

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN ECOSISTEMA FORESTAL EN BRILLASOL, PARROQUIA GARCÍA MORENO DEL CANTÓN COTACACHI

STRUCTURE AND FLORIST COMPOSITION OF A FOREST ECOSYSTEM IN BRILLASOL, GARCÍA MORENO PARISH OF THE COTACACHI CANTON

Xavier Germán Valencia Valenzuela ^{1*}

¹ Colegio de Ingenieros Forestales de Imbabura, Ibarra-Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3209-9581>. Correo: xgvalenciav@utn.edu.ec

Rolendio Bolívar Montenegro Verdugo ²

² Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Ibarra-Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9133-5271>. Correo: role1684@hotmail.com

José Fernando Trejo Cuásquer ³

³ Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Ibarra-Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3790-7330>. Correo: jose.trejo@ambiente.gob.ec

Luis Alberto Cachimuel Anguaya ⁴

⁴ Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Ibarra-Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5134-3727>. Correo: luisforestal86@gmail.com

*** Autor para correspondencia:** xgvalenciav@utn.edu.ec

Resumen

El desgaste de la estructura y disminución de la diversidad forestal se encuentra relacionado con varias prácticas antrópicas que afectan directamente al bosque natural, como son: tala ilegal, degradación e incendios forestales. El estudio se realizó en la comunidad Brillasol, del cantón Cotacachi, a 1.935 msnm; el ecosistema pertenece a Bosque muy Húmedo Pre Montano; cuya precipitación promedio anual es 3.500 mm. El objetivo fue evaluar la estructura y composición florística de un ecosistema forestal en Brillasol, parroquia García Moreno del cantón Cotacachi. La metodología de la investigación presenta un enfoque cuantitativo, con un

tipo de investigación exploratorio y descriptivo; exhibe un paradigma positivista y un diseño no experimental, con un tipo de muestreo simple al azar, se realizó un Inventario Forestal con una intensidad de muestreo del 2,64%, mediante la implementación de 10 unidades de muestreo de 1.000 m² c/u; se registró datos paramétricos (DAP, Altura Total y Altura Comercial) de especies forestales con DAP ≥ 10 cm, e identificó el nombre común y científico de todos los individuos; Como resultado se registró que el Canelo (*Ocotea spp.*) fue la especie con el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI al 300%) con el 56,96%; la familia más representativa en el área de estudio es Lauraceae con un IVIF de 76,63%. El bosque presentó 19 familias, 31 géneros, 38 especies y 603 individuos ha⁻¹. El Área Basal obtenida fue 44,73 m² ha⁻¹, con un volumen de 643,17 m³ ha⁻¹. En conclusión, la especie forestal con mayor importancia ecológica en el ecosistema forestal fue el Canelo (*Ocotea spp.*).

Palabras clave: Caimitillo; propiedades anatómicas; físicas; trabajabilidad

Abstract

*The deterioration of the structure and decrease in forest diversity is related to several anthropogenic practices that directly affect the natural forest, such as: illegal logging, degradation and forest fires. The study was carried out in the Brillasol community, in the Cotacachi canton, at 1,935 meters above sea level; The ecosystem belongs to a very humid pre-montane forest; whose average annual precipitation is 3,500 mm. The objective was to evaluate the structure and floristic composition of a forest ecosystem in Brillasol, García Moreno parish of the Cotacachi canton. The research methodology presents a quantitative approach, with an exploratory and descriptive type of research; exhibits a positivist paradigm and a non-experimental design, with a type of simple random sampling, a Forest Inventory was carried out with a sampling intensity of 2.64%, by implementing 10 sampling units of 1,000 m² each; Parametric data (DBH, Total Height and Commercial Height) of forest species with DBH ≥ 10 cm were recorded, and the common and scientific name of all individuals was identified; As a result, it was recorded that Cinnamon (*Ocotea spp.*) was the species with the highest Importance Value Index (IVI at 300%) with 56.96%; The most representative family in the study area is Lauraceae with an IVIF of 76.63%. The forest presented 19 families, 31 genera, 38 species and 603 individuals ha⁻¹. The Basal Area obtained was 44.73 m² ha⁻¹, with a volume of 643.17 m³ ha⁻¹. In conclusion, the forest species with the greatest ecological importance in the forest ecosystem was the Canelo (*Ocotea spp.*).*

Keywords: Caimitillo; anatomical properties; physical; workability

Fecha de recibido: 03/08/2024

Fecha de aceptado: 15/10/2024

Fecha de publicado: 26/10/2024

Introducción

La deforestación neta en el mundo fue 7,8 millones de (ha) en 1990; y en el período 2010-2020 disminuyó a 4,7 millones de ha año⁻¹ (FAO & PNUMA, 2020). Según la Organización Mundial de las Naciones Unidas [ONU], (2016) en 1990 expresa que el planeta tierra poseía 4.128 millones de (ha) de bosque nativo; en el año 2015 esta superficie se redujo a 3.999 millones de hectáreas; esto indica una diferenciación del 31,6% del área mundial de tierras en 1990 al 30,6% en 2015; en consecuencia desde el año de 1990 al 2015 la disminución neta fue 129 millones de hectáreas de bosque nativo, esto simboliza una tasa promedio anual de pérdida de bosques del 0,13%. Paredes et al. (2022), como se citó en el Ministerio del Ambiente [MAE], (2016) afirman que en Ecuador en el periodo (2008-2014) se perdió un promedio de bosque de 97.917 hectáreas cada año

La presente investigación se relaciona con los “Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en el Nro. 15 [Vida de Ecosistemas Terrestres]; en cuanto a las metas para el año 2030; se menciona que los bosques recubren el 30% de la superficie mundial, además suministran hábitats para millones de especies, también son fuente de agua y aire limpio; y son esenciales para combatir el cambio climático; ya que se estima que se pierden 13 millones de hectáreas de bosques cada año” (Organización Mundial de las Naciones Unidas [ONU], 2015). El estudio se articula con el artículo 14 de la “Constitución Política de la Republica del Ecuador” del 2.008, que expresa: “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado; que garantice sostenibilidad y el buen vivir (sumak kawsay)”, también se vincula con el artículo 406, “El Estado Ecuatoriano regulará la conservación, manejo, recuperación, uso sustentable y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados, entre otros; los humedales, manglares, páramos, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, ecosistemas marinos y marinos/costeros” (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008)

El “Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica” (MAATE), emite Licencias de Aprovechamiento Forestal en Ecuador, cumpliendo lo que establece la Normativa Forestal vigente, así, en el Sistema de Administración Forestal (SAF) se registran aproximadamente 600 especies forestales, 209 géneros y 67 familias (Ministerio del Ambiente [MAE], 2011). Según Valencia et al. (2022a) el MAATE autorizó en el periodo 2015 – 2019 un total de 65 especies forestales para su aprovechamiento en la parroquia García Moreno, parroquia considerada la más grande de la provincia Imbabura, además expresan que en ese mismo periodo el MAATE facultó un volumen total de 10.208 m³ para el aprovechamiento y movilización del recurso forestal en una superficie de 529 ha., también otorgó “32 Licencias de Aprovechamiento Forestal; el 83,5% del volumen aprovechado se concentró en 15 especies y el 16,5% restante en 50 especies. Las especies forestales mayormente aprovechadas fueron Sangre de gallina (*Otoba spp.*) con 1.848 m³ y Canelo (*Nectandra spp.*) con 1.194 m³”. Al respecto Valencia et al. (2022b) expresan que el MAATE en Imbabura durante el periodo 2015 – 2019 autorizó 88 especies para la corta y movilización, cuyo volumen de madera fue 14.500 m³ en pie en una superficie de 895 ha; de las cuales 15 especies concentran el 83,01% del volumen y 73 especies comprenden el 16,99%; siendo el “Copal (*Dacryodes peruviana*) fue la especie mayormente aprovechada con 3.563,94 m³; seguida de Sangre de gallina (*Otoba spp.*) con 1.857,49 m³ y Canelo (*Nectandra spp.*) con 1.229,30 m³; durante ese periodo el MAATE en la provincia Imbabura otorgó un total de 52 Autorizaciones Administrativas (Licencias de Aprovechamiento de Productos Forestales), siendo el cantón Cotacachi con el mayor número de Licencias emitidas”. En la provincia Napo, en el periodo 2011 –

2015, el aprovechamiento forestal dentro de la cobertura vegetal “bosque nativo” fue de 44% a través de “Planes de Manejo Forestal Simplificados” (PAFSi), “Planes de Manejo Forestal Sustentables” (PAFSu) y “Planes de Conversión Legal” (PCL) (Congo Espinosa, 2017).

El Ecuador posee gran extensión de bosques y variedad de especies forestales, en este sentido, para mantener la estructura del ecosistema forestal nativo y para disminuir la tala ilegal, se debe estimar correctamente el volumen en pie de los árboles, esto conlleva a realizar un aprovechamiento forestal óptimo (Valencia *et al.*, 2023b). Mugmal *et al.* (2023), como se citó en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) exponen que la madera se considera como un servicio de provisión, y se encuentra en la clasificación de servicios ecosistémicos; también expresan que existe un deterioro de los ecosistemas en relación a la progresiva demanda de productos del bosque, principalmente la madera, esto está fomentando la pérdida de diversidad en la tierra. En una publicación, Congo *et al.* (2023) sugieren efectuar varias investigaciones en el campo forestal, con el fin de aportar información actualizada y necesaria para que el MAATE genere normas forestales que se ajusten a la realidad.

Valencia Valenzuela (2020) enuncia que la pérdida de la estructura y diversidad del bosque nativo son consecuencia directa de la deforestación del bosque. Congo *et al.* (2022) exponen que el manejo forestal sostenible del bosque nativo es importante y se debe ejecutar en todas las etapas del aprovechamiento del recurso forestal, con la finalidad de proporcionar recursos inagotables para futuras generaciones. Valencia *et al.* (2022c, 2023a) exponen que los bosques naturales o plantados están relacionados entre la diversidad arbórea, estructura horizontal y estructura vertical del bosque; a través del cálculo del IVI, y Posición sociología (Ps). Garzón *et al.* (2024) mencionan que la especie forestal mayormente apetecida por madereros en San Lorenzo es el Caimitillo (*Chrysophyllum argenteum* Jacq.), ya que la madera es de gran calidad y durabilidad; se extraen pilares y vigas que son utilizadas en la construcción de viviendas en zonas rurales de San Lorenzo. En cuanto al ecosistema forestal, Congo *et al.* (2024) expresan que para realizar un aprovechamiento forestal se debe valorar un equilibrio económico que sea justificable respecto al manejo forestal sostenible de una especie no maderable, ya que la corta irracional puede alterar ese ecosistema.

