y el número de individuos de cada taxon. Se recolectaron muestras botánicas de las especies encontradas en las parcelas, que fueron herborizadas y depositadas en el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, mientras que para la determinación taxonómica se empleó guías nativos para que proporcionen su nombre común y posteriormente se utilizó recursos virtuales (The Plant List, 2019; Tropicos, 2019). Consecutivamente se elaboró el perfil de la vegetación para representar la estructura vertical del estrato arbóreo del bosque.

La cobertura de copas es importante como indicador ecológico multipropósito, debido a su importancia para establecer la calidad de hábitat y microclima del suelo, para medir este parámetro se realizó de manera sistemática dividiendo la parcela de 60 x 60 en tres fajas de 20 m en cada faja sobre el carril central se tomaron las mediciones a los 10, 30, y 50 metros utilizando un densiómetro. La estructura horizontal del bosque se obtuvo seleccionando todas las especies presentes en las parcelas, así se determinaron los parámetros estructurales a través del cálculo de: abundancia, frecuencia y dominancia relativa (Moreno, 2001) así como el índice valor de importancia ecológica de las especies (IVIE) por último se empleó el software Eco Sim para evaluar la calidad del muestreo. Se realizó un análisis de clúster para la diversidad β , así como una comparación con un ANOVA de un factor de la riqueza de especie (S) y la abundancia entre conglomerados en el área, Para la ordenación de la vegetación se utilizó las facilidades del software Pcord 4. el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) ya que esta es la más apropiada cuando las especies muestran relaciones de tipo unimodal a gradientes altitudinales y ambientales El Análisis de Correspondencia Canónica es una técnica de ordenación directa y representa además un caso especial de regresión múltiple donde la composición de especies es directamente relacionada con las variables ambientales, es además una técnica eficiente cuando no se cumple el supuesto de respuesta unimodal de las especies a gradientes ambientales (Palmer, 1993).

La prueba de permutaciones Monte Carlo permite determinar si los valores de las raíces características de los primeros ejes de la ordenación y los valores de correlación entre las especies y

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador

las variables ambientales obtenidos con el CCA eran estadísticamente significativos ($P < 0,05$). Para realizar los análisis se utilizó el programa de cálculo CANOCO (Leps & Smilauer, 2003)

Resultados

Validación del muestreo

De acuerdo con los datos tabulados mediante el software Eco Sim teniendo en cuenta la abundancia, riqueza, límite inferior y límite superior con un porcentaje de confiabilidad del 95 %, la tendencia de la curva de rarefacción alcanza la asíntota con un valor de 200 individuos, por lo que puede considerarse que el muestreo fue suficiente para representar la composición florística y la diversidad biológica de la comunidad.

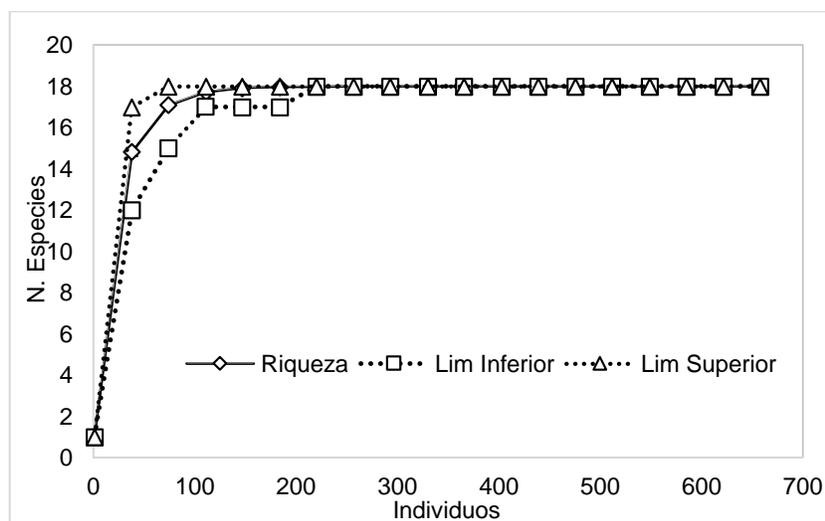


Figura 2. Curva de rarefacción validación del muestreo bosque de “Guangras”, PNS

En un área muestreada de 4,32 ha se registraron 695 individuos con $DAP \geq 10$ cm donde se registraron 18 especies arbóreas, distribuidas en 15 géneros y 15 familias, Las familias mejor representadas tomando como relación la riqueza de especies y que determina la diversidad existente en la zona de estudio son: Myrtaceae, Asteraceae, Cunoniaceae cada una con 2 especies respectivamente, en contraste las familias menos representadas fueron: Actinidiaceae, Araliaceae, Buxaceae, Chloranthaceae, Clusiaceae, Elaeocarpaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Primulaceae, Proteaceae y Rosaceae con 1 especie cada una. Las familias representadas en este

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador

estudio coinciden con los resultados reportados en el Plan de Manejo Estratégico del Parque Nacional Sangay en estudios efectuados para vegetación.

