

Evaluación ecológica rápida para un ciclismo de montaña responsable en el bosque seco tropical, Guayaquil, Ecuador

Rapid ecological assessment for responsible mountain biking in the tropical dry forest, Guayaquil, Ecuador

Vera-Morales, Marcos; Naranjo-Morán, Jaime; Calle-Delgado, Madeleine; Pino-Acosta, Andrea



Marcos Vera-Morales

mxvera@espol.edu.ec

Universidad de Guayaquil, Ecuador, Ecuador

Jaime Naranjo-Morán

jaianara@espol.edu.ec

Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Ecuador., Ecuador

Madeleine Calle-Delgado

mcalle@espol.edu.ec

Universidad de Guayaquil, Ecuador. Mg. Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador, Ecuador

Andrea Pino-Acosta

ypino@espol.edu.ec

Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Ecuador., Ecuador

Ecuadorian Science Journal

GDEON, Ecuador

ISSN-e: 2602-8077

Periodicidad: Semestral

vol. 5, núm. Esp.3, 2021

esj@gdeon.org

Recepción: 24 Junio 2021

Aprobación: 04 Octubre 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/606/6062738003/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.139>

Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra sus sitios web personales o en depósitos institucionales, después de su publicación en esta revista, siempre y cuando proporcionen información bibliográfica que acredite su publicación en esta revista. Licencia de Creative Commons Las obras están bajo una <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Resumen: El ciclismo de montaña es una actividad común asociada a la disminución de la biodiversidad en ecosistemas frágiles como el bosque seco tropical, donde se ubica el Bosque Protector “La Prosperina” en la costa del Ecuador continental. Lugar poco estudiado a pesar del endemismo propio de la Región Tumbesina. El objetivo de esta investigación fue determinar el estado de conservación por medio de una evaluación ecológica rápida para identificar el impacto del ciclismo de montaña. Se utilizaron sistemas de información geográfica y un análisis multitemporal. Las rutas representan un área total de 51314,16 m² con una capacidad de carga de 7 ciclistas por día, realizando modalidades tipo Enduro y X-C (cross country). En el cuestionario se identificaron propuestas de participación en actividades para los recorridos, limpieza y conservación. Con relación a la conservación de flora, *Prestonia parvifolia* se encuentra en peligro crítico y *Croton rivinifolius* en peligro de extinción. Se identificaron dos aves en peligro de extinción siendo el gavián dorsigrís (*Pseudastur occidentalis*) y el perico cachetigrís (*Brotogeris pyrrhoptera*), y una especie casi amenazada el perico caretirrojo (*Psittacara erythrogenys*). En este estudio, se evidencian resultados que favorecen la gestión para la protección de la biodiversidad.

Palabras clave: Área protegida, Región Tumbesina, Conservación, Biodiversidad, Muestreo ecológico.

Abstract: Mountain biking is a common activity associated with the decrease in biodiversity in fragile ecosystems such as the tropical dry forest, where the Protective Forest “La Prosperina” is located on the coast of continental Ecuador. Little studied place despite the endemism of the Tumbes Region. The objective of this research was to determine the conservation status through a rapid ecological assessment to identify the impact of mountain biking. Geographic information systems and a multitemporal analysis were used. The routes represent a total area of 51,314.16 m² with a load capacity of 7 cyclists per day, performing Enduro and X-C (cross country) types. In the questionnaire, proposals for participation in activities for the tours, cleaning and conservation were identified. Regarding the conservation of flora, *Prestonia parvifolia* is critically endangered and *Croton rivinifolius* is in danger of extinction. Two endangered birds were identified: the gray-backed hawk (*Pseudastur occidentalis*)

Como citar: Vera-Morales, M., Naranjo-Morán, J., Calle-Delgado, M., & Pino-Acosta, A. (2021). Evaluación ecológica rápida para un ciclismo de montaña responsable en el bosque seco tropical, Guayaquil, Ecuador. Ecuadorian Science Journal, 5(3), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.139>

and the gray-faced parakeet (*Brotogeris pyrrhoptera*), and a near-threatened species the red-faced parakeet (*Psittacara erythrogenys*). In this study, results that favour management for the protection of biodiversity are evidenced.