En una investigación de estructura y composición florística en cuatro bosques andinos de la Cordillera Oriental en Colombia; Galindo, Betancur y Cadena (2003) reconocieron 93 especies forestales en La Sierra, 49 especies en El Venado, 57 especies en Chontales Bajo y 45 especies en Chontales Alto. El mayor IVI obtenido fue 29,30% para *Ocotea calophylla* en Chontales Alto y 48,70% para *Quercus humboldtii* en La Sierra. El mayor IVIF registrado en la Sierra (2.400 msnm) fue 49% para la familia Fagaceae y 67% en Chontales Bajo (2.800 msnm) para la misma familia Fagaceae. Alvear, Betancur y Franco-Rosselli (2010) en una investigación ejecutada en el área de amortiguamiento del parque Nevados en Colombia (2.650-2.900 msnm) obtuvieron el mayor IVIF en la familia Melastomataceae con 32,2%. Por otra parte, Garzón *et al.* (2002) en un análisis biótico ejecutado en Loma Redonda, zona de “Intag”, determinaron un IVI para la spp. Caimitillo (*Gordonia fruticosa*) con el 79,40%.

En relación a la densidad y abundancia de especies forestales Yaguana *et al.* (2012) en un inventario forestal ejecutado a 2.100 msnm en la Reserva Numbala de Palanda, provincia Zamora Chinchipe, registraron individuos con un DAP ≥ 5 cm y consiguieron 1.091 individuos en total, con un promedio de 171 especies ha^{-1} . Yaguana *et al.* (2012), como se citó en Lamprecht (1990) explica que la tendencia de la curva de clases diamétricas presenta una “J” invertida, al presentarse la mayor cantidad de individuos con clases diamétricas

menores y un número disminuido de individuos con clases diamétricas superiores. Así, se ratifica la existencia de individuos jóvenes, que reemplazaran a los individuos longevos y con clases diamétricas superiores.

En lo relacionado a la densidad, Samper y Vallejo (2007) obtuvieron 575 (± 48) árboles ha^{-1} con $\text{DAP} \geq 10\text{cm}$. De acuerdo con Suatunce, Véliz y Cunuhay (2009) “en un estudio realizado en el bosque Galería de la Corporación Agrícola San Juan, en el cantón la Maná” en la cordillera occidental, identificaron 56 especies y 686 individuos ha^{-1} , con un $\text{DAP} \geq 10\text{ cm}$. En relación a clases diamétricas registraron alto número de individuos con menor diámetro y baja cantidad de individuos con mayor diámetro. En lo referente a la cantidad de individuos de acuerdo a las clases diamétricas, el mayor número de individuos ha^{-1} (190) registraron en el “estrato inferior”, el “estrato medio” con 161 individuos ha^{-1} , mientras que en el “estrato superior” registraron la menor cantidad con 38 individuos ha^{-1} ; así, la línea de tendencia es una “J” invertida en los tres estudios. Los autores registraron especies con distribución continua en los tres estratos; en el predio 1 (*Castilla elástica*, *Cecropia spp.* y *Cordia alliodora*); predio 2 (*Brosimum alicastrum*, *Castilla. elástica* y *Castilla lútea*); predio 3, (*Castilla elástica* y *Matisia spp.*). El Índice de Diversidad de Shannon (H') obtenido en lote 1 fue (H') 2,77; en el lote 2 (H') 2,37; y en el lote 3 (H') 2,44. “El Ministerio del Ambiente” de Colombia (2010) en un trabajo de “Ordenamiento forestal en la reserva campesina de Guaviare, obtuvieron Índices de Diversidad de Shannon (H') de 2,91; 3,03; 2,74 y 2,84; en los cuatro sitios estudiados. En un estudio de diversidad alfa y beta en tres sitios del bosque en Bolivia, Sonco (2013) obtuvo Índices de Diversidad de Simpson: $D1 = 0,03$ en Mamacona; $D2 = 0,02$ en Santo Domingo y $D3 = 0,01$ en Wayrapata. A su vez, Zarco et al. (2010) en una investigación de estructura y diversidad de vegetación arbórea ejecutado en Agua Blanca, Tabasco; obtuvieron un Índice de Simpson (D) de 0,17”.

En el Análisis estructural y diversidad de la vegetación arbórea ejecutado en la comunidad Chontal Alto, parroquia García Moreno, Valencia Valenzuela (2020) registró que la especie Sangre de gallina (*Otoba spp.*) obtuvo el mayor IVI (33,21%); resultando la familia Lauraceae con el mayor IVIF (64,83%). En lo referente a la cantidad de individuos por clases diamétricas, en el “estrato inferior” obtuvo el mayor número de individuos alcanzando 291 por hectárea, el “estrato medio” con 205 individuos por hectárea y el “estrato superior” con el menor número logrando 37 individuos por hectárea; en cuanto a la Posición Sociológica de especies forestales en ese estudio muestra valores de 8,57% para *Otoba spp.* (Sangre de gallina); 7,53% para *Endlicheria spp.* (Alpha) y 6,26% para *Miconia spp.* (Colca).

Este estudio analiza la estructura y composición florística de un ecosistema forestal en la comunidad Brillasol, perteneciente a la parroquia García Moreno del cantón Cotacachi; a través de la recopilación de información de las unidades de muestreo instaladas dentro del ecosistema forestal nativo. La escasa información referente a Índices de Valor de Importancia Ecológica (IVI) de las especies, estructura horizontal, estructura vertical y diversidad arbórea en García Moreno del cantón Cotacachi, promueve de alguna forma mayor presión en los ecosistemas forestales, a través de actividades antrópicas ilegales como deforestación y degradación de bosques; es así, que este estudio incentivará a implementar Planes de Manejo Forestal Sostenible en tierras que disponen cobertura vegetal nativa (bosque nativo), además es importante obtener datos de estructura y diversidad arbórea de las fincas; con la finalidad que los comuneros valoren realmente el recurso forestal. El Manejo Forestal Sostenible en Brillasol es esencial para conservar la estructura y diversidad arbórea, además es importante que el MAATE generen nuevas normativas que se ajusten a lo señalado en el “Código Orgánico

del Ambiente” de Ecuador y a la realidad socioambiental de comunidades que disponen ecosistemas forestales (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

El enfoque metodológico que presenta el estudio es cuantitativo, cuyo tipo de investigación es descriptiva y de campo, a través de la recopilación de variables como: Altura comercial (Hc) y Altura total (Ht) y “Diámetro a la altura del pecho” [DAP]; la investigación utilizó un Diseño no Experimental. Para el cumplimiento del objetivo planteado se realizó cálculos de variables mediante la aplicación de fórmulas determinadas, se utilizó cuadros de doble entrada para obtener los promedios de las variables en estudio. El método empleado en este estudio fue el “Hipotético Deductivo”, puesto que mediante la obtención de datos de campo se trata de dar la respuesta a las preguntas de investigación. El tipo de muestreo utilizado fue simple aleatorio y el tamaño de la muestra es 10.000 m², se realizó 10 unidades de muestreo de 1.000 m² cada una. El objetivo de la investigación fue: “Evaluar la estructura y composición florística de un ecosistema forestal en la comunidad Brillasol de la parroquia García Moreno del cantón Cotacachi”.

Materiales y métodos

La investigación se realizó a través del enfoque metodológico cuantitativo, mediante investigación descriptiva y de campo, puesto que se recopiló información de variables como “Diámetro a la Altura del Pecho” [DAP], “Altura comercial” [Hc] y “Altura total” [Ht]; con estas variables se procedió a estimar el volumen de los árboles en pie a través de la aplicación de la fórmula y Factor de forma sugerido por el MAATE en el Acuerdo Ministerial Nro. 125. El paradigma en esta investigación corresponde al positivista, mediante el cálculo del Área Basal e “Índice de Valor de Importancia” de las especies arbóreas, además es utilizó un Diseño no Experimental, puesto que no hubo manipulación de variables, a pesar de que se realizó procesos estadísticos para conseguir el objetivo planteado; también se utilizó el método “Hipotético Deductivo” que va en relación con los datos de campo obtenidos a través de la recopilación de información de las variables. El tipo de muestreo para la obtención de información fue simple aleatorio, y el tamaño de la muestra fue de 1,00 ha., a través de la instalación de 10 parcelas permanentes, con una intensidad de muestreo del 2,64%. El objetivo fue Evaluar la estructura y composición florística de un ecosistema forestal en la comunidad Brillasol de la parroquia García Moreno, cantón Cotacachi.

Descripción y localización del sitio de estudio

El área de estudio se encuentra conformada por cobertura vegetal nativa (bosque nativo), dispone de un clima “*Tropical Megatérmico Húmedo*”; según la clasificación de ecosistemas del Ecuador pertenece a “Bosque muy Húmedo Pre-Montano” [b.m.h.P.M]. La temperatura promedio es 16 Grados Centígrados con precipitación anual de 3.000 mm (Ministerio del Ambiente [MAE], 2012). La altitud promedio se encuentra en la cota de 1.935 msnm., el aspecto geológico se encuentra conformado por tobas, lavas basálticas y brechas, además muestra un aspecto geomorfológico, el cual se encuentra combinado por “*Vertientes externas con cobertura y proyecciones piroclásticas como lapilli y cenizas volcánicas, vertientes andinas centrales y septentrionales*” (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2023).

En la figura 1, se observa el sitio del área de estudio. El predio es propiedad del Sr. Hugo Marcelo Lucero, y se ubica en la provincia Imbabura, cantón Cotacachi, parroquia García Moreno, comunidad Brillasol - zona

Intag y el área de estudio se encuentra cerca al Bosque Protector “El Chontal” y B. P. “Los Cedros” en las coordenadas geográficas [X: 748.903 y Y: 10.040.681] Datum WGS/84. La superficie del área de estudio fue 37,89 ha.

