

EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA DE LA QUEBRADA SHULLUM, BOSQUE PROTECTOR ILALÓ, ECUADOR

Santiago Curipoma^{1*}, Anita Argüello¹, Álvaro J. Pérez²

¹Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador.

²Herbario QCA, Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

*Autor para correspondencia: sgfivbmk@hotmail.com

Recibido: 2020/09/25

Aprobado: 2021/05/27

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i24.631>

RESUMEN

La conservación de remanentes nativos es una prioridad para la recuperación de ecosistemas fragmentados por acción antrópica. En este estudio se evaluó la diversidad florística en el ecosistema de la quebrada Shullum en el Bosque Protector Ilaló, a través del análisis de su composición florística. Se encontraron 18 especies florísticas de las cuales 2 especies están catalogadas como endémicas (*Croton wagneri* y *Eugenia valvata*), además las especies *Dasyphyllum popayanense*, *Eugenia valvata* y *Citharexylum ilicifolium* fueron clasificadas como especies indicadoras del ecosistema. Se halló un ecosistema de transición con características ecológicas interceptas entre los ecosistemas Arbustal Semidecíduo del norte de los Valles y Arbustal SiempreVerde Montano del Norte de los Andes. Este ecosistema de transición se encuentra dominado por especies florísticas como *Mimosa quitensis*, *Dasyphyllum popayanense*, *Eugenia valvata*, y algunas especies del género *Myrcianthes*. El presente estudio expuso la situación de vulnerabilidad en la que se encuentra el ecosistema de la quebrada Shullum y en consecuencia todo el Bosque Protector Ilaló.

Palabras clave: Composición florística, ecosistema, estado de conservación, especies indicadoras, remanente.

ABSTRACT

The conservation of native remnants is a priority for the recovery of fragmented ecosystems by anthropic action. In this study, the floristic diversity in the ecosystem of the Shullum creek in the Ilaló Protective Forest was evaluated, through the floristic composition analysis. 18 floristic species were found of which 2 species are classified as endemic (*Croton wagneri* and *Eugenia valvata*), in addition the species *Dasyphyllum popayanense*, *Eugenia valvata* and *Citharexylum ilicifolium* were classified as indicator species of the ecosystem. A transitional ecosystem with intercepting ecological characteristics was found between the ecosystems of the Semideciduous Shrub Forest of the North Valleys and the Evergreen Montane Shrub Forest of the North Andes. This transitional ecosystem is dominated by floristic species such as *Mimosa quitensis*, *Dasyphyllum popayanense*, *Eugenia valvata*, and some species of the *Myrcianthes* genus. The present study exposed the situation of vulnerability in which the Shullum creek ecosystem is found and consequently the entire Ilaló Protective Forest.

Keywords: Conservation status, ecosystem, floristic composition, indicator species, remnant.



INTRODUCCIÓN

Los bosques protectores en el Ecuador han sufrido una continua presión antrópica, lo que implica la pérdida de la biodiversidad nativa (De Koning, Veldkamp y Fresco, 1999). Para el caso de los valles interandinos los efectos de la actividad antrópica se aumentan dependiendo de la situación geográfica y política que envuelve a estos accidentes geográficos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). Algunos problemas graves en las laderas de montaña de este ecosistema son la acelerada escorrentía y erosión de suelo; suelos que alguna vez fueron fértiles y cultivados, y que ahora están abandonados o son llamados comúnmente "barbecho", y presentan un reto en el campo científico y práctico para su recuperación y restauración (Harde, 1996; Jaboyedoo *et al.*, 2016).

Muchos son los elementos que participan en la degradación y/o pérdida de un ecosistema como es el caso de un bosque protector, siendo importante el desconocimiento del equilibrio ecosistémico y de los servicios ambientales que brindan los bosques (Núñez, González y Barahona, 2003). La degradación de un ecosistema acarrea consigo una pérdida de biodiversidad que para el caso del volcán Ilaló, es alarmante, dado el hecho de que este volcán alberga en sus remanentes las últimas especies florísticas que estuvieron prosperando en los valles circundantes al volcán. Y, si a este hecho se adiciona que, el grado de recuperación de la vegetación y de sus suelos depende o está determinada por la economía y la geografía del lugar (Harden, 1996, Jaboyedoo *et al.*, 2016), su degradación continuará mientras no haya cambios en el aprovechamiento de los recursos naturales. Además, se debe considerar que la combinación entre factores biológicos, químicos y mecánicos hace que la pérdida de suelo sea un problema más grave en lugares con pendientes fuertes (Harden, 2000).