Tabla 1. Lista de especies registradas en el Bosque montano alto de la comunidad de Guangras del (PNS)

Familia	Nombre científico	Nombre común
Lamiaceae	<i>Aegiphila ferruginea</i> Hayek & Spruce	Masamorro
Clusiaceae	<i>Clusia flaviflora</i> Kunth	Ducu
Asteraceae	<i>Grosvenoria rimbachii</i> R.M. King & H. Rob	Pusu
Asteraceae	<i>Gynoxys halii Chimborazensis</i> Hieron	Piquil
Chlorantaceae	<i>Hedyosmun racemosum</i> Ruiz & Pavón G. Don	Olloco
Rosaceae	<i>Hesperomeles ferruginea</i> Pers. Benth	Pujin
Melastomataceae	<i>Miconia latifolia</i> D. Don Naudin	Colca
Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> Kunth in H.B. K	Arrayán
Myrtaceae	<i>Myrcianthes limbata</i> H.B.K McVaugh	Arrayán
Primulaceae	<i>Myrsine andina</i> Mez Pipoly	Tiumbil
Lauraceae	<i>Nectandra discolor</i> Kunth	Quizarra
Araliaceae	<i>Oreopanax ecuadorensis</i> Sem	Pumamaqui
Proteaceae	<i>Roupala aublet</i> Kunth	Roble
Actinidaceae	<i>Saurauia tomentosa</i> Kunth	Moquillo
Buxaceae	<i>Styloceras laurifolium</i> Willd. Kunth	Platuquero
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L.F.	Sacha capulí
Cunoniaceae	<i>Weinmannia mariquitae</i> Szyszy	Encenillo
Cunoniaceae	<i>Weinmannia auriculata</i> D. Don	Encenillo

Diversidad Alfa

La curva rango abundancia (Figura 3) muestra la existencia de diferencias en la abundancia de las especies en función de la altitud, de los 1 800 a 3 000 msnm las especies más abundante son *Weinmannia auriculata*, *Clusia flaviflora* y *Miconia latifolia* y para los 3 000 a 3 400 msnm *Hesperomeles ferruginea*, *Myrsine andina*, y *Gynoxis halii*, mientras es común que la especie menos abundante en ambos sitios es *Roupala aublet* como consecuencia de la explotación forestal de la cual

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional
Sangay-Ecuador

es víctima dada su alto valor económico por ser una madera de gran durabilidad para vigas de casas y postes de luz eléctrica.

Llama la atención como las especies *Aegiphila ferruginea* declarada como vulnerable, *Grosvenoria rimbachii* como casi amenazada y *Oreopanax ecuadorensis* como de preocupación menor según el libro rojo de especies en el Ecuador se encuentran en el medio de las curvas como indicador de una proporción de la abundancia media de las mismas.

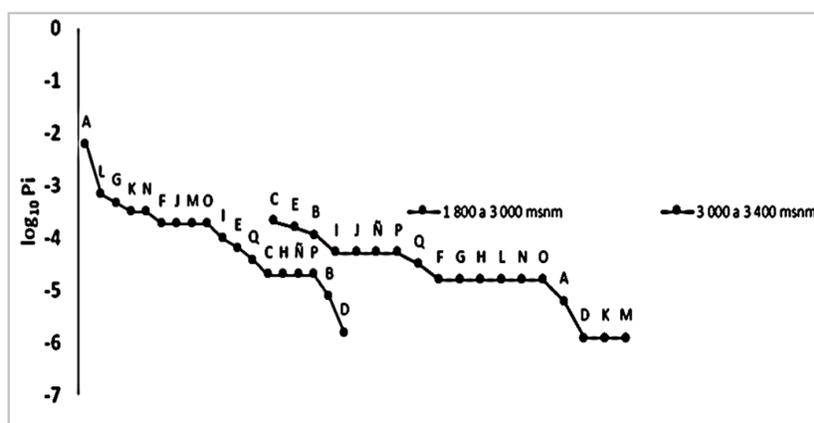


Figura 3. Curva rango-abundancia por altitud.

Leyenda: **A** (*Weinmannia auriculata* D. Don), **B** (*Gynoxis halii* Hieron), **C** (*Hesperomeles ferruginea* (Pers. Benth), **D** (*Roupala montana* Aublet), **E** (*Myrsine andina* Mez), **F** (*Myrcianthes limbata* (Kunth) McVaugh), **G** (*Miconia latifolia* D. Don), **H** (*Nectandra discolor* Kunth), **I** (*Myrcianthes rhopaloides* Kunth in. H.B.K), **J** (*Aegiphila ferruginea* Hayek & Spruce), **K** (*Vallea stipularis* Mutis ex L.f), **L** (*Clusia flaviflora* Engl), **M** (*Hedyosmum racemosum* (Ruiz & Pav.) G. Don), **N** (*Styloceras laurifolium* (Willd.) Kunth), **Ñ** (*Oreopanax ecuadorensis* Seem), **O** (*Saurauia tomentosa* (Kunth) Spreng), **P** (*Weinmannia mariquitae* Szyszyl) y **Q** (*Grosvenoria rimbachii* B.L.Rob).

Se representó además en la figura anterior una estabilidad en el comportamiento de las dos curvas lo cual indica una equitatividad significativa al tener poca pendiente en correspondencia con lo planteado por Feisinger, (2003).

Respecto a las clases diamétricas se determinó 18 clases donde el volumen total obtenido de los 695 individuos censados fue de 309,47 m³ (Figura 4). Las especies que mayor volumen obtuvieron fueron: *Aegiphila ferruginea* y *Weinmannia mariquitae* con 95,1 m³ que representa el 30,72 %, una tercera

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador

parte del volumen total; mientras que *Myrsine andina*, *Clusia flaviflora*, *Miconia latifolia*, *Saurauia tomentosa*, *Nectandra discolor*, *Oreopanax ecuadorense*, *Weinmannia mariquitae*, *Hesperomeles ferruginea*, *Grosvenoria rimbachii*, *Gynoxis halli* y *Styloceras laurifolium* suman un volumen de 193,8 m³, correspondiente a un 62,62 % del total, y las especies que menor volumen tuvieron fueron: *Myrcianthes rhopaloides*, *Roupala aublet*, *Vallea stipularis*, *Hediosmun recemosum*, y *Myrcianthes limbata* con 20,6 m³ lo que representa el 6,65 % del total.