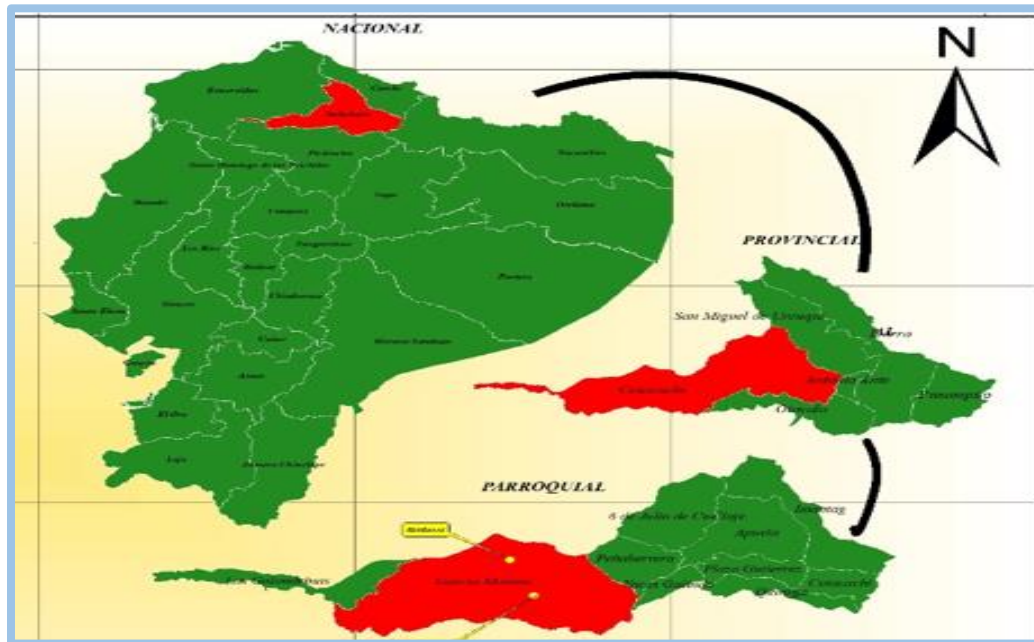


Figura 1 Ubicación del área de estudio.

Proceso de investigación

Mediante aplicación del programa GIS, se delimitó el contorno topográfico del predio y se dibujó una grilla de 1.000 m² cada una, luego de forma simple aleatoria se determinó 10 unidades de muestreo (U.M.) con sus respectivas coordenadas geográficas en Datum WGS-84, zona 17 S. Para la ubicación e instalación de las U.M. se utilizó una brújula, cinta diamétrica y GPS. Para la recolección de datos de campo se utilizó una libreta y se registró “Altura total”, “Altura comercial”, “DAP”, y especie de los individuos con DAP mayor o igual a 10 cm. La **identificación de especies forestales** se ejecutó en campo a través directamente en campo, y para especies con un nivel de dificultad en la identificación, se procedió a recolectar muestras dendrológicas y se trasladó al Herbario de la “Universidad Técnica del Norte”, allí se identificó la especie de acuerdo al procedimiento establecido en la publicación de Paredes et al. (2023).

Variables dasométricas

Altura Total (Ht). – Para obtener la altura total de los individuos, se midió con una cinta métrica una distancia horizontal hasta el observador y luego se manipuló un clinómetro que permitió obtener dos ángulos verticales. Ángulo 1 [Inclinación vertical desde la horizontal del observador hasta la base del meristema terminal del árbol. Ángulo 2 [Inclinación vertical desde la horizontal del observador hasta la base del árbol en el piso.

$$Ht = Dh * Tan(\alpha_1 + \alpha_2)$$

Fuente: (Jaramillo C., 2001)

Ecuación (1)

Donde:

Ht = Altura total (m)

Dh = Distancia horizontal (m)

Tan = Tangente del ángulo

α_1 = Angulo Vertical 1

α_2 = Angulo Vertical 2

Altura Comercial (Hc). – Para obtener la altura comercial de los individuos, se midió con una cinta métrica una distancia horizontal hasta el observador y luego se manipuló un clinómetro que permitió obtener dos ángulos verticales. Ángulo 1 [Inclinación vertical desde la horizontal del observador hasta la primer ramificación del árbol. Angulo 2 [Inclinación vertical desde la horizontal del observador hasta la base del árbol en el piso.

$$Hc = Dh * Tan(\alpha_1 + \alpha_2)$$

Fuente: (Jaramillo C., 2001)

Ecuación (2)

Donde:

Hc = Altura Comercial (m)

Dh = Distancia horizontal (m)

Tan = Tangente del ángulo

α_1 = Angulo Vertical 1

α_2 = Angulo Vertical 2

Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). - El DAP de los individuos se registró directamente con cinta diamétrica, se obtuvo a través de la medición de la circunferencia del tronco del árbol a 1,30 metros de altura.

a) Área Basal. – Corresponde al área del círculo del corte transversal del fuste a 1,30 metros de altura del suelo.

$$AB = \frac{\pi * DAP^2}{40.000}$$

Fuente: (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015)

Ecuación (3)

Donde:

AB = Área Basal (m²)

π = 3,1416

DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm)

- b) Volumen.** - El volumen de los árboles se obtuvo mediante aplicación de la fórmula del cilindro, multiplicado por el factor de forma sugerido en el Acuerdo Ministerial 125 del “Ministerio del Ambiente, Agua y transición Ecológica”.

$$V = AB * Hc * F$$

Fuente: (Ministerio del Ambiente [MAE], 2015)

Ecuación (4)

Donde:

V = Volumen (m³)

AB = Área Basal (m²)

Hc = Altura Comercial (m)

F = Factor de forma (0,7)

Estructura horizontal

La estructura horizontal del ecosistema forestal en la comunidad Brillasol se realizó mediante el cálculo de las siguientes variables:

- a) Abundancia.** – Según Lamprecht (1990); citado por Cueva (2015) corresponde al número de individuos por unidad de superficie

$$\text{Abundancia absoluta} = \frac{\text{Nº individuos de la especie } i}{\text{Unidad de area}}$$

Ecuación (5)

$$\text{Abundancia relativa (\%)} = \frac{\text{Abundancia absoluta de la especie } i}{\Sigma \text{ Abundancias absolutas}} * 100$$

Ecuación (6)

- b) Frecuencia.** – Según Lamprecht (1990); citado por Cueva (2015) se refiere a la ausencia o presencia de especies dentro de las Unidades de Muestreo

Se aplicó las siguientes fórmulas:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Nº parcelas en las que aparece la especie}}{\text{Total de parcelas}}$$

Ecuación (7)

$$\text{Frecuencia relativa (\%)} = \frac{\text{Frecuencia absoluta de la especie } i}{\Sigma \text{ Frecuencias absolutas}} * 100\%$$

Ecuación (8)

- c) **Dominancia.** - Según Lamprecht (1990); citado por Cueva (2015) la dominancia incorpora el área basal de cada especie.

$$\text{Dominancia Absoluta} = \Sigma \text{ de Áreas Basales de todos los individuos de la especie (i)}$$

Ecuación (9)

$$\text{Dominancia Relativa (\%)} = \frac{\text{Dominancia Absoluta de la especie (i)}}{\text{Área Basal total}} \times 100\%$$

Ecuación (10)

- d) **Índice de Valor de Importancia [IVI].** – El IVI, define el peso ecológico que tiene una especie dentro de un ecosistema, este fue generado por Curtis y McIntosh (1951) y se obtuvo mediante la suma de Abundancia relativa, Frecuencia relativa y Dominancia relativa de las especies; este resultado se dividió entre tres, para obtener la proporción en relación al porcentaje (100%).

$$IVI = \left[\frac{Ar\% + Fr\% + Dr\%}{3} \right]$$

Ecuación (11)

Donde:

IVI = “Índice de Valor de Importancia”

Ar = “Abundancia Relativa”

Fr = “Frecuencia Relativa”

Dr = “Dominancia Relativa”

Estructura vertical

Para evaluar la Estructura vertical del bosque, se utilizó lo propuesto por Finol (1971), así se estableció el estado de sucesión de los individuos de cada especie, también se comparó el perfil vertical de los árboles a través de la altura total en el estrato superior, medio e inferior; así mismo, se determinó la Posición sociológica (Ps) de las especies para conocer su espaciamiento vertical.

a) Estratos:

- Estrato Superior (Altura mayor a 2/3 de la altura de los árboles)
- Estrato Medio (Altura menor a 2/3 y altura mayor a 1/3 de los árboles)
- Estrato Inferior (Altura menor a 1/3 de la altura de los árboles)

b) Valor fitosociológico (VF). - Para la obtención de este valor, se fraccionó los árboles del estrato Nro. 1, para el total de los tres estratos verticales; valor obtenido a nivel absoluto y relativo, según lo expuesto por Finol (1971).

$$VF = \frac{N^{\circ} \text{ Individuos del estrato (i)}}{\Sigma \text{ del Nro. de Individuos de los estratos}}$$

Ecuación (12)

$$VF (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ árboles del estrato i}}{\Sigma N^{\circ} \text{ árboles de los estratos}} \times 100\%$$

Ecuación (13)

En cuanto a las especies forestales con Posición sociológica (Ps) regular, Finol (1976) menciona que se refiere a especies que se encuentran en el “Estrato inferior” con igual o superior número de individuos del “Estrato medio” y “Estrato superior”. Para calcular la Posición fitosociológica, se sumó el valor fitosociológico de cada estrato.

$$PS = [(VF (Ei) \times N (Ei)) + (VF (Em) \times N (Em)) + (VF (Es) \times N (Es))]$$

Ecuación (14)

$$Ps(\%) = \frac{PS}{\Sigma PS} \times 100(\%)$$

Ecuación (15)

Donde:

PS = Posición sociológica absoluta

VF = Valor fitosociológico del sub-estrato

N = Número de individuos de cada especie

PS(%) = Posición sociológica relativa

Ei = Estrato inferior;

Em = Estrato medio;

Es = Estrato superior

Índice de Shannon - Weaver (H')

El Índice de Shannon-Weaver (H') establece la posibilidad de encontrar o elegir todas las especies en una proporción dentro de la población muestreada. Magurran (1988) expresa que la diversidad es baja cuando el

Índice de Shannon es menor a dos, la diversidad es media cuando Índice de Shannon se encuentra entre dos y tres, y la diversidad es alta si el Índice de Shannon es mayor a tres.