Son muchos los estudios realizados en las inmediaciones de los valles interandinos que describen la diversidad de flora, así como su estructura ecológica, lo que ha permitido tener un bagaje de conocimiento de las especies y su rol ecológico (Lozano *et al.*, 2018; Chunchu y Chunchu, 2019). Esto a su vez ha permitido desarrollar comprensión hacia el uso adecuado de la biodiversidad (Franco *et al.*, 2016).

En la zona que comprende los valles de los Chillos y Tumbaco, diversos estudios descriptivos mencionan la característica de relictos, lo que hace de estos sitios un interés científico incalculable (Valencia, 1988; Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, 2006; Rúaes, 2007).

La ausencia de propuestas claras y adaptables ha hecho que los ecosistemas perturbados, dentro del Volcán Ilaló, queden expuestos a un detrimento progresivo en su estructura y funcionalidad natural, que a su vez impide que el ser humano consiga los ilimitados beneficios de los servicios ambientales que estos ecosistemas brindan (Piro, Meynell, y Elder, 2000).

Sin embargo, no se deteriora únicamente la calidad biológica del ecosistema, sino que también se puede llegar a perder la identidad cultural de los pueblos asentados alrededor del ecosistema del volcán Ilaló, y con ellos, la exquisita historia antropológica de los primeros asentamientos humanos en el Ecuador y su historia paleontológica (Grumbine, 1994; Curipoma 2019).

Por estas y muchas otras razones, la generación del conocimiento científico debe ser el pilar fundamental para la toma de decisiones oportunas y eficaces para combatir el deterioro ambiental en esta área (Christensen *et al.*, 1996).

MÉTODOS

Área de estudio

El lugar de estudio se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha, Distrito Metropolitano de Quito, Gobierno Autónomo Descentralizado de Tumbaco, entre las comunidades Comuna Leopoldo N. Chávez y Comuna Central. El sitio comprende la cuenca alta de la quebrada Shullum, cuerpo de agua estacional que posee una longitud total de 4 100 m. La cota alta de la quebrada se encuentra a 2 980 msnm (78°24'45.79"O 0°14'33.42"S) y la desembocadura que finaliza en el río San Pedro a 2 285 msnm (78°25'16.98"O 0°13'4.03"S).

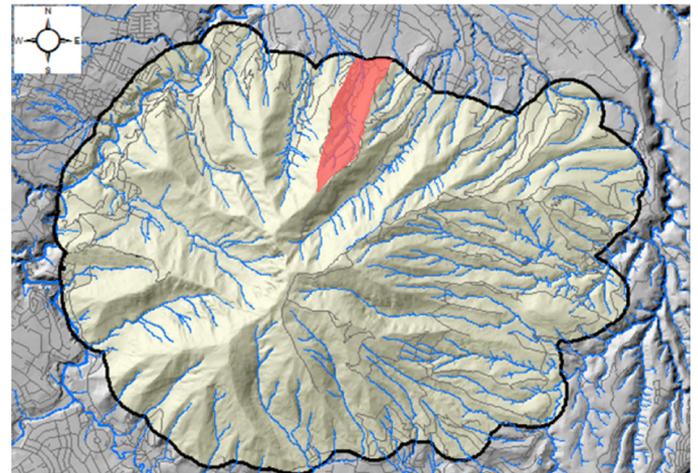


Figura 1. Área de estudio (rojo) en el Bosque Protector Ilaló, Quito, Ecuador. Fuente: López (2014) [Modificado].

El área comprende 48 Ha. y un perímetro de 3 000 m. dentro del Bosque Protector Ilaló. Los datos correspondientes a altitud tienen intervalos desde los 2 600 hasta los 2 980 msnm.

Según el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (Ministerio del Ambiente del Ecuador 2013), el área de estudio se encuentra dentro de los ecosistemas Bosque y Arbustal Semidecíduo del norte de los Valles (BmMn01) y Arbustal SiempreVerde Montano del Norte de los Andes (AsMn01). Además, comparte algunas características con el ecosistema Bosque Siempreverde montano de la Cordillera Occidental de los Andes (BsMn03).