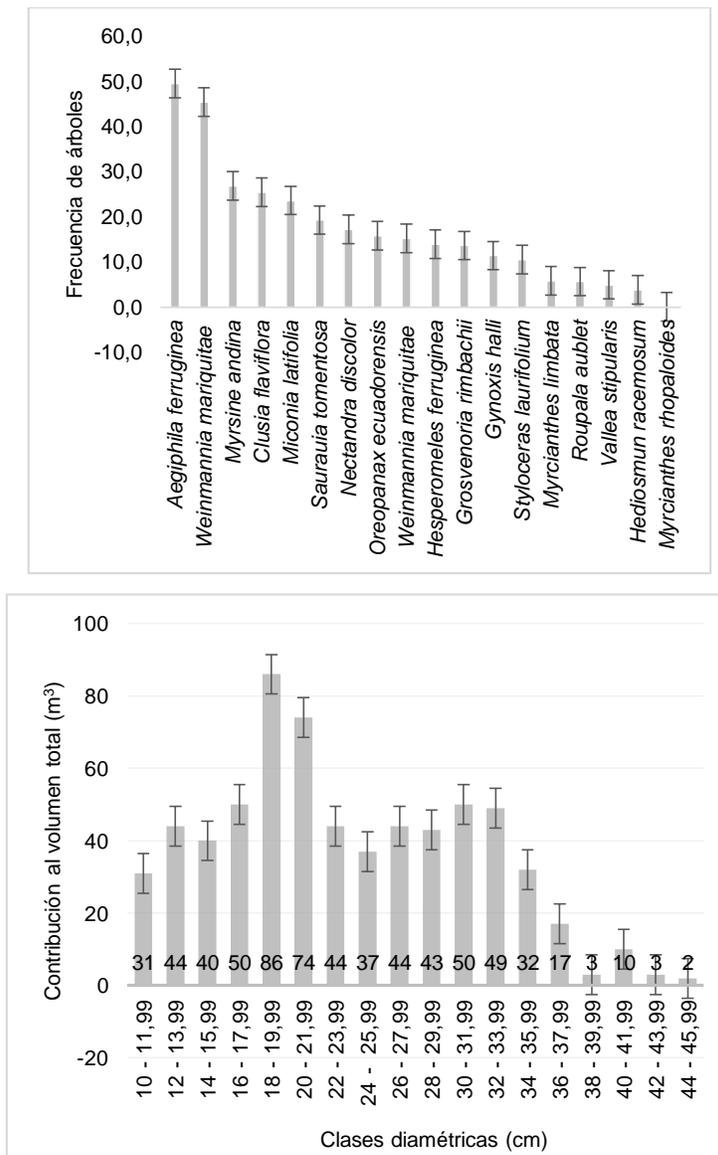


Figura 4. Frecuencia de árboles y aporte al volumen total según las clases diamétricas del componente arbóreo encontradas en el Bosque de la comunidad de Guangras (PNS).

Diversidad Beta

Como resultado del análisis de las parcelas que se presenta (Figura 4), se tomó en consideración cuatro agrupaciones, considerando como grupos las parcelas cuyo porcentaje de similitud fue del 75 %, se comprobó que la altitud no influyó en los agrupamientos, pues existe una mínima diferencia entre parcelas localizadas en los dos gradientes altitudinales.

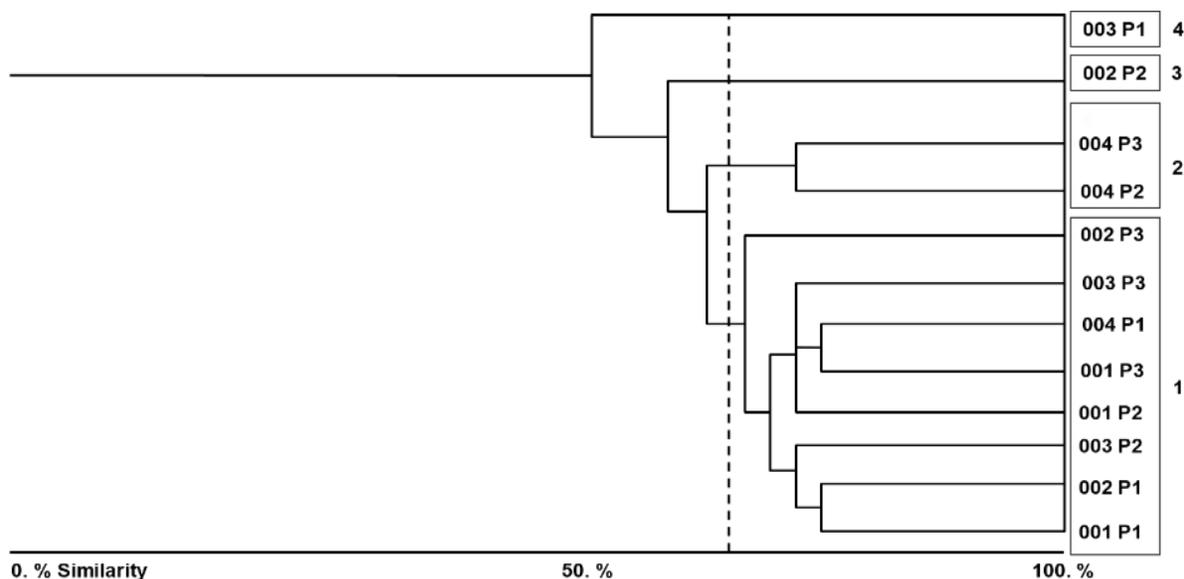


Figura 5. Dendrograma de similitud florística obtenido por el análisis de conglomerados mediante la medida de similitud de Bray – Curtis.