La ecuación que se utilizó fue la siguiente:

$$H' = - \sum P_i * \ln P_i$$

Fuente: Shannon y Weaver (1949)

Ecuación (16)

Donde:

H' = Índice de Shannon y Weaver (H')

P_i = Proporción de abundancia de la especie (i), con relación al total de especies

Ln = Logaritmo natural

Índice de Simpson (D)

Indica la posibilidad de que dos individuos escogidos al azar dentro de una misma muestra pertenezcan a la misma especie; esto significa que se localiza bajo el dominio de la importancia de especies arbóreas con mayor Dominancia, su valor oscila de cero (Diversidad baja) a máximo $[1 - 1 / S]$, donde “S” es el Nro. de especies, según lo expuesto por Magurran (1988).

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$D = 1 - \sum P_i^2$$

Fuente: Simpson (1949)

Ecuación (17)

Donde:

D = “Índice de Simpson” (D)

P_i = “Proporción de la Abundancia de la especie (i), respecto a la población total

Resultados y discusión

Abundancia

La tabla 1 muestra la abundancia del ecosistema forestal en la comunidad Brillasol, se registró un total de 603 árboles, que corresponden a 19 familias, 31 géneros y 38 especies por hectárea, con un DAP ≥ 10 cm.

Tabla 1. Individuos con DAP ≥ 10 cm.

Nro.	Familia	Géneros	Especies	Individuos
1	LAURACEAE	4	9	204
2	CANNABACEAE	1	1	67
3	CHRYSOBALANACEAE	1	1	57
4	CECROPIACEAE	1	1	41
5	MORACEAE	4	4	40
6	RUBIACEAE	4	4	36
7	MYRISTICACEAE	1	1	33

8	SIMPLOCACEAE	1	1	32
9	ASTERACEAE	1	1	25
10	MELASTOMATACEAE	2	3	16
11	SAPOTACEAE	2	2	15
12	LECYTHIDACEAE	1	1	12
13	ANACARDIACEAE	1	1	6
14	EUPHORBIACEAE	1	2	6
15	CLUSIACEAE	1	1	5
16	ANNONACEAE	1	1	3
17	PRIMULACEAE	2	2	3
18	ARALIACEAE	1	1	1
19	PENTAPHYLACACEAE	1	1	1
TOTAL		31	38	603

En la figura 2 se aprecia al Canelo (*Ocotea spp.*) con la mayor representatividad dentro del ecosistema forestal con 152 individuos.

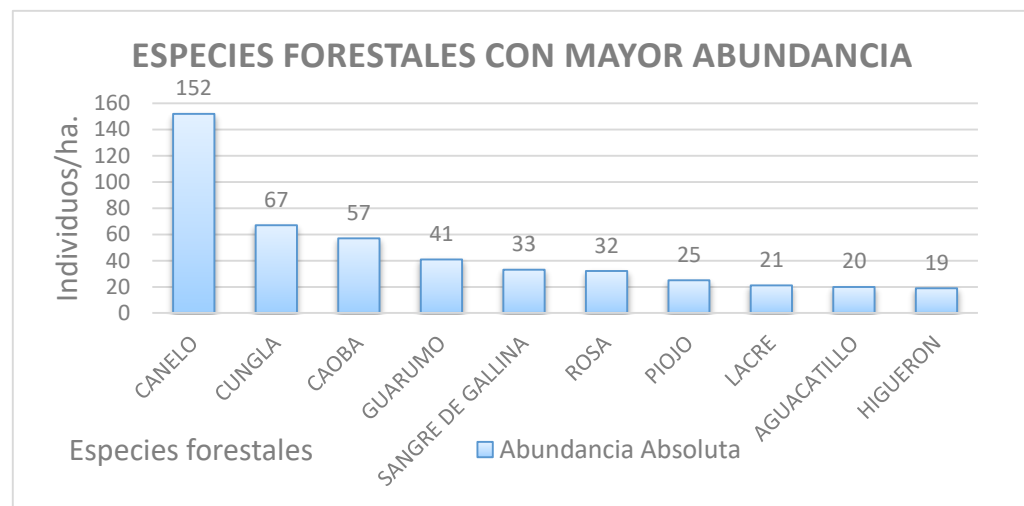


Figura 2 Abundancia de las especies forestales.

Las 38 especies registradas en el presente estudio en la comunidad Brillasol, es levemente inferior a lo conseguido por Valencia Valenzuela (2020) en el “Análisis estructural y diversidad de vegetación arbórea en Chontal Alto de la parroquia García Moreno”, el cual registró 43 especies por hectárea, esto puede deberse principalmente al índice de sitio y la relación con altitud y topografía en los dos sitios. Así también los datos son similares a lo conseguido por Samper y Vallejo (2007) que lograron 575 [$\pm$ 48] individuos ha^{-1} con DAP mayor e igual a 10cm. Así mismo, se obtuvo valores similares a lo registrado por Suatunce et al. (2009) en un estudio realizado en el Bosque Galería en la Maná, cordillera occidental, donde identificaron 56 especies y 686 individuos por hectárea con DAP $\geq$ 10 cm.

De la misma forma, el número de especies registradas en la presente investigación muy inferior a lo registrado por Galindo et al. (2003) en una investigación sobre estructura y composición florística en cuatro bosques andinos de la Cordillera de los Andes en Colombia, el cual reconocieron 93 spp. en el sector La Sierra, 49 spp. en El Venado, 57 spp. en Chontales Bajo, y 45 spp. en Chontales Alto. También es muy inferior a lo

obtenido por Yaguana et al. (2012) en el Inventario forestal realizado en la Reserva Numbala, en Zamora Chinchipe, donde consiguieron un total de 1.091 individuos y 171 especies con DAP ≥ 5 cm.

Dominancia

En la presente investigación se registró un Área Basal promedio de 44,73 m² por hectárea. Las especie forestal que obtuvo el valor de mayor Dominancia fue Canelo (*Ocotea spp.*) con 11,20 m² por hectárea., ver figura 3.

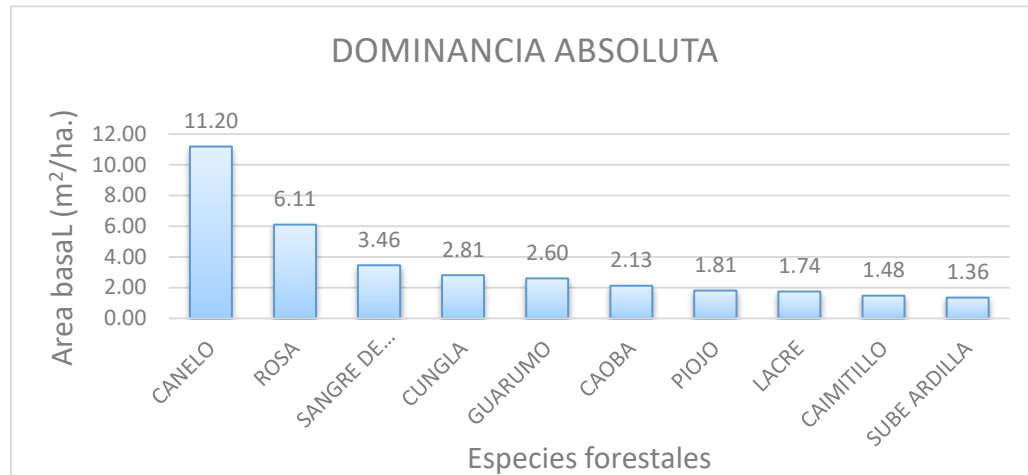


Figura 3. Especies forestales dominantes.

El Área Basal obtenido en la presente investigación es mayor al Área Basal registrado por Valencia Valenzuela (2020) en el “Análisis estructural y diversidad arbórea en la comunidad Chontal Alto de la parroquia García Moreno”; el cual registró 31,39 m² ha⁻¹, esto se debe principalmente a que en Chontal Alto ejecutan actividades antrópicas relacionadas a la corta y extracción selectiva de madera, ocasionando disminución del Área Basal y pérdida de la estructura del bosque. Así mismo, el resultado de Área Basal es similar a lo logrado por Yaguana et al. (2012) que registraron 47,73 m² ha⁻¹, con individuos cuyo DAP fue mayor o igual a 5 cm; en el Inventario forestal ejecutado en la Reserva Numbala de la provincia Zamora Chinchipe.

Frecuencia

Los individuos registrados con mayor frecuencia son: *Cecropia spp.* (Guarumo) con 7,46%; *Ocotea spp.* (Canelo) con 6,72% y *Licania spp.* (Caoba) con 6,72% .Ver figura 4.

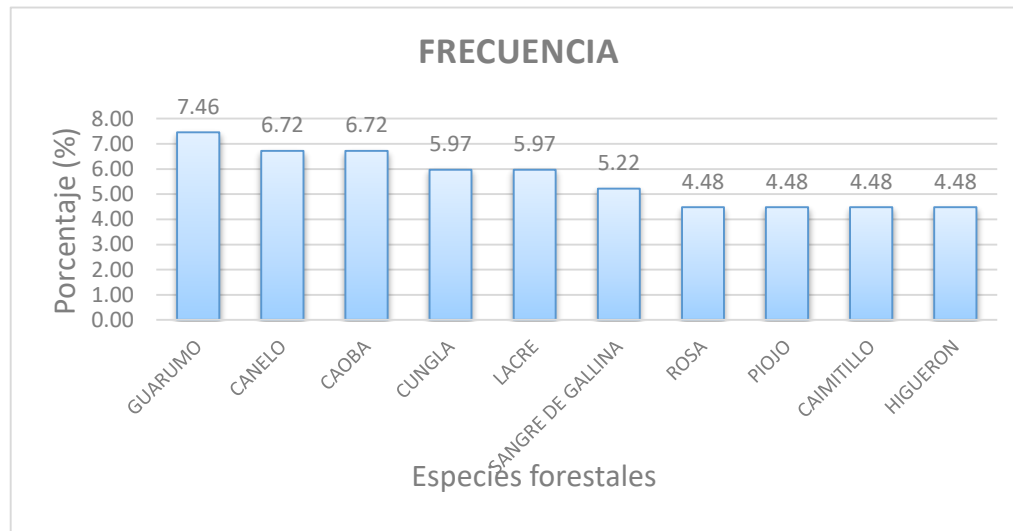


Figura 4 Especies forestales con mayor frecuencia.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Esta medida de cuantificación determina las especies de mayor peso ecológico, en el presente estudio son: Canelo (*Ocotea spp.*) 56,96%; Rosa (*Symplocos spp.*) 23,45% y Cungla (*Trema micrantha*) 23,36%. Ver figura 5.