El principal problema que presentó la zona de estudio fue la fuerte presión antrópica debido a la proximidad con infraestructuras viales y civiles, lo que hace de este lugar una zona de inmediata intervención para conservar la biodiversidad que aún posee.

Fase de campo

Para el muestreo se aplicaron tres transectos lineales de 5 x 100 m a una distancia de 217 m entre cada transecto. Se siguió la metodología planteada por Bonifacio y Todd (2000), y Ministerio del Ambiente Perú (2015) con algunas modificaciones, dadas las condiciones geomorfológicas del área de estudio, y apoyados en investigaciones de similares circunstancias (Oleas *et al.*, 2016).

En cada transecto se registró a todas las especies de plantas leñosas con un DAP \geq 2,5 cm, con la finalidad de contabilizar el mayor número de individuos y especies. Todos los individuos fueron identificados en las instalaciones del Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (QCA).

Evaluación de especies indicadoras

Para conocer las especies que presentan características de indicadores del grado de intervención del área de estudio se utilizó el método de valor indicador (Dufrene y Legendre, 1997), y se comparó la información con estudios realizados en zonas mejor conservadas dentro del Bosque Protector (Museo Ecuatoriano de Ciencias Biológicas, 2010; Curipoma et al., 2018). Además, se emplearon los índices de valor de importancia por especie y familiar, para proporcionar información acerca de las especies más representativas del área de estudio. De esta forma se puede establecer las condiciones ecológicas en las que se encuentra el ecosistema de estudio.

Se procedió a la aplicación de coeficientes de similitud y análisis de conglomerados, para comparar la información del presente estudio con estudios similares llevados a cabo en años anteriores. También se validó información por medio de consulta en bases de datos como la Bioweb®, Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN y Especies para la restauración de la UICN (IUCN, 2019).

Análisis cualitativo

Se procedió a medir la apreciación y conocimiento ambiental de los pobladores que se encuentran asentados alrededor de la zona de estudio o que están relacionados con este en el desenvolvimiento de sus actividades personales.

Para este componente fue necesaria la utilización de encuestas cualitativas (200 encuestas), el cual dictó que la valoración ambiental de los pobladores que están establecidos en un lugar está conformada por contestaciones que emiten juicios y/o estimaciones que en muchos de los casos inmiscuyen consideraciones afectivas y negativas relacionadas al tema ambiental.

En este mismo sentido, se realizaron 4 conversatorios (entrevistas) con los cabildos o presidencias comunales para por medio de estas encontrar las vulnerabilidades y los emprendimientos realizados por las comunas para la conservación del ecosistema objeto de estudio.

Se realizó el análisis cualitativo con la metodología M.A.R.I.S.C.O que permitió revelar los principales beneficios que el Volcán Illaló brinda a las personas relacionadas con este volcán (Ibisch y Hobson, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura florística

Se registraron un total de 192 individuos con un DAP \geq 2,5 cm representados por 10 familias, 17 géneros y 18 especies, y solamente una morfo-especie se llegó a identificar hasta el nivel de género. La familia que presentó mayor número de especies fue Myrtaceae con 4 especies (22,2%), seguida de Verbenaceae con 3 especies (16,6%) y Asteraceae con 2 especies (11,1%), el resto de familias tuvieron 1 especie (5,5%) y estas en conjunto representan 9 especies (49,5%).

Al analizar los datos por medio del Indicador de Valor (IndVal), las 3 especies que mostraron los valores más elevados fueron *Dasyphyllum popayanense*, *Eugenia valvata* y *Citharexylum ilicifolium*, los mismos que revelaron un valor significativo ($P < 0,05$) y que pueden ser considerados como indicadores del hábitat, es decir, son especies que manifiestan la estructura y la funcionalidad del ecosistema dónde se encuentran (Martín, 2019).

Tabla 1. Indicador de Valor de especie. Se muestran las 10 especies florísticas con los valores (IndVal) más altos.