La primera agrupación está conformada por las parcelas (P1, P2, P3) del conglomerado 1, las parcelas (P1, P3) del conglomerado 2, las parcelas (P2, P3) del conglomerado. 3 y la parcela (P1) del conglomerado cuatro. Los mismos se encuentran en su mayoría desde los 3 000 a 3 400 msnm, lo que les proporciona una similitud en la distribución de especies en todas las parcelas, teniendo en común a *Miconia latifolia* debido a que esta especie tiene un rango amplio de adaptabilidad altitudinal.

En un segundo grupo se encuentran las parcelas (P2, P3) del conglomerado 4, las cuales se encuentran en un rango altitudinal desde los 2 400 a los 3 000 msnm, diferenciándolas de las demás parcelas, pero a la vez aumentando la cantidad de individuos y progresivamente la diversidad.

En el grupo tres se encuentra el conglomerado 2 (P2) cuyo gradiente altitudinal va desde los 3 000 a 3 400 msnm, la diferencia en relación a las demás parcelas muestreadas estuvo dada por la presencia en esta de la especie *Vallea stipularis*. El cuarto grupo donde está el conglomerado 3 (P1) el cual se encuentra a una altitud de 2 400 a 3 000 msnm, difiere de las demás al encontrarse en el mismo una especie en particular *Myrcianthes rhopaloides*, nunca registrada en la literatura para esta altitud.

Estructura horizontal

Las especies más importantes de acuerdo al IVIE en toda la zona de estudio se presentan en la (Tabla 3) *Miconia latifolia* y *Weinmannia mariquitae* fueron las más dominantes, mientras que *Aegiphila ferruginea* fue la más abundante, siendo estas tres especies típicas de esta formación vegetal, cabe resaltar que algunas de estas especies también se las puede encontrar en bosques montanos bajos ya que algunos taxones tienen un amplio rango altitudinal de crecimiento pero con menor frecuencia dentro de la composición del bosque lo cual se ratifica en estudios de vegetación bajo un gradiente altitudinal casi similar efectuado por Maldonado, Herrera, Gaona, & Aguirre, (2018) en un bosque siempreverde montano bajo en Palanda Ecuador.

Abundancia, Dominancia, Frecuencia

Del total de especies encontradas en el bosque las más abundantes fueron *Miconia latifolia*, *Myrsine andina* y *Aegiphila ferruginea*, mientras que la menos abundante fue *Roupala aublet*. mientras que para la dominancia las más destacadas fueron *Miconia latifolia*, *Aegiphila ferruginea* y *Weinmannia mariquitae* de la misma manera *Myrcianthes rhopaloides* resultó la de menor dominancia. Para el análisis de la frecuencia *Miconia latifolia*, *Myrsine andina* y *Aegiphila ferruginea*, fueron las más frecuentes mientras que la menos frecuente fueron *Roupala aublet*. Los histogramas de frecuencia también permiten la evaluación de la estructura horizontal en los ecosistemas boscosos, los cuales se generan a partir de la agrupación de las especies en categorías o clases de frecuencia absoluta. A través de un ANOVA para la comparación de la riqueza y abundancia arroja que no existe diferencias significativas entre las 12 parcelas en un gradiente altitudinal de 1 800 a 3 000 (A) y 3 000 a 3 400 msnm (B) $\alpha > 0,05$

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador

Tabla 2. ANOVA para la S y la Abundancia entre parcelas

S	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	4,250	3	1,417	,395	,760
Intra-grupos	28,667	8	3,583		
Total	32,917	11			
Abundancia	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	4,250	3	1,417	,395	,760
Intra-grupos	28,667	8	3,583		
Total	32,917	11			

Tabla 3. Índice de Valor de Importancia por especie del bosque de Guangras (PNS)

ESPECIE	FR	DR	AR	IVIE
<i>Miconia latifolia</i>	6,35	14,47	8,29	29,11
<i>Aegiphila ferruginea</i>	6,35	9,23	12,97	28,55
<i>Weinmannia mariquitae</i>	6,35	12,94	7,71	27
<i>Myrsine andina</i>	6,35	8,69	7,83	22,87
<i>Clusia flaviflora</i>	5,82	7,57	5,61	19
<i>Saurauia tomentosa</i>	5,82	6,13	6,31	18,26
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	5,82	6,08	5,72	17,62
<i>Nectandra discolor</i>	5,82	5,62	6,07	17,51
<i>Gynoxys halii</i>	5,82	5,01	5,26	16,09
<i>Grosvenoria rimbachii</i>	5,82	4,47	5,72	16,01
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	5,82	4,32	3,62	13,76
<i>Styloceras laurifolium</i>	5,29	3,62	3,86	12,77
<i>Weinmannia auriculata</i>	5,29	4,10	3,04	12,43
<i>Myrcianthes limbata</i>	5,29	2,68	4,09	12,06
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	5,29	0,08	5,14	10,51
<i>Hedyosmum racemosum</i>	4,76	1,58	3,62	9,96
<i>Vallea stipularis</i>	4,23	1,84	3,15	9,22
<i>Roupala aublet</i>	3,70	1,59	1,99	7,28

FR = Frecuencia relativa, DR = Dominancia relativa, AR = Abundancia relativa, IVIE = Índice de valor de importancia por especie

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador

En cuanto al análisis de la cobertura de copas se estableció que las parcelas dos, cuatro, cinco, siete y once se establecen entre 30 y 49 % de cobertura de copas, mientras que las parcelas uno, tres, seis, nueve y diez se localiza entre 50 y 75 % de cobertura y las parcelas ocho y doce resultaron con un intervalo de 75 % de cobertura lo cual es una característica típica en estos bosques debido a que si bien es cierto la masa boscosa en general cubre el paisaje existe un gran número de árboles los cuales no tienen un dosel muy extenso o a su vez en concordancia con lo expuesto por Morales, Ollgaard, Kvist, Borchsenius, & Balslev, (2006) donde afirma que en estos ecosistemas debido a suelos muy saturados por la gran precipitación horizontal y vertical que tiene durante todo el año hace que en ciertas zonas del bosque monopolicen especies leñosas hidrófilas.