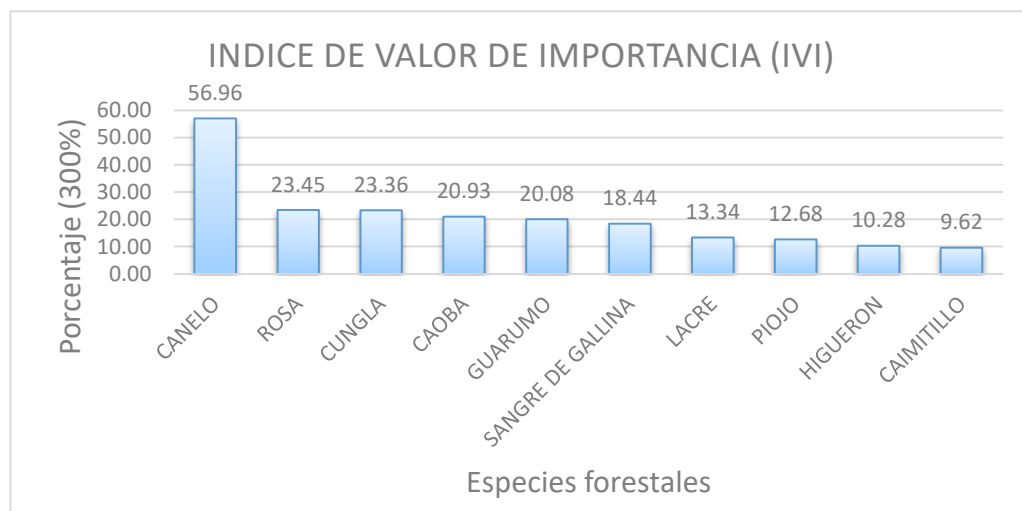


Figura 5 Resultados del Índice de Valor de Importancia (IVI).

La especie que registra el mayor IVI fue Canelo (*Ocotea spp.*), mostrándose como la especie con mayor importancia ecológicamente dentro del área estudiada, esto determina que el índice del sitio es óptimo para el desarrollo de esta especie; además presenta óptimas condiciones edafoclimáticas para la regeneración natural y crecimiento de varias especies. Es importante señalar que el Canelo es una especie muy apetecida

en la zona, ya que la madera posee características tecnológicas adecuadas para realizar edificaciones y elaboración de carrocerías para camiones.

El presente estudio muestra que el Canelo (*Ocotea spp.*) obtuvo el mayor IVI con 56,96%, difiriendo con el estudio de análisis estructural y diversidad de la vegetación arbórea en la comunidad Chontal Alto, parroquia García Moreno; realizado por Valencia Valenzuela (2020) que registró la especie Sangre de gallina (*Otoba spp.*) con el mayor IVI (33,21%); esto puede deberse a diferentes altitudes e índices de sitio que presenta la parroquia García Moreno .

El IVI registrado también difiere con lo obtenido por Garzón et al. (2002) en el “Diagnóstico biótico en la zona de Intag”, ya que registraron la especie Caimitillo (*Gordonia fruticosa*) con un IVI de 79,40%. Así mismo, es disímil a lo conseguido por Galindo et al. (2003) en la Composición florística y estructura de bosques en la Cordillera Andina de Colombia, allí lograron un “IVI” de 29,30% para *Ocotea calophylla* en Chontales Alto y 48,70% para *Quercus humboldtii* en La Sierra.

Índice de Valor de Importancia de Familias (IVIF)

En la figura 6, el “IVIF” para Familias reveló que Lauraceae es la familia más representativa en el área de estudio con 76,6%.

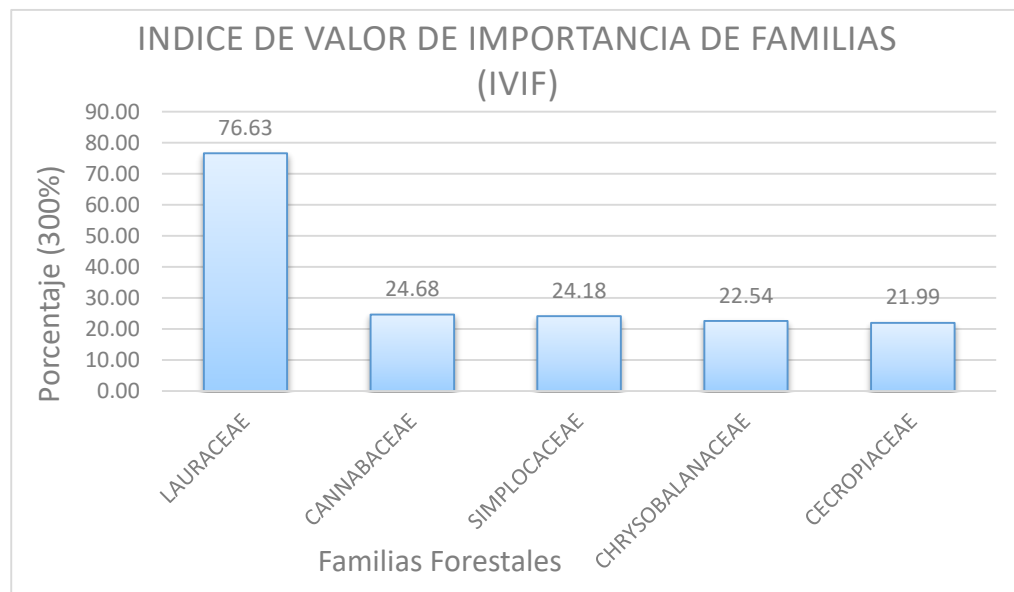


Figura 6 Resultados del “IVIF” para familias.

La familia que alcanzó el mayor IVIF con 76,6% fue Lauraceae y se encuentra representada por nueve especies. Esta investigación da la razón a lo expuesto por Gentry (1995); citado por Yaguana et al. (2012), al mencionar que las familias que tiene mayor grado de importancia en el bosque nublado son: Lauraceae, Melastomataceae y Rubiaceae.

El presente estudio muestra que Lauraceae fue la familia que obtuvo el mayor IVIF, lo cual concuerda con el estudio ejecutado por Valencia Valenzuela (2020) sobre Análisis estructural y diversidad de la vegetación

arbórea en la comunidad Chontal Alto, parroquia García Moreno que incida de igual forma que la familia que obtuvo el mayor IVIF fue Lauraceae.

El IVIF conseguido en este estudio, difiere a lo alcanzado por Alvear et al. (2010) en una investigación realizada en el parque los Nevados en Colombia (2.650-2.900 msnm), obtuvieron un mayor “IVIF” para la familia “Melastomataceae” con 32,2%. Así mismo, es disímil a lo obtenido por Galindo et al. (2003) en la investigación sobre Composición florística y estructura de los bosques andinos en los Andes de Colombia, puesto que consiguieron el mayor “IVIF” para Fagaceae en la Sierra con 49% a 2.400 msnm y en Chontales Bajo con 67% a 2.800 msnm.

Perfil idealizado por clases diamétricas

La figura 7, indica que el mayor número de individuos se hallan en la “clase diamétrica” 1 [≥ 10 cm y < 20 cm”] con 239 individuos por hectárea, seguido de la “clase diamétrica” 2 [≥ 20 cm y < 30 cm”] con 173 individuos por hectárea y el menor número de individuos se registró en la “clase diamétrica” 8 [≥ 80 cm y < 90 cm”] con 4 individuos por hectárea y en la “clase diamétrica” 9 [≥ 90 cm”] con 1 individuo por hectárea.

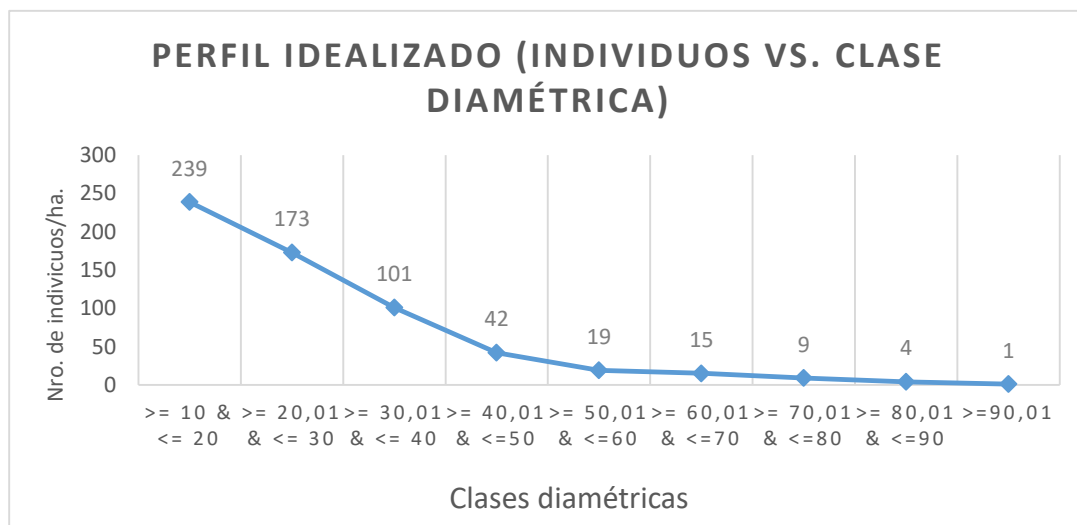


Figura 7 Perfil idealizado del Nro. de individuos por clase diamétrica

La curva de tendencia por clase diamétrica muestra que el ecosistema forestal estudiado posee el mayor número de individuos en “clases diamétricas” menores y presenta una disminución pronunciada en clases diamétricas mayores. La predisposición de la curva es una “J” invertida, e indica que el bosque presenta un crecimiento normal. Así, se ratifica la existencia de individuos jóvenes, que serán el reemplazo de individuos longevos de clases diamétricas superiores; esto confirma lo mencionado por Yaguana et al. (2012), al citar a Lamprecht (1990).