Especies	IndVal	Pvalue
<i>Dasyphyllum popayanense</i> (Hieron) Cabrera	0,528	0,001
<i>Eugenia valvata</i> McVaugh	0,513	0,001
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	0,470	0,001
<i>Duranta triacantha</i> Juss	0,451	0,002
<i>Mimosa quitensis</i> Benth	0,447	0,001
<i>Lycianthes lycioides</i> (L.) Hassl	0,400	0,002
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav) Pers	0,324	0,004
<i>Berberis hallii</i> (Hieron)	0,220	0,031
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	0,200	0,042
<i>Boehmeria celtidifolia</i> Kunth	0,200	0,025

La diversidad florística en la quebrada Shullum dentro del Bosque Protector Illaló presenta dominancia de especies nativas como *Dasyphyllum popayanense*, *Eugenia valvata*, *Citharexylum ilicifolium*, *Duranta triacantha*, *Mimosa quitensis*, *Lycianthes lycioides*, *Baccharis latifolia*, así como 2 especies del género *Myrcianthes*. Estas especies presentan gran adaptabilidad para el sitio dónde están establecidas, dada su historia natural y el proceso adaptativo en el que han estado inmersos (Jørgensen y León, 1999; Ramírez, 2015; Jadán, 2017). Con base en las características biológicas y abióticas encontradas se puede identificar que el ecosistema objeto de estudio corresponde a un ecosistema de transición entre el Arbustal Semidecíduo del norte de los Valles y el Arbustal SiempreVerde Montano del Norte de los Andes, dado el hecho que comparten algunas especies y otras características descriptivas, geomorfológicas y climatológicas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). De esta manera las especies calificadas como indicadoras de hábitat tienen muy buenas posibilidades de ser consideradas para estudios de monitoreo ambiental en sitios que posean el mismo ecosistema (Arbustal Semidecíduo del norte de los Valles y Arbustal SiempreVerde Montano del Norte de los Andes) que, para el Bosque Protector Illaló, abarca aproximadamente un área de 1 173,3 Ha (Secretaría de Ambiente, 2013), y son las responsables de la caracterización del ecosistema (Alvis, 2009).

Las familias con los valores más altos de IVI (Índice de Valor de Importancia Familiar) fueron Asteraceae, Berberidaceae, Euphorbiaceae, Fabiaceae y Lamiaceae.

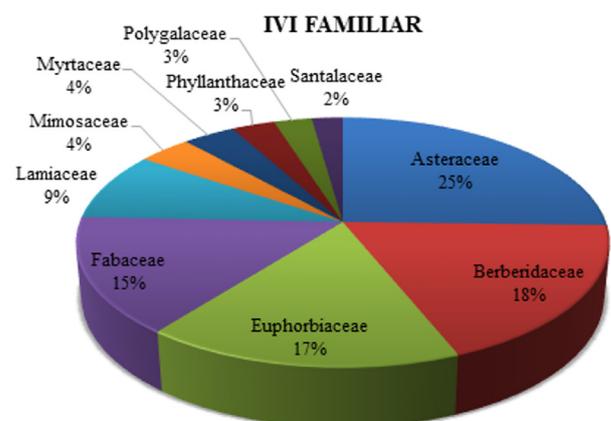


Figura 2. Índice de Valor de Importancia Familiar. Porcentajes más altos de 10 familias florísticas.

Por otro lado, las especies que alcanzaron los valores más altos con el Índice de Valor de Importancia fueron *Citharexylum ilicifolium*, *Mimosa quitensis* y *Duranta triacantha*.

Cabe recalcar que la vegetación de la quebrada Shullum está conformada en su totalidad por especies nativas. Además se comprobó el establecimiento del proceso de sucesión vegetal natural que involucra la presencia de vegetación arbustiva nativa, como es el caso de *Cacosmia rugosa*, *Baccharis latifolia* y *Byttneria ovata*, este hecho revela la recuperación natural que se está suscitando en las zonas próximas a la quebrada. No se hallaron especies exóticas dentro del cauce de la quebrada; sin embargo, se observó la presencia de *Eucalyptus globulus*, *Kalanchoe spp.*, *Pennisetum clandestinum* y *Spartium junceum*, en las periferias de la microcuenca de la quebrada (Curipoma, 2019).

Por otro lado, en el análisis de conglomerados se demostró que existe una marcada similitud entre las especies florísticas del presente estudio con los estudios realizados en los años 2018 y 2010.