Estructura vertical

El Bosque Montano alto de la localidad de Guangras se encuentra entre las cotas de los 1 800 a 3 400 msnm, se diferencian tres estratos, de acuerdo con la distribución de las especies en su estructura: sotobosque, dosel intermedio y dosel superior (Tabla 4). En el estrato superior se encontró a *Myrsine andina*, *Clusia flaviflora* y *Miconia latifolia* con alturas de entre 25 y 30 m, en el dosel intermedio estuvieron presentes *Oreopanax ecuadorensis*, *Grosvenoria rimbachi*, *Hesperomeles ferruginea* y *Gynoxis hallii* de 15 a 25 m mientras que el sotobosque estuvo dominado por individuos juveniles en regeneración y arbustos.

Tabla 4. Estructura vertical del bosque de la comunidad de Guangras, PNS

Altura (m)	Estrato	Características
10 – 20	Dosel superior	Estos árboles crecen irregularmente siendo esta la fisonomía típica de los bosques montanos con troncos ramificados desde la base y en algunos casos muy inclinados o casi horizontales, el estrato superior o emergente sobresale por encima del dosel las especies que tienen esta característica estructural son: <i>Myrsine andina</i> , <i>Clusia flaviflora</i> y <i>Miconia latifolia</i> , especies que alcanzan de 15 a 20 m.
5 – 10	Estrato intermedio	Este estrato está en un rango de 5 a 10 m, poseen una alta proporción de epífitas (bromelias, orquídeas, líquenes, musgos, y helechos) y una gran cantidad de lianas.
0 – 2	Sotobosque	Los individuos que representan el sotobosque son arbustos como <i>Otholobium mexicanum</i> , <i>Salvia corrugata</i> , <i>Brachyotum ledifolium</i> , <i>Fuchsia loxensis</i> y <i>Monnina cestrifolia</i> .

Relación entre especies y variables ambientales

El Análisis de Correspondencia Canónico demuestra que los datos parcelas/especies vegetales no están linealmente relacionados con los datos parcelas/variables edáficas con un nivel de significación del 5 % como se muestra en la Tabla 4. Un examen más minucioso permite ver que el valor p está justo por encima del umbral elegido (0.05 frente a 0.820).

Tabla 5. Resultados de la prueba de permutación de Monte Carlos

Permutaciones	1000
Pseudo F	0,839
valor-p	0,820
alfa	0,050

Mientras que la tabla 5 muestra cómo la inercia se reparte entre el CCA restringido (el análisis que usa las variables explicativas) y el CCA no restringido (el Análisis Canónico de Correspondencias no restringido es un análisis de correspondencias de los residuos del Análisis Canónico de Correspondencias restringido).

Tabla 6. Distribución de la Inercia

	Valor	%
Total	0,353	100,000
Restringida	0,210	59,495
No-restringida	0,143	40,505

En la Tabla 6 se evidencia que al CCA restringido le corresponde solo el 60 % de la inercia. Dentro del análisis de los autovalores se observa que la mayor parte de la inercia es explicada por el primer eje. Con el segundo eje se obtiene el 60 % de la inercia. Esto significa que el mapa bidimensional del CCA es suficiente para analizar las relaciones entre los sitios, las especies y las variables.

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador

Tabla 7. Autovalores y porcentaje de la inercia

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Valor propio	0,075	0,043	0,037	0,028	0,014	0,007	0,006
Inercia restringida (%)	35,643	20,685	17,550	13,221	6,536	3,573	2,793
% acumulado	35,643	56,328	73,878	87,099	93,634	97,207	100,000
Inercia total	21,206	12,307	10,441	7,866	3,888	2,126	1,662
% acumulado (%)	21,206	33,512	43,954	51,819	55,708	57,833	59,495

En el diagrama de ordenación espacial de especies se representa las parcelas con la denominación (Obs), las variables ambientales se representan con un círculo (o) y las especies con letras alfabéticas mayúsculas. De esta manera se aprecia que existe correspondencia de un 48,44 % con relación a las variables topográficas donde sobresalen las variables pedregosidad, textura y fisiografía y un 56,13 % con las variables químicas del suelo lo que indica que en su mayoría estas tienen una fuerte correlación con los parámetros N, P, K, pH y MO.