Keywords: Protected area, Tumbes Region, Conservation, Biodiversity, Ecological sampling.

INTRODUCCIÓN

Las áreas protegidas son un escenario único de conservación biológica de importancia global porque provisionan de servicios ecosistémicos (Balmford et al., 2015), en el caso del bosque seco tropical, son varios los servicios que brindan a la población, tales como calidad del aire, hábitat y regulación del clima (Briceño et al., 2016). No obstante, el bosque seco tropical es un ecosistema altamente amenazado producto del incremento de actividades antropológicas (Leal-Pinedo & Linares-Palomino, 2005), lo que ocasiona la acelerada pérdida de la diversidad biológica (Espinosa et al., 2012). Este bosque es un ecosistema que se caracteriza por albergar gran variedad de especies endémicas (Espinosa et al., 2016), muchas de las cuales se encuentran en un grave estado de conservación.

El Bosque Protector “La Prosperina” (BPP), es un área de conservación biológica dentro del bosque seco tropical que se encuentra administrado por Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) donde pueden desarrollarse actividades únicamente dedicadas a la investigación y recreación (recorridos académicos) (Sornoza-Quijije et al., 2021). Sin embargo, las características topográficas de los senderos de esta área protegida son atractivos para realizar el ciclismo de montaña lo que puede ocasionar perturbaciones que pueden causar la disminución de la biodiversidad nativa o endémica. Las perturbaciones se convierten en un enorme desafío para la administración de áreas protegidas (Monz et al., 2010; Walden-Schreiner et al., 2017).

El ciclismo de montaña es una de las actividades recreativas relativamente nuevas en el interior de las áreas protegidas (Monz et al., 2010), la mayoría de los estudios se han realizado en bosques templados, por lo que existen vacíos en la investigación sobre el impacto que produce el ciclismo de montaña en ecosistemas tropicales amenazados (Ballantyne et al., 2016). Lo que se conoce es que los senderos informales que son usados por ciclistas de montaña pueden causar tensiones emergentes en los ecosistemas (Barros & Marina Pickering, 2017). Los senderos provocan cambios en la estructura de la vegetación, lo que resultan en la disminución de la flora (Ballantyne et al., 2016; Barros et al., 2013) y fauna (Rayner et al., 2014), incluso pueden alterar los procesos ecológicos naturales del depredador y presa, así como la dispersión de semillas o propágulos de hongos saprofitos (Rogala et al., 2011).

A pesar de los tensiones externos que pueden ocasionar las personas en sus actividades de recreación en área protegidas, el acercamiento de una población concientizada podría ser fundamental para el futuro de la conservación (Thompson, 2015). Por lo que es necesario instruir al público en general y particularmente aquellos que transitan los senderos del bosque seco tropical sobre la biodiversidad nativa que existe dentro del área natural. En este sentido se hace urgente una identificación rápida del área para la protección de la biodiversidad. Una de las herramientas más empleadas por los conservacionistas y administradores es la Evaluación Ecológica Rápida (EER) que permite mediante la observación de campo, la identificación de la biodiversidad existente (Medeiros & Torezan, 2013). El propósito de la herramienta EER es evaluar el estado de los ecosistemas de manera rápida y económica (Sutula et al., 2006). La EER fue desarrollada originalmente por The Nature Conservancy (Sobrevila & Bath, 1992) y ha sido aplicada en varios ecosistemas, incluido los bosques tropicales (Jones & Eggleton, 2000).