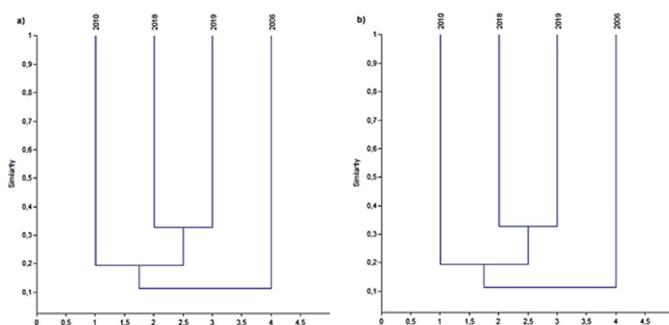


Figura 3. Dendrograma de Análisis Clúster. Medidas de asociación: Jaccard (a) y Sørensen (b).

Los estudios realizados en años anteriores presentan ciertas similitudes en relación a la composición florística presente en el bosque protector (Halfetter *et al.*, 2005). Sin embargo, las discrepancias encontradas en los estudios demuestran que existen diferencias en la composición ecosistémica. De esta forma se evidencia la presencia de una zona de transición ecosistémica que demuestra la heterogeneidad que posiblemente conformaba en épocas anteriores todo el entorno del Volcán Ilaló. Este hecho demuestra que el ecosistema objeto de estudio efectivamente pertenece a un micro-ecosistema de transición entre dos ecosistemas más amplios. Holland (1991) denomina a esta zona de transición como ecotono, la cual se define como un sitio de transición o conversión entre dos sistemas ecológicos contiguos y que poseen un conjunto de características establecidas por escalas de espacio y tiempo.

Esta condición es comúnmente encontrada en sitios o en sistemas dinámicos como respuesta a un proceso natural de sucesión ecológica o como consecuencia de una réplica hacia algún cambio ambiental (Escribano *et al.*, 1997).

Especies endémicas y de valor de conservación

De las especies registradas en el sitio de estudio, únicamente dos especies: *Croton wagneri* y *Eugenia valvata* son endémicas para el Ecuador (Jørgensen y León, 1999) y están catalogadas como Casi Amenazada (NT) (León *et al.*, 2011).

La presencia de *Myrcianthes rhopaloides* es importante ya que es considerada como una especie indicadora de biodiversidad (Cuesta *et al.*, 2015). Adicionalmente se registraron seis especies consideradas como especies emblemáticas para la ciudad de Quito, las cuales están catalogadas como vulnerables (Jardín Botánico de Quito, 2019); asimismo, se hallaron dos especies nombradas como árboles patrimoniales de la ciudad de Quito (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2014).

De acuerdo con sus características bióticas este ecosistema es considerado como prioridad de conservación por el Ministerio de Ambiente del Ecuador. En consecuencia, el estado de conservación del Bosque Protector Ilaló se puede inscribir como vulnerable dado el hecho de la circundante y progresiva acción antrópica (UICN, 2019).

Información cualitativa

De este análisis se desprende que el principal beneficio es el paisaje natural, seguido del suelo como recurso para la agricultura, el esparcimiento y recreación.

Se comprobó un escaso conocimiento de los informantes acerca del tema jurisdiccional del bosque protector. Esta situación complica la aplicación y el seguimiento de planes sociales, agroecológicos y ambientales, ya que no existe un respaldo a las acciones correctivas, protectoras y conservacionistas con fines aplicables en el bosque protector (Gobierno de Pichincha, 2017).

También se identificaron a la pérdida paulatina de la vegetación nativa, y los incendios forestales como los principales problemas ambientales.

Tabla 2. Identificación de problemas

Elemento	Problema
Agua	Contaminación de fuentes hídricas por aguas servidas. Desperdiciar el agua lluvia como recurso.
Aire	Contaminación atmosférica producto de incendios forestales y quemas agrícolas.
Suelo	Incremento de suelos erosionados. Sobreutilización de suelos por agricultura. Contaminación de suelos por escombros.
Biótico	Explotación de vegetación por utilización de leña. Deforestación para urbanizar. Sobrepastoreo. Uso de herbicidas. Insuficiente reforestación. Malas prácticas agrícolas Desplazamiento de especies nativas. Reemplazo de especies nativas. Presencia de especies exóticas y/o invasoras.
Recurso Natural	Pérdida de belleza paisajística
Infraestructura	Inexistente planeamiento de sistema de tratamiento de desechos sólidos. Inexistente planeamiento de sistema de disposición de aguas insalubres o servidas.
Estructura interna	No existe planificación de crecimiento demográfico No hay una legislación aplicable Inexistente institución reguladora eficaz

Tabla 3. Distribución, estado de conservación, clasificación UICN (Lista roja y Especies para Restauración) de las especies registradas.