Los valores recabados sobre el Perfil Idealizado de clases diamétricas en esta investigación son semejantes al estudio ejecutado en la Maná, provincia Cotopaxi; realizado por Suatunce et al. (2009), donde registraron alta densidad de individuos con menor diámetro y muy baja densidad de individuos con mayor diámetro.

Volumen del Ecosistema Forestal

En el ecosistema forestal del estudio en la comunidad Brillasol se determinó un volumen total promedio de $643,17 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para árboles con “DAP” mayor o igual a 10 cm. En este sentido, el presente estudio muestra un volumen similar al registrado por Yaguana et al. (2012) con $652,00 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, en un inventario forestal ejecutado en la Reserva Numbala, provincia Zamora Chinchipe en árboles con DAP mayor e igual a 5 cm.

Estructura vertical

Los árboles fueron clasificados en tres estratos (inferior, medio y superior), de acuerdo con la altura total registrada para cada individuo.

- a) Estrato superior (mayor o igual a 24,00 metros).
- b) Estrato medio (mayor o igual a 12,00 metros y menor a 24,00 metros).
- c) Estrato inferior (menor a 12,00 metros).

La Figura 8 muestra el perfil vertical de los árboles registrados en el ecosistema forestal de la comunidad Brillasol. El “estrato inferior” captó el mayor número ($296 \text{ árboles ha}^{-1}$), el “estrato medio” ($242 \text{ árboles ha}^{-1}$) y el “estrato superior” mostró la menor cantidad ($65 \text{ árboles ha}^{-1}$).

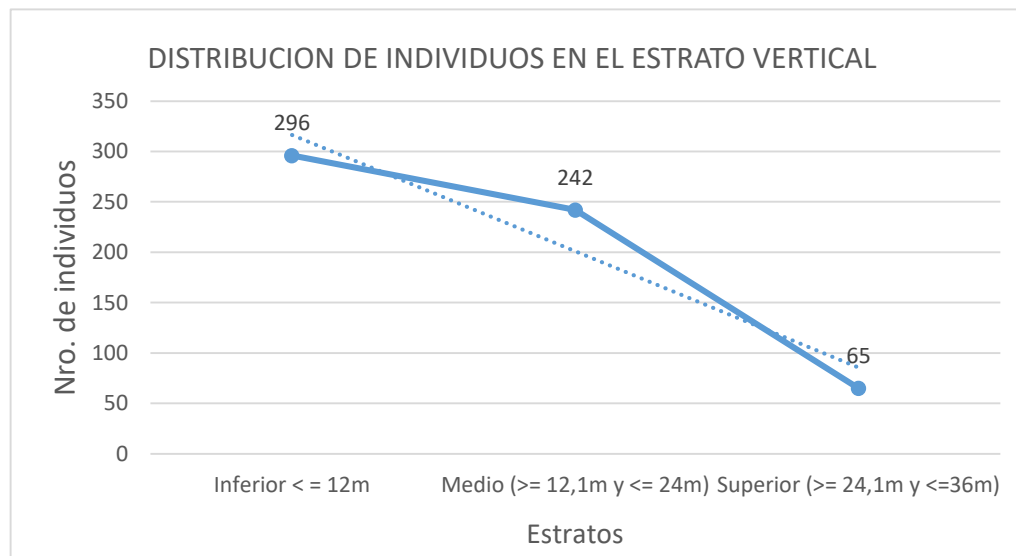


Figura 8. Individuos por estrato vertical.

El ecosistema forestal de la comunidad Brillasol presenta la línea de tendencia en sentido inversamente proporcional, es decir, mayor número de individuos poseen una menor altura total, y un menor número de individuos tienen mayor altura total. Esto demuestra que el crecimiento de las especies forestales del bosque es normal, y que además presenta una adecuada dinámica sucesional, ya que se confirma que la mayor cantidad de árboles jóvenes se encuentran en el “estrato inferior”.

En este estudio se registró $296 \text{ árboles ha}^{-1}$ en el “estrato inferior”, en el “estrato medio” $242 \text{ individuos ha}^{-1}$ y en el estrato superior $65 \text{ individuos ha}^{-1}$; valores similares al estudio elaborado por Valencia Valenzuela (2020), en el “Análisis Estructural y Diversidad de la Vegetación Arbórea en la comunidad Chontal Alto de

la parroquia García Moreno”, que obtuvo el mayor número de árboles en el “estrato inferior” con 291 árboles ha^{-1} , en el estrato medio con 205 árboles ha^{-1} y el estrato superior con menor número de individuos con 37 árboles ha^{-1} . También es equivalente a la investigación ejecutada en la cordillera occidental, en La Maná, provincia Cotopaxi por Suatunce et al. (2009), donde registraron más individuos por hectárea en el “estrato inferior” con 190, el “estrato medio” con 161 árboles ha^{-1} , a su vez en el “estrato superior” registraron la menor cantidad de individuos por hectárea (38); por lo que se obtiene la misma línea de tendencia en los tres estudios.

Valor Fitosociológico (VF)

La tabla 2 presenta el Valor Fitosociológico de los individuos dentro del ecosistema forestal en la comunidad Brillasol, y se obtuvo un valor del 49,09% [estrato inferior]; 40,13% [estrato medio] y 10,78% [estrato superior].

Tabla 2. Valor fitosociológico de las especies.

Estrato	Individuos	Valor Fitosociológico (%)
Inferior	296	49,09
Medio	242	40,13
Superior	65	10,78
TOTAL	603	100,00

Posición sociológica (Ps)

En la tabla 3 se indica la Posición Sociológica (Ps) de los individuos dentro del ecosistema forestal en la comunidad Brillasol, y se obtuvo 26,12% para Canelo (*Ocotea spp.*); 11,58% para Cungla (*Trema micrantha*) y 10,49% para Caoba (*Licania spp.*). La presencia de especies forestales en los tres estratos verticales del bosque revela que son regulares dentro del ecosistema, en cambio los individuos con menor (Ps) fueron Porotón (*Alchornea latifolia*) con 0,04%; Yalte Rojo (*Freziera spp.*) con 0,16% y Malva (*Dendropanax macrophyllum*) con 0,16%; esto demuestra que son irregulares en el perfil vertical del bosque, ya que se encuentran en un solo estrato.

Tabla 3. Resultados de la Posición Sociológica.

ESPECIES	ESTRATO						PS	PS (%)	N°/ha
	“Inferior”		“Medio”		“Superior”				
	Nro/ha	VF (i)	N°/ha	VF(m)	N°/ha	VF(s)			
CANELO	76	0,49	67	0,40	9	0,11	65,03	26,12	152
CUNGLA	42	0,49	19	0,40	6	0,11	28,84	11,58	67
CAOBA	40	0,49	16	0,40	1	0,11	26,11	10,49	57
GUARUMO	5	0,49	32	0,40	4	0,11	15,69	6,30	41
SANGRE DE GALLINA	14	0,49	13	0,40	6	0,11	12,72	5,11	33
PIOJO	10	0,49	15	0,40	0	0,11	10,9	4,38	25
AGUACATILLO	11	0,49	9	0,40	0	0,11	8,99	3,61	20
ROSA	6	0,49	11	0,40	15	0,11	8,99	3,61	32
HIGUERÓN	12	0,49	7	0,40	0	0,11	8,68	3,49	19
LACRE	9	0,49	10	0,40	2	0,11	8,63	3,47	21

Estructura y composición florística de un ecosistema forestal en Brillasol

LECHERILLO	10	0,49	5	0,40	1	0,11	7,01	2,82	16
PILCHE	7	0,49	5	0,40	0	0,11	5,43	2,18	12
MOROCHILLO	11	0,49	0	0,40	0	0,11	5,39	2,16	11
ALPHA	5	0,49	6	0,40	2	0,11	5,07	2,04	13
CAIMITILLO	2	0,49	5	0,40	4	0,11	3,42	1,37	11
CAFETILLO	6	0,49	1	0,40	0	0,11	3,34	1,34	7
CHIRIMOYO	3	0,49	3	0,40	1	0,11	2,78	1,12	7
AGUANOSO/CARACOLI	2	0,49	4	0,40	0	0,11	2,58	1,04	6
PACCHE	2	0,49	3	0,40	0	0,11	2,18	0,88	5
BORRACHO	3	0,49	1	0,40	1	0,11	1,98	0,80	5
DESCONOCIDO	3	0,49	0	0,40	0	0,11	1,47	0,59	3
PICHAN	3	0,49	0	0,40	0	0,11	1,47	0,59	3
ALPHA ROJO	2	0,49	1	0,40	0	0,11	1,38	0,55	3
CASCARA NEGRA	2	0,49	1	0,40	0	0,11	1,38	0,55	3
COLCA	2	0,49	1	0,40	0	0,11	1,38	0,55	3
YALTE BLANCO	1	0,49	1	0,40	2	0,11	1,11	0,45	4
CANELO AMARILLO	2	0,49	0	0,40	1	0,11	1,09	0,44	3
JIBARO	2	0,49	0	0,40	0	0,11	0,98	0,39	2
SUBE ARDILLA	0	0,49	1	0,40	4	0,11	0,84	0,34	5
FLOR ROSADA	0	0,49	2	0,40	0	0,11	0,8	0,32	2
ROBLE BLANCO	1	0,49	0	0,40	1	0,11	0,6	0,24	2
COSTILLA	1	0,49	0	0,40	0	0,11	0,49	0,20	1
PEROL	1	0,49	0	0,40	0	0,11	0,49	0,20	1
CASTAÑO	0	0,49	0	0,40	4	0,11	0,44	0,18	4
AGUACATE	0	0,49	1	0,40	0	0,11	0,4	0,16	1
MALVA	0	0,49	1	0,40	0	0,11	0,4	0,16	1
YALTE	0	0,49	1	0,40	0	0,11	0,4	0,16	1
POROTÓN	0	0,49	0	0,40	1	0,11	0,11	0,04	1
	296		242		65		248,99	100	603

La Posición Sociológica de las especies forestales en este estudio es diferente a la investigación realizada por Valencia Valenzuela (2020) denominada: “Análisis Estructural y Diversidad de la Vegetación Arbórea en la Comunidad Chontal Alto en la parroquia García Moreno”; ya que obtuvo valores de 8,57% en *Otoba spp* (Sangre de gallina); 7,53% en *Endlicheria spp.* (Alpha) y 6,26%; en *Miconia spp.* (Colca). También se obtuvo valores diferentes a los obtenidos por Suatunce et al. (2009) en el estudio ejecutado en La Maná, Cotopaxi; ya que obtuvieron especies con distribución perenne en los tres estratos; en el Lote 1 (*Cordia alliodora*, *Castilla elástica* y *Cecropia spp.*); en el Lote 2 (*Brosimum alicastrum*, *Castilla elástica* y *Castilla lútea*); en el Lote 3, (*Matisia spp.* y *Castilla elástica*).