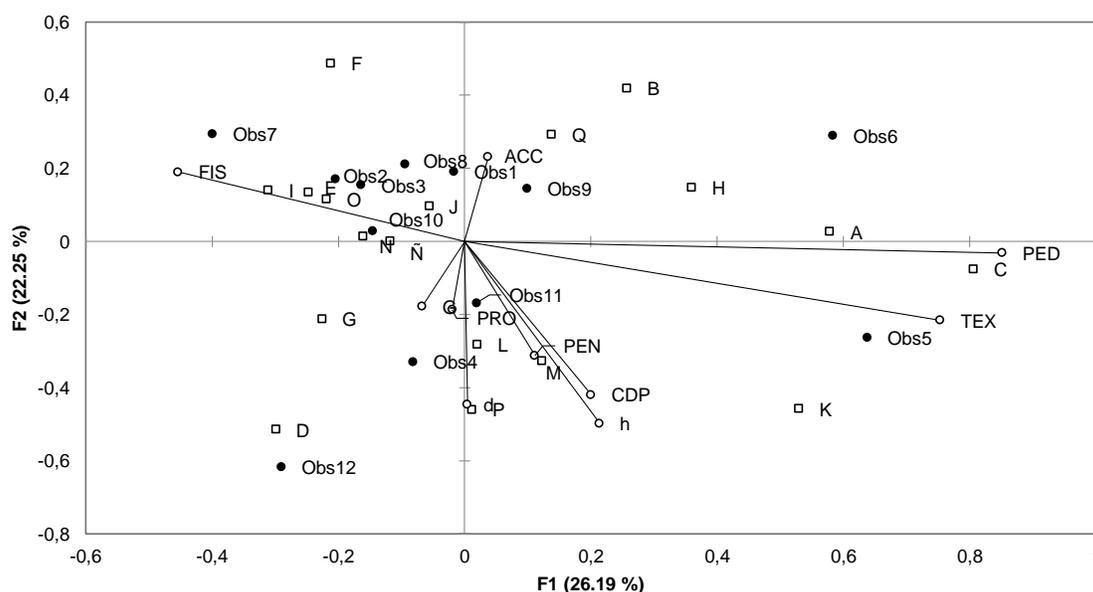


Figura 6. Mapa Análisis de correspondencia canónico simétrico (Variables topográficas)

Leyenda: FIS (fisiografía), PED (pendiente), TEX (textura), ACC (accesibilidad), PRO (profundidad del suelo), CDP (cobertura de copas), d (diámetro), h (altura).

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional
Sangay-Ecuador

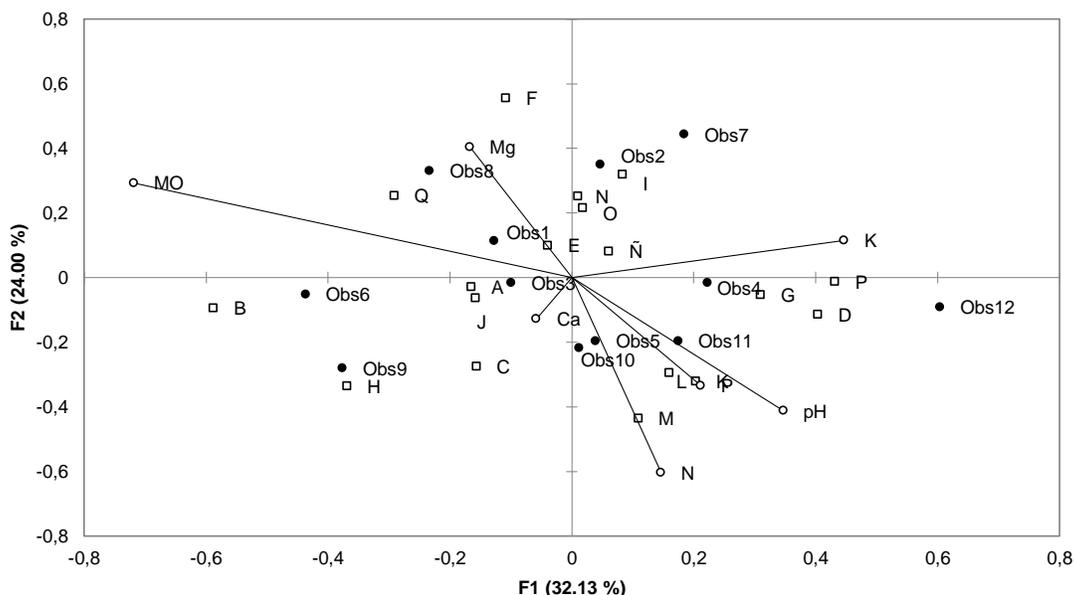


Figura 7. Mapa Análisis de correspondencia canónica simétrica (Variables químicas del suelo)
Leyenda: N (nitrógeno), P (fosforo), K (potasio), pH (potencial hidrogeno), Ca (calcio), Mg (Magnesio), MO (materia orgánica).

En la Figura 19 se muestra que el eje 1 en su extremo negativo muestra un aumento de la materia orgánica, el Magnesio, el Calcio y del Potasio en el extremo positivo, el eje 2 muestra un aumento del Nitrógeno, el Fósforo y el pH en el extremo negativo y del Potasio en el extremo positivo.

Se observa que las especies N (*Styloceras laurifolium*), K (*Vallea stipularis*), y D (*Roupala aublet*) se posicionan cercanas al centro de gravedad y se asocian a la parte positiva del primer eje y B (*Gynoxis halii*) a la parte negativa, así como las especies F (*Myrcianthes limbata*) y Q (*Grosvenoria rimbachii*) se asocian a la parte negativa del eje dos mientras que L (*Clusia flaviflora*) y H (*Nectandra discolor*) a la parte positiva, el resto de las especies no destacan hacia ninguna dirección un crecimiento o un decrecimiento, se corrobora también la inexistencia de un gradiente, al no existir una pauta de asociación de grupos de parcelas con especies.

Los autovalores obtenidos se corroboran con otros estudios como (Sánchez & Lápez, 2003) quienes plantean que cuando los autovalores son menores que 0.3, los resultados explican correctamente la ordenación realizada, por lo general en estudios florísticos se consideran los autovalores > 0.3 como gradientes muy altos y una de las causas pueden estar dadas porque existen menor cantidad de unidades de muestreo que variables ambientales.

Las especies O (*Saurauia tomentosa*), F (*Myrcianthes limbata*) y Q (*Grosvenoria rimbachii*) son abundantes en ecosistemas donde hay mayor cantidad de Magnesio (Mg) y Materia orgánica (MO) y en menor cuantía donde hay Nitrógeno (N), las especies G (*Miconia latifolia*) y M (*Myrcianthes rhopaloides*) se relacionan con el pH, la especie C (*Hesperomeles ferruginea*) en lugares donde abunda el Nitrógeno, así la especie I (*Myrcianthes rhopaloides*) abunda en lugares donde el Calcio es predominante.