Especie	Estado	Libro Rojo Plantas Endémicas Ecuador	Especies Emblemáticas de Quito	Especies Patrimoniales de Quito	UICN		Especies para Restauración UICN
					Clasificación	Amenazas	
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav)Pers	Nativa	-	-	-	LC	Agricultura, ganadería, acuicultura, pesca.	-
<i>Berberis hallii</i> (Hieron)	Nativa	-	No valorado, pero al parecer no vulnerable	-	-	-	-
<i>Boehmeria celtidifolia</i> Kunth	Nativa	-	No valorado, pero al parecer no vulnerable	-	-	-	-
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	Nativa	-	No valorado, pero al parecer no vulnerable	-	-	-	*
<i>Croton wagneri</i> Müll. Arg	Endémica	Casi amenazada	-	-	NT	-	*
<i>Dasyphyllum popayanense</i> (Hieron) Cabrera	Nativa	-	-	-	-	-	-
<i>Duranta triacantha</i> Juss	Nativa	-	-	-	LC	-	-
<i>Eugenia ilalensis</i> Hieron	Nativa	-	-	-	-	-	-
<i>Eugenia valvata</i> McVaugh	Endémica	Casi amenazada	-	-	NT	-	-
<i>Inga insignis</i> Kunth	Nativa	-	No valorado, pero al parecer no vulnerable	-	-	-	*
<i>Lycianthes lycioides</i> (L.) Hassl	Nativa	-	-	-	-	-	-
<i>Mimosa quitensis</i> Benth	Nativa	-	No valorado, pero probablemente no vulnerable	-	-	-	*
<i>Monnina phillyreoides</i> Kunth	Nativa	-	-	-	-	-	-
<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh	Nativa	-	-	*	-	-	-
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	Nativa	-	-	*	LC	Agricultura, ganadería, acuicultura, pesca, susceptible a sequías.	-
<i>Phoradendron trianae</i> Eichler	Nativa	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	Nativa	-	No valorado, pero al parecer no vulnerable	-	-	-	*
<i>Salvia</i> sp.	Nativa	-	-	-	-	-	-
<i>Solanum barbulatorum</i> Zahlbr	Nativa	-	-	-	-	-	-

Se reconocieron posibles soluciones que mitiguen la degradación ambiental del Volcán Ilaló, estos fueron la reforestación, multas y educación, primordialmente.

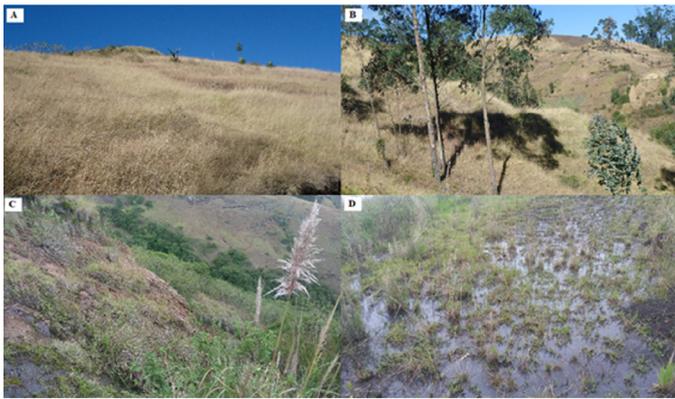


Figura 4. Composición actual de la mayoría del territorio del Bosque Protector Ilaló. A) Vegetación herbácea "barbecho", B) Colonización de Eucalipto (*Eucalyptus* sp.), C) Afloramiento de toba volcánica "cangahua", D) Escorrentía.