Perfil Idealizado de altura comercial y altura total

En la figura 9, se observa los promedios de Altura total (Ht) y Altura comercial (Hc) de los individuos que conforma el ecosistema forestal en estudio, es así, que las unidades de muestreo 01 y 02 se registró el mayor promedio en (At) con 18,33 metros y 17,05 metros respectivamente; y en las unidades de muestreo 04 y 10 muestran el promedio de (Ac) más alta con 10,61 metros y 8,73 metros respectivamente.

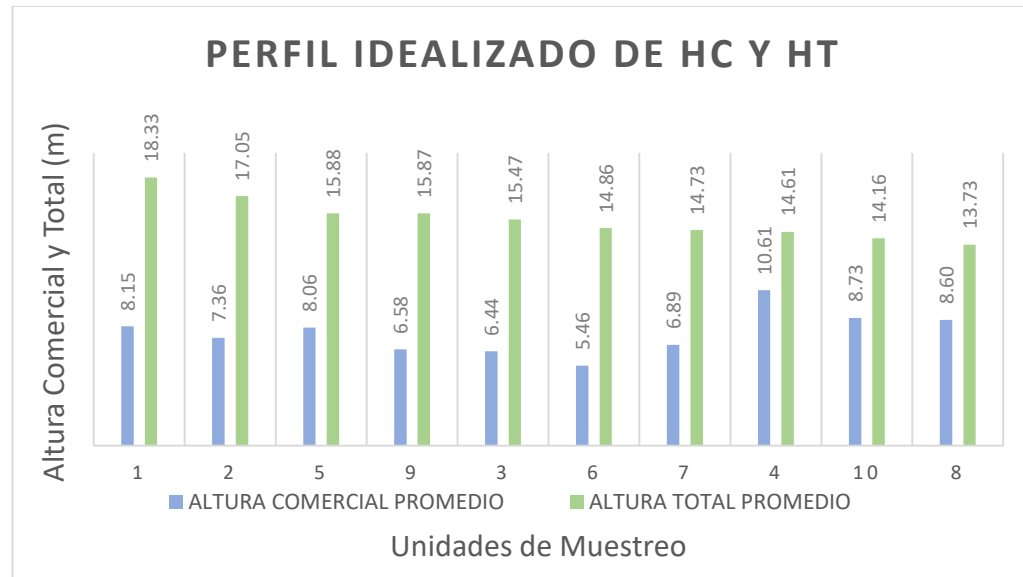


Figura 9 Perfil Idealizado de alturas total y comercial.

Diversidad de la vegetación arbórea

Índice de Shannon–Weaver [H']

La tabla 4, presenta los individuos (Fustales) con $DAP \geq 10$ cm dentro del área de estudio con un Índice de diversidad de Shannon [H'] de 2,80.

Tabla 4. Índice de diversidad [Shannon (H')].

N	Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Índice - Shannon
1	CANELO	152	0,252	-0,347
2	CUNGLA	67	0,111	-0,244
3	CAOBA	57	0,095	-0,223
4	GUARUMO	41	0,068	-0,183
5	SANGRE DE GALLINA	33	0,055	-0,159
6	ROSA	32	0,053	-0,156
7	PIOJO	25	0,041	-0,132
8	LACRE	21	0,035	-0,117
9	AGUACATILLO	20	0,033	-0,113
10	HIGUERÓN	19	0,032	-0,109
11	LECHERILLO	16	0,027	-0,096
12	ALPHA	13	0,022	-0,083
13	PILCHE	12	0,020	-0,078
14	CAIMITILLO	11	0,018	-0,073
15	MOROCHILLO	11	0,018	-0,073
16	CAFETILLO	7	0,012	-0,052
17	CHIRIMOYO	7	0,012	-0,052

18	AGUANOSO/CARACOLI	6	0,010	-0,046
19	BORRACHO	5	0,008	-0,040
20	PACCHE	5	0,008	-0,040
21	SUBE ARDILLA	5	0,008	-0,040
22	CASTAÑO	4	0,007	-0,033
23	YALTE BLANCO	4	0,007	-0,033
24	ALPHA ROJO	3	0,005	-0,026
25	CANELO AMARILLO	3	0,005	-0,026
26	CASCARA NEGRA	3	0,005	-0,026
27	COLCA	3	0,005	-0,026
28	DESCONOCIDO	3	0,005	-0,026
29	PICHAN	3	0,005	-0,026
30	FLOR ROSADA	2	0,003	-0,019
31	JIBARO	2	0,003	-0,019
32	ROBLE BLANCO	2	0,003	-0,019
33	AGUACATE	1	0,002	-0,011
34	COSTILLA	1	0,002	-0,011
35	MALVA	1	0,002	-0,011
36	PEROL	1	0,002	-0,011
37	POROTÓN	1	0,002	-0,011
38	YALTE	1	0,002	-0,011
TOTAL		603	1	-2,80
		SUMATORIA * (-)		2,80

El Índice de Shannon (H') obtenido dentro del ecosistema forestal en la comunidad Brillasol, muestra que la diversidad arbórea es media; según lo expuesto por Magurran (1988).

La presente investigación con Índice de Shannon (H') de 2,80; es similar a lo obtenido por Suatunce et al. (2009), ya que obtuvieron en el lote uno un Índice de Shannon de 2,77; en el lote dos 2,37; y en el lote tres 2,44. También muestra valores equivalentes a los conseguidos por el “Ministerio del Ambiente y Desarrollo Territorial de Colombia” (2010) en la Investigación de Ordenamiento forestal en la reserva campesina en Guaviare-Colombia, que obtuvieron Índices de Shannon de 2,91; 3,03; 2,74 y 2,84; en los cuatro sitios.

Índice de Simpson (D')

La tabla 5 exhibe el Índice de Diversidad de [Simpson (D')] para las especies en la comunidad Brillasol con valor (D') = 0,10 que revela “Dominancia baja” y el valor ($1-D'$) = 0,90 que muestra una “Diversidad alta”; también se obtuvo el Índice Inverso de Simpson ($1/D'$) = 9,67. El ecosistema forestal en estudio presenta [baja Dominancia] y [alta Diversidad], con reparto regular de especies (Magurran, 1988).

Tabla 5 . Índice de Diversidad de Simpson (D')

N	Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	[D']
1	CANELO	152	0,2521	0,06354
2	CUNGLA	67	0,1111	0,01235
3	CAOBA	57	0,0945	0,00894
4	GUARUMO	41	0,0680	0,00462

Estructura y composición florística de un ecosistema forestal en Brillasol

5	SANGRE DE GALLINA	33	0,0547	0,00300
6	ROSA	32	0,0531	0,00282
7	PIOJO	25	0,0415	0,00172
8	LACRE	21	0,0348	0,00121
9	AGUACATILLO	20	0,0332	0,00110
10	HIGUERÓN	19	0,0315	0,00099
11	LECHERILLO	16	0,0265	0,00070
12	ALPHA	13	0,0216	0,00047
13	PILCHE	12	0,0199	0,00040
14	CAIMITILLO	11	0,0182	0,00033
15	MOROCHILLO	11	0,0182	0,00033
16	CAFETILLO	7	0,0116	0,00014
17	CHIRIMOYO	7	0,0116	0,00014
18	AGUANOSO/CARACOLI	6	0,0099	0,00010
19	BORRACHO	5	0,0083	0,00007
20	PACCHE	5	0,0083	0,00007
21	SUBE ARDILLA	5	0,0083	0,00007
22	CASTAÑO	4	0,0066	0,00004
23	YALTE BLANCO	4	0,0066	0,00004
24	ALPHA ROJO	3	0,0050	0,00003
25	CANELO AMARILLO	3	0,0050	0,00003
26	CASCARA NEGRA	3	0,0050	0,00003
27	COLCA	3	0,0050	0,00003
28	DESCONOCIDO	3	0,0050	0,00003
29	PICHAN	3	0,0050	0,00003
30	FLOR ROSADA	2	0,0033	0,00001
31	JIBARO	2	0,0033	0,00001
32	ROBLE BLANCO	2	0,0033	0,00001
33	AGUACATE	1	0,0017	0,000003
34	COSTILLA	1	0,0017	0,000003
35	MALVA	1	0,0017	0,000003
36	PEROL	1	0,0017	0,000003
37	POROTÓN	1	0,0017	0,000003
38	YALTE	1	0,0017	0,000003
TOTAL		603	1	0,1
		D (dominancia baja)		0,1
		1-D (diversidad alta)		0,9
		1/D (índice inverso)		9,67

El índice obtenido esta investigación es similar a lo conseguido por (Sonco, 2013) en una publicación de Diversidad en tres sitios de bosque en La Paz, Bolivia; con Índices de Simpson “D1 = 0,03” en Mamacona; “D2 = 0,02” en Santo Domingo y “D3 = 0,01” en Wayrapata. También es similar a lo conseguido por Zarco et al. (2010) en una investigación sobre Estructura y diversidad de vegetación forestal realizado en Macuspana - Tabasco; que obtuvieron un Índice de Simpson (D) = 0,17 en cuatro unidades de muestreo.