Estos resultados son similares a los encontrados por Samaniego, (2015) quien reportó en el bosque húmedo tropical premontano relación del ordenamiento de las parcelas y las especies con las variables de suelo y con Aguilar, (2015) en el bosque Nublado de la Sierra Maestra, mientras que discrepa con lo encontrado por Jimenez, (2012) en el bosque semidecíduo mesófilo en el sector oeste de la Reserva de la Biosfera “Sierra del Rosario”, Cuba donde el efecto de las variables edáficas no fue significativo en la distribución y presencia de especies y por tanto en el ordenamiento de las parcelas.

El hecho que las parcelas C1P2 y C2P1 estén tan distantes del centro de gravedad significa que están asociadas a una mayor cantidad de Calcio y Potasio en el suelo, las parcelas C4P3 y C4P3 a un pH y Fósforo altos sobre todo la C4P3, las parcelas C1P3, C2P2, C2P3, C3P1 y C3P2 a grandes cantidades de Materia orgánica y Magnesio siendo más favorecida la parcela C3P2, así como las parcelas C3P3 y C4P1 a una mayor cantidad de Nitrógeno en el suelo.

Discusión

En el bosque siempre verde montano alto de la comunidad de Guangras se registró un total de 18 especies arbóreas así la literatura respecto a la composición florística de coberturas boscosas altoandinas bien estructuradas tiene una menor riqueza con respecto a los bosques montanos del sur del Ecuador con lo que coincide los resultados con lo expuesto por Lozano, (2002) donde al realizar un análisis de la vegetación de siete remanentes boscosos montanos, registraron un promedio de 24 especies en transectos no permanentes de 10 x 50 m, con 154 árboles mayores a 5 cm DAP en 500 m² y una densidad de 3 086 individuos por hectárea, sin embargo hay que tomar en cuenta que el hecho de que la región interandina al ser una zona aislada por los flancos este y oeste por la Cordillera Oriental y Occidental, respectivamente poseen una gran cantidad de microclimas lo cual da paso a un alto grado de endemismo de especies vegetales (Curipoma, Cevallos, & Pérez, 2018).

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional
Sangay-Ecuador

Respecto a la dominancia *Miconia latifolia* la especie que predomina en el área, aun, esta misma especie tiene una gran importancia ecológica dentro de cada remanente; esto se lo evidencia con el IVI observado para la zona de estudio también refleja la importancia de esta especie para el equilibrio dinámico de este bosque.

Los resultados del análisis de correspondencia canónico muestran que los ejes ofrecieron una buena solución a la ordenación de las unidades de muestreo y de las especies, pues la variabilidad total de los datos fue posible explicar el 56,13 con las variables químicas del suelo, el valor de la inercia total (0,353) resultó bajo y la prueba de Monte Carlo para los ejes no significativo ($P > 0,05$) lo cual indica que el análisis no distingue un gradiente significativo para las variables ambientales seleccionadas.

Los resultados del ACC pueden ser atribuidos a la estabilidad que presenta la formación bosque siempreverde montano alto de la localidad de Guangras corroborando la aseveración de los reportes en estudios anteriores en la zona reportando las especies inventariadas como antiguas y muy bien establecidas además se identificó la no distinción de patrones de variación morfológica solamente en la especie *Miconia latifolia* ya que esta tiene el más amplio rango de adaptabilidad altitudinal lo cual se puede referir como un linaje muy antiguo con mecanismos de adaptación ya establecidos

La alta similaridad florística de las 12 parcelas inventariadas justifica la tipicidad de las especies y su nivel de adaptación donde se pudo constatar además que de las 18 especies arbóreas registradas se determinó como indicadoras a *Aegiphila ferruginea* y *Weinmannia mariquitae* presentan una abundancia de juveniles en categorías diamétricas inferiores y también en su regeneración natural lo que sugiere una tolerancia a la competencia provocada por perturbaciones en el bosque, por esta razón estas dos especies pueden ser incorporadas para el monitoreo del estado de conservación de este ecosistema, de igual manera se determinó a *Gynoxys hali*, *Chimborazensis Hieron*, *Oreopanax ecuadorensis*, *Styloceras laurifolium*, *Weinmannia auriculata* como especies bandera motivo por el cual León *et al.*, (2011) las cataloga como especies en categoría de amenaza y de vital importancia para futuros programas de rehabilitación forestal, pues en conjunto estas forman bosques monotípicos que en asociación con otras especies de los doseles inferiores cumplen funciones vitales que mantienen el delicado equilibrio biológico del bosque aunque debido a actividades antrópicas en algunos sitios se los encuentra como relictos de vegetación.

Conclusiones

Se registran un total de 18 especies arbóreas pertenecientes a 15 familias y 15 géneros siendo las más representativas las familias Cunoniaceae, Asteraceae y Myrtaceae, las especies de mayor IVIE resultaron *Miconia sp*, *Aegiphila sp* y *Weinmannia mariquitae* así como la inexistencia de un gradiente al resultar un CCA con inercia igual a 0.3564 donde las variables de mayor peso son las del suelo específicamente la pedregosidad, la textura y la fisiografía.

La tala selectiva, la extracción de leña y de otros productos forestales no madereros, son los factores que más alteran la dinámica del bosque de la comunidad de Guangras así como su estructura y composición tales como el número máximo de individuos, el número total de individuos, la dominancia, así como la baja frecuencia de especies maderables con valor comercial.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución por Autor

Los autores son los únicos responsables de la obra en todos los aspectos que condujeron a la elaboración de esta publicación.