CONCLUSIONES

Se obtuvieron 18 especies florísticas, de las cuales 2 especies son catalogadas como endémicas. Además, se identificaron 3 especies como indicadoras del ecosistema objeto de estudio (*Dasyphyllum popayanense*, *Eugenia valvata* y *Citharexylum ilicifolium*), por lo que es valiosa información florística de los remanentes ubicados en la quebrada Shullum dentro del Bosque Protector Ilaló, que sin lugar a dudas favorece al crecimiento del conocimiento científico del lugar de estudio.

Se evidenció la similitud de especies indicadoras florísticas encontradas en los diferentes estudios realizados en años anteriores, lo que hace imaginar la conformación natural antigua del Bosque Protector.

La percepción ambiental de los entes sociales involucrados con el Bosque Protector es consistente con las condiciones ambientales del mismo, como lo reveló la metodología M.A.R.I.S.C.O al analizar los aspectos sociales inmersos.

Es apremiante tomar acciones correctivas para la conservación de los remanentes vegetales con la finalidad de preservar una fuente generadora de especies nativas que condescienda el manejo y aplicación de planes de restauración y regeneración ambiental.

Agradecimientos

A los docentes investigadores del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Al Herbario QCA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por su colaboración en la identificación de especies. A la Dirección Provincial de Ambiente de Pichincha por la autorización de investigación N° 004-2019-IC-FLO-DPAPCH-MA. A los cabildos "Comuna Leopoldo N. Chávez" y "Comuna Central", por su apertura y correspondientes autorizaciones.

REFERENCIAS

Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. 7(1): 115-122.

- Bonifacio, M., y Todd, F. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia.
- Christensen, N., Bartuska, A., Brown, J., Carpenter, S., D'Antonio, C., Francis, R., Woodmansee, R. (1996). The report of ecological society of America Committee in The Scientific Basis for Ecosystem Management. *Ecological Applications*, 6(3): 665-691.
- Chuncho, C., y Chuncho, G. (2019). Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión. *Bosque Latitud Cero*. 9(2): 71-83.
- Cuesta, F., Peralvo, M., Baquero, F., Bustamante, M., Merino, A., Muriel, P., Torres, O. (2015). *Áreas prioritarias para la conservación del Ecuador continental*. Quito, Ecuador: Ministerio de Ambiente, CONDESAN, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, GIZ.
- Curipoma, S., Cevallos, D., y Pérez, A. (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): 1-12.
- Curipoma, S. (2019). *Análisis del estado de conservación del Bosque Protector Ilaló y propuesta para su gestión ecosistémica*. [Trabajo Magister en Sistemas de Gestión Ambiental]. Universidad de las Fuerzas Armadas. Sangolquí, Ecuador.
- De Koning, G., Veldkamp, A., y Fresco, L. (1999). Exploring changes in Ecuadorian land use for food production and their effects on natural resources. *Journal of Environmental Management* (57), 221-237.
- Dufrene, M., y Legendre, P. (1997). Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecological Monographs*, 67(3), 345-366.
- Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable (EMAAPQ). (2006). *Plan de Manejo del Cerro Ilaló*. Quito, Ecuador: Programa de Saneamiento Ambiental PSA.
- Escribano, R., Encinas, A., y Martín, M. (1997). *Ecotonos: importancia de la transición entre las agrupaciones arbóreas y el matorral en la gestión forestal*. España: II Congreso Forestal Español. Recuperado de http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/15307
- Franco, W., Peñafiel, M., Cerón, C., Freire, E. (2016). Biodiversidad productiva y asociada en el valle interandino norte del Ecuador. *Bioagro* 28(3): 181-192.
- Gobierno de Pichincha. (2017). *Manejo Adaptativo de Riesgos y Vulnerabilidad en la zona lacustres de Mojanda*. Quito, Ecuador: Gestión de Comunicación.
- Grumbine, E. (1994). What is ecosystem management. *Conservation Biology*, 8(1): 27-38.
- Halfpter, G., Soberón, J., y Koleff, P. (2005). *Sobre Diversidad Biológica: el significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. Zaragoza, España: M3M Monografías Tercer Milenio.
- Harden, C. (1996). Interrelationships between land abandonment and land degradation: A case from the Ecuadorian Andes. *Mountain Research and Development*, 16(3): 174-280.
- Harden, C. (2000). Soil erosion and sustainable mountain development. *Mountain Research and Development*, 21(1): 77-83.
- Holland, M., Risser, P., y Naiman, R. (1991). *Ecotones: the role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environments*. New York: Chapman and Hall.
- Ibisch, P., y Hobson, P. (2014). *Manejo Adaptativo de Riesgo y vulnerabilidad en Sitios de Conservación MARISCO. Guía para la conservación de la biodiversidad basada en ecosistemas mediante un enfoque de adaptación y resistencia frente al riesgo*. Eberswalde, Germany: Centre for Ecomics and Ecosystem Management.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources [IUCN] [Internet]. (2019). *IUCN Red List of Threatened Species*. Obtenido de <https://www.iucnredlist.org>