Conclusiones

La especie forestal con mayor “Índice de Valor de Importancia” (IVI) fue Canelo (*Ocotea spp.*), considerada una especie forestal predominante y con alto valor ecológico dentro del ecosistema forestal. El Área Basal obtenida en el bosque estudiado fue 44,73 m² ha⁻¹, con un volumen de 643,17 m³ ha⁻¹, esto demuestra que el sitio en estudio posee condiciones edafoclimáticas propicios para el desarrollo de las especies forestales. La mayor número de individuos se encuentran en el “estrato inferior” de la estructura vertical del bosque, por lo que se considera un bosque que es permisible para realizar un manejo forestal. La especie forestal con mayor “Posición Sociológica” fue Canelo (*Ocotea spp.*), esto indica que la especie está presente en los tres estratos verticales del bosque.

Recomendaciones

- Se debe efectuar nuevos estudios sobre el comportamiento de especies forestales dentro del ecosistema forestal en la comunidad Brillasol.
- Se debe realizar un manejo forestal sostenible del bosque, para conservar la diversidad de especies forestales y asegurar una producción a largo plazo.
- Difundir los resultados de este estudio en comunidades aledañas, sobre la importancia de la diversidad arbórea, estructura y manejo forestal sostenible del bosque.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial al Sr. Hugo Lucero, propietario del predio donde se realizó el estudio, por el apoyo incondicional en la ejecución de esta investigación.

Referencias

- Alvear, M., Betancur, J., & Franco-Rosselli, P. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del parque nacional Natural los nevados, cordillera central Colombiana. *Caldasía*, 32(1), 39+.
<https://link.gale.com/apps/doc/A301555370/AONE?u=anon~102f2b38&sid=googleScholar&xid=cc3a0685>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*, Publicado en el Registro Oficial No. 983, del 12 de abril del 2017. Ecuador. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf

- Congo Espinosa, G. W. (2017). *Evolución del aprovechamiento forestal de origen legal en la provincia de Napo* [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6106>
- Congo Espinosa, M. G. W., Valencia Valenzuela, M. X. G., Jaramillo Vallejos, M. J. R., Jaramillo Paredes, I. F. J. A., & Garrido Aguilar, I. F. L. F. (2022). Autorizaciones administrativas de productos forestales maderables en los ecosistemas de la provincia de Napo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 4204-4216. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3388
- Congo Espinosa, G. W., Valencia Valenzuela, X. G., Paredes Rodríguez, H. O., Carvajal Benavides, J. G., Yépez Duque, E. S., & Revelo Ruiz, S. V. (2023). Manejo forestal sostenible del Pambil en la amazonia ecuatoriana. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 5251-5277. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6548
- Congo Espinosa, G. W., Valencia Valenzuela, X. G., Yépez Duque, E. S., Rosero Chamorro, E. G., Revelo Ruiz, S. V., & Hernández Carrillo, R. W. (2024). Costos de aprovechamiento del Pambil (Iriartea deltoidea; Ruiz & Pav.) en la Amazonía Ecuatoriana: Costs of using Pambil (Iriartea deltoidea; Ruiz & Pav.) in the Ecuadorian Amazon. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(1), 2339 – 2353. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1752>
- Curtis, J. T. & McIntosh, R. P. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology* 32(3): 476-496. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=An+Upland+Forest+Continuum+in+the+Prairie-Forest+Border+Region+of+Wisconsin&author=Curtis+J.+T.&author=McIntosh+R.+P.&publication_year=1951&journal=Ecology&volume=32&issue=3&pages=476-96
- FAO y PNUMA. (2020). El estado de los bosques del mundo. Los bosques, la biodiversidad y las personas. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- Finol, U., H. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Forestal Venezolana*, 14 (21): 29-42.
- Finol, U., H. (1976). Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos. *Forestal Venezolana*, 19 (26):17-44.
- Galindo Tarazona, R., Betancur Betancur, J. y Cadena Morales, J. (2003). *Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna guanentá-alto río fonce, cordillera oriental colombiana*. Caldasia. 25(2) 2003: 313-335. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39393/41286>
- Garzón Flores, B. H., Paredes Rodríguez, H. O., Valencia Valenzuela, X. G., & Trejo Cuásquer, J. F. (2024). Propiedades tecnológicas de la madera de *Chrysophyllum argenteum* Jacq; procedente de la parroquia Santa Rita, provincia Esmeraldas. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(1), 336–365. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i1.1003>

- Garzón, C., Aguirre, J., Enriquez, S., Chamorro, W., Moreno, P., Reyes, M., & Yanez, M. (2002). Diagnóstico preliminar biótico en Loma Redonda y la Primavera, reserva Alto Choco, Fundación Zobreviven, sector Intag, Cotacachi.
- Jaramillo, C. A. (2001). *Dasometría*. Ibarra, Ecuador: Editorial universitaria.
- Magurran A., E. (1988). *Ecological diversity and its mensurement*. Princenton University Press. New Jersey. EEUU.
- Ministerio del Ambiente [MAE]. (2011). Familias y géneros arbóreos del Ecuador: Manual de identificación. Quito: Autor. https://enf.ambiente.gob.ec/web_enf/documentos/familiasGenerosArboreos.pdf
- Ministerio del Ambiente [MAE]. (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Quito: Recuperado de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf
- Ministerio del Ambiente [MAE]. (2015). Acuerdo Ministerial No. 125. Norma para el Manejo Forestal Sostenible de los Bosques Húmedos. Publicada en el *Registro Oficial* No. 272, del 23 de febrero del 2015. Ecuador: Recuperado de <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC162523/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2023). *Mapa interactivo*. Quito: Recuperado de <http://ide.ambiente.gob.ec:8080/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente y Desarrollo Territorial de Colombia. (2010). *Ordenamiento forestal productivo para la zona de reserva campesina para el departamento del Guaviare*. San Juan del Guaviare, Colombia: Autor.
- Mugmal Cancán , L. D., Revelo Ruiz , S. V., Congo Espinosa , G. W., Valencia Valenzuela , X. G., Trejo Cuásquer , J. F., & Benalcázar Villalba , S. M. (2023). Servicios Ecosistémicos del bosque protector “Loma de Guayabillas”, del cantón Ibarra. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 6247-6265. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6626
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). *Agenda de desarrollo sostenible 2015-2030*. Nueva York: ONU. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals/vida-ecosistemas-terrestres>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2016). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Como están cambiando los bosques del mundo. Roma-Italia. Segunda edición. <https://www.google.com.ec/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.fao.org/3/i4793s/i4793s.pdf&ved=2ahUKEwisvbmKjPEAxV0RzABHZ9NCqkQFnoECA8QAAQ&usg=AOvVaw2YDZTT8SmL5oFII-H24eAz>
- Paredes Rodríguez, M. H. O., Valencia Valenzuela , M. X. G., Carvajal Benavides, M. J. G., Yépez Placencia , M. R. de L., & Jaramillo Paredes, I. J. A. (2022). Potencial forestal del territorio Awa, una zona en la mirada de muchos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 5192-5213. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.3009
- Samper, C., & Vallejo, M. (2007). Estructura y dinamica de poblaciones de plantas en un bosque andino. *Colomb. Cienc.*, 31 (118). https://www.accefyn.com/revista/Vol_31/118/57-68.PDF

- Suatunce, J., Veliz, A., & Cunuhay, D. (2009). Composición florística y estructural del remanente de bosque de galería de la Corporación Agrícola San Juan, cantón La Mana, provincia de Cotopaxi, Ecuador. *Tecnológica*, (22), 45 - 50. https://www.researchgate.net/publication/277841608_Composicion_Floristica_y_Estructura_del_Reманente_de_Bosque_de_Galeria_de_la_Corporacion_Agricola_San_Juan_Canton_La_Mana_Provincia_de_Cotopaxi_Ecuador
- Valencia Valenzuela, X. G. (2020). *Análisis estructural y diversidad de la vegetación arbórea, en las comunidades brillasol y chontal alto de la parroquia García Moreno, cantón Cotacachi* [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9759>
- Valencia Valenzuela, X. G., Paredes Rodríguez, H. O., Trejo Cuasquer, J. F., & Mullo Ramírez, K. E. (2022). Aprovechamiento forestal en la parroquia García Moreno de la provincia Imbabura, periodo 2015-2019. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 4379-4395. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2566
- Valencia Valenzuela, X. G., Paredes Rodríguez, H. O., Rosero Mier, M. M., Pozo Andrade, V. M., & Yépez Duque, E. S. (2022). Variabilidad del aprovechamiento forestal en la provincia Imbabura, periodo 2015-2019. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 2863-2981. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2806
- Valencia Valenzuela, X. G., Congo Espinosa, M. G. W., Jaramillo Vallejos, M. J. R., Ipiates Acosta, I. F. F. J., & Jaramillo Paredes, I. F. J. A. (2022). Estructura y diversidad arbórea del área de intervención de la concesión minera en la provincia Imbabura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 2536-2554. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3262
- Valencia Valenzuela, X. G., Rosero Chamorro, E. G., Yépez Duque, E. S., & Jaramillo Vallejos, J. R. (2023). Inventario de recursos forestales del área de intervención de la concesión minera no metálica en Otavalo, provincia Imbabura. *Tesla Revista Científica*, 3(1), e144. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e144>
- Valencia Valenzuela, X. G., Revelo Ruiz, S. V., Congo Espinosa, G. W., Montenegro Verdugo, R. B., Yépez Duque, E. S., & Trejo Cuásquer, J. F. (2023). Determinación del factor de forma de copal (*Dacryodes olivifera* Cuatrec.), en la parroquia Lita, cantón Ibarra. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 3299-3326. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.8920
- Yaguana, C., Lozano, D., Neill, D., & Asanza, M. (2012). Diversidad florística y estructura del bosque nublado del Río Numbala, Zamora-Chinchipe, Ecuador: El “bosque gigante” de Podocarpaceae adyacente al Parque Nacional Podocarpus. *Ciencia y Tecnología*, (226). Recuperado de <https://www.uea.edu.ec/.../diversidad-floristica-bosque-nublado-revista-cientifica-artic...>
- Zarco-Espinosa, V., Valdez-Hernández, J., Ángeles-Pérez, G., & Castillo-Acosta, O. (2010). ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DEL PARQUE ESTATAL AGUA BLANCA, MACUSPANA, TABASCO. *Universidad y Ciencia*, 26(1), 1-17. [fecha de Consulta 14 de Marzo de 2024]. ISSN: 0186-2979. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15416251001>