Referencias

1. Aguilar, C. (2015). Caracterización estructural de *Huertea cubensis* Griseb. y *Juglans jamaicensis* C. DC. en la Unidad Zonal de Conservación Santo Domingo Parque Nacional Turquino.
2. Aguirre Mendoza, Z. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 543–556. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24207>
3. Aguirre, N., Añazco, M., Ordoñez, L., Pekkarinen, A., Ramirez, C., Román, R. M., ... Velasco, C. (2010). Metodología para el desarrollo del estudio piloto de la ENF.
4. Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1–2), 136–147. <https://doi.org/10.7818/re.2014.21-1-2.00>

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional
Sangay-Ecuador

5. Curipoma, S., Cevallos, D., & Pérez, Á. J. (2018). Composición y estructura florística de dos remanentes de Bosque Andino Montano Alto en el volcán Ilaló, Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 39(2). <https://doi.org/10.26807/remcb.v39i2.648>
6. Feisinger, P. (2003). El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Santa Cruz de la Sierra. Editorial Fan, Bolivia. 273 p. Retrieved February 6, 2020, from https://issuu.com/fundacionamigosdelanaturaleza/docs/el_dise_o_de_estudios_de_campo
7. Garavito, N. T., Álvarez, E., Caro, S. A., Murakami, A. A., Blundo, C., Espinoza, T. E. B., & Torre, M. A. La. (2012). Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales. *Ecosistemas*, 21(1–2), 148–166. <https://doi.org/10.7818/re.2014.21-1-2.00>
8. INAMHI. (2019). Boletín meteorológico 534 agosto 2019. Retrieved from http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_men.pdf
9. Jimenez, A. (2012). Contribución a la ecología del bosque semideciduo mesófilo en el sector de la Reserva de la Biosfera “Sierra del Rosario”, orientada a su conservación.
10. Köhl, M., Lasco, R., Cifuentes, M., Jonsson, Ö., Korhonen, K. T., Mundhenk, P., ... Stinson, G. (2015). Changes in forest production, biomass and carbon: Results from the 2015 UN FAO Global Forest Resource Assessment. *Forest Ecology and Management*, 352, 21–34. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.05.036>
11. León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C. U., & Navarrete, H. (2011). Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Retrieved from [file:///F:/Users/DANIEL/Downloads/Gesneriaceae_Libro Rojo Ecuador 2011.pdf](file:///F:/Users/DANIEL/Downloads/Gesneriaceae_Libro%20Rojo%20Ecuador%202011.pdf)
12. Leps, J., & Smilauer, P. (2003). *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Retrieved from https://www.fwspubs.org/doi/suppl/10.3996/102016-JFWM-079/suppl_file/10.3996102016-jfwm-079.s4.pdf
13. Lozano, P. (2002). Los tipos de bosque en el sur del Ecuador. *Bótanica Austroecuatorial*, (2002), 29–49.
14. MAE- FAO. (2015). *Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador*. Quito.
15. MAE. (2013a). *Proyecto Socio Bosque*, Quito. 45. Retrieved from <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/SOCIO-BOSQUE.pdf>

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional
Sangay-Ecuador

16. MAE. (2013b). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
17. MAE. (2015). Estrategia de Sostenibilidad Financiera del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) del Ecuador. Quito, Ecuador. Retrieved from <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/346525/Estrategia+de+Sostenibilidad+Financiera+del+SNAP.pdf/f1ef1719-5c4e-46a0-8ef5-49eb1c60a119>
18. Maldonado, O., Herrera, C., Gaona, T., & Aguirre, Z. (2018). Estructura y composición florística de un bosque siempreverde montano bajo en Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(2), 615–630. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25216>
19. Malizia, L., Pacheco, S., Blundo, C., & Brown, A. (2012). Caracterización altitudinal, uso y conservación de las Yungas Subtropicales de Argentina. *Ecosistemas*, 21(1–2), 53–73. <https://doi.org/10.7818/re.2014.21-1-2.00>
20. Morales, M., Ollgaard, B., Kvist, P., Borchsenius, F., & Balslev, H. (2006). Botánica Económica de los Andes Centrales. In Young.
21. Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. Retrieved from <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
22. Palmer, M. W. (1993). Putting things in even better order: The advantages of Canonical Correspondence Analysis. *Ecology*, 74(8), 2215–2230. <https://doi.org/10.2307/1939575>
23. Samaniego, E. (2015). Líneas estratégicas para el manejo del bosque húmedo tropical premontano en la estribación oriental del Parque Nacional Llanganates, Ecuador. Retrieved from [http://rc.upr.edu.cu/jspui/bitstream/DICT/2174/1/Edison Oswaldo Samaniego Guzmán.pdf](http://rc.upr.edu.cu/jspui/bitstream/DICT/2174/1/Edison%20Oswaldo%20Samaniego%20Guzmán.pdf)
24. Sánchez, A., & Lápiz, L. (2003). Clasificación fisonómica de la vegetación de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. *Terra Latinoamericana*, 21(3), 321–332.
25. The Plant List. (2019). The Plant List. A working list of all plant species. Versión 1.1. Retrieved February 5, 2020, from <http://www.theplantlist.org/>
26. Tropicos. (2019). Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Retrieved February 5, 2020, from <https://www.tropicos.org/home>
27. Vistin, D., & Barrero, H. (2017). Floristic study of the green forest always montano of the community of Guangras, Ecuador. *Avances*, 19, 218–226. Retrieved from

Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional
Sangay-Ecuador

<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/346525/Estrategia+de+Sostenibilidad+Financiera+del+SNAP.pdf/f1ef1719-5c4e-46a0-8ef5-49eb1c60a119>

28. Winckell, A., Marocco, R., Winter, T., Huttel, C., Pourrut, P., Zebrowski, C., & Sourdat, M. (1997). Los Grandes Rasgos del Relieve en el Ecuador. In Los paisajes naturales del Ecuador. Volúmen 1 - Las condiciones del medio natural (pp. 3–13).