- Jaboyedoof, M., Michoud, C., Derron, H., Voumard, J., Leibundgut, G., & Sudmeier-Rieux. (2016). *Human-Induced Landslides: Toward the analysis of anthropogenic changes of the slope environment*. Landslides and Engineered Slopes. Experience, Theory and Practice. Aversa et al. (Eds). 217-232.
- Jadán, O., Toledo, C., Tepán, B., Cedillo, H., Peralta, A., Zea, P., Castro, P., Vaca, C. (2017). Comunidades forestales en bosques secundarios alto-andinos (Azuay, Ecuador). *Bosque (Valdivia)*. (38)1.
- Jardín Botánico de Quito. [Internet] (2019). *Plantas nativas de la hoyita de Quito*. Obtenido de <http://plantasnativas.visitavirtualjibq.com>
- Jørgensen, P., y León, S. (1999). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Monogr. Syst. Bot. *Missouri Botanical Garden* (75): 1-1182.
- León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., y Navarrete, H. (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. Quito, Ecuador: Publicaciones del Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Lozano, P., Armas, A., Gualán, M., Guallpa, M. (2018). Diversidad y composición florística del Bosque Los Búhos ubicado en la provincia de Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE* 9(3).
- Martín, R. N. (2019) *Detección de especies indicadoras de condiciones de hábitats*. En: Moreno CE (Ed) La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, pp. 223-235.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito, Ecuador: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Ministerio del Ambiente Perú. (2015). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2014). *Los Árboles Patrimoniales de Quito*. Quito, Ecuador.
- Museo Ecuatoriano de Ciencias Biológicas. (2010). *Áreas Naturales del Distrito Metropolitano de Quito: Diagnóstico Bioecológico y Socioambiental*. Reporte Técnico 1. Quito, Ecuador: Serie de Publicaciones MECN.
- Núñez, I., González, E., y Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387-.
- Oleas, N., Ríos, B., Peña P, y Bustamante, M. (2016). *Plantas de las quebradas de Quito: Guía Práctica de Identificación de Plantas de Ribera*. Serie de Publicaciones Científicas, Universidad Tecnológica Indoamérica (2): 1-132.
- Pirot, J., Meynell, P., y Elder, D. (2000). *Ecosystem Management: lessons from around the world. A guide for development and conservation practitioners*. United Kingdom: IUCN.
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador [PUCE]. [Internet]. (2018). *BIOWEB Ecuador*. Portal FLORAWEB. Obtenido de <https://bioweb.bio/>
- Ramírez, C. (2015). *Desarrollo de una aplicación híbrida-móvil para determinar los tipos de especies de vegetación indicadoras según los pisos zoogeográficos del Ecuador, mediante el uso de las herramientas phonegap y jquery mobile para la plataforma android*. [Trabajo de grado Ingeniero en sistemas computacionales]. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Rúales, C. (2007). *Estudios para la recuperación de la flora nativa en el valle de Tumbaco – Distrito Metropolitano de Quito: Inventario florístico y ensayo de propagación vegetativa*. Colegio de Postgrados. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.
- Secretaría de Ambiente. (2013). *Caracterización del Área de Intervención Especial y Recuperación del volcán Ilaló y Bosque Protector Flanco Oriental del Volcán Pichincha y Cinturón Verde de Quito – Bloque 8*. Quito, Ecuador.
- Valencia, R. (1988). *Composición y Estructura de un Bosque Andino en el Volcán Pasochoa, Ecuador*. [Tesis de grado en Ciencias Biológicas]. Quito-Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.