Con el fin de garantizar la conservación de la biodiversidad del bosque seco tropical y también el acceso a las personas que practican el ciclismo de montaña, se debe encaminar acciones que permitan un equilibrio

sostenido. Sin embargo, para tomar decisiones acertadas, se debe conocer la estructura actual de la biota nativa así como las actividades, percepciones y conocimientos de los ciclistas de montaña con relación a los servicios ecosistémicos que proporciona el bosque. Por tanto, el objetivo de este estudio fue describir el impacto de la actividad del ciclismo de montaña en la biodiversidad del BBP mediante una EER

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

El BBP se encuentra en el campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) de la ciudad de Guayaquil-Ecuador ubicado en las coordenadas 9763800 N, 613200 E y 9761400 N, 616800 E (ver Fig. 1). El bosque pertenece al ecosistema seco tropical, tiene una extensión actual de 332.3 ha, área que presenta una precipitación media anual de 1.135 mm y temperatura anual entre 25 y 27°C.

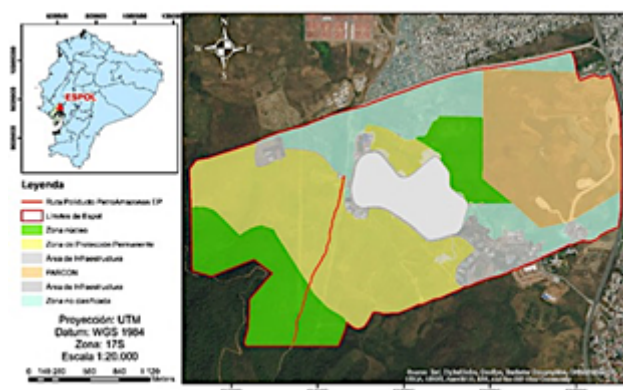


FIGURA 1

Mapa de ubicación del campus Gustavo Galindo de la ESPOL.

Elaboración propia.

Maapeo multitemporal de las rutas ciclísticas.

Por la ubicación geográfica que presenta el BBP, a su interior se realiza la actividad del ciclismo de montaña. La mayoría de los ciclistas son externos a la comunidad académica de ESPOL y utilizan las diferentes rutas que se encuentran al interior del bosque. Las áreas y las rutas fueron geomesuradas insitu, utilizando un GPS marca Garmin GPSmap 62S, cinta métrica marca Stanley y una libreta de campo para bosquejar cada uno de los trillos recorridos. Luego se realizó el análisis temporal con imágenes de Google Earth y procesamiento de datos en el software ArcMap 10.5 para la elaboración de los mapas y perfiles usados por los ciclistas.

Encuestas dirigidas a ciclistas.

Se realizaron entrevistas informales para conocer las actividades desarrolladas durante el ciclismo, así como también las percepciones con relación a los servicios ecosistémicos que brinda el bosque seco en el desarrollo de sus actividades. Esta información facilitó la elaboración de un cuestionario estructurado. Este cuestionario fue aplicado a 64 personas quienes han tenido actividad de ciclismo de montaña en ESPOL desde el año 2016 al 2019. Las preguntas fueron elaboradas para conocer sus actividades, percepciones, conocimientos y propuestas para la conservación de los recursos naturales del BBP. El cuestionario se validó por medio de una prueba piloto y aplicando el índice Alfa de Cronbach.

Muestreo de cobertura vegetal y fauna.

Del total de rutas se seleccionó cuatro denominadas como trillos RCN, Panda, Flow y Teca para la evaluar la cobertura vegetal afectada por el ciclismo, mientras que, para evaluar la fauna se seleccionó cinco rutas identificadas como trillos Lago, RCN-panda, DH-Flow, Nandita-EDCOM y BPP.

Cobertura vegetal: El muestreo de la vegetación se realizó en el año 2019, durante la estación húmeda (diciembre). Para los datos en campo de las plantas leñosas se realizaron transectos de 50 x 2m en cada uno de los puntos de muestreo. En este inventario se incluyeron plantas con Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) $\geq 2,5$ (Gentry, 1988). Mientras que los datos del inventario de las plantas herbáceas se obtuvieron en un área de 4 x 1 m. Esta área fue limitada después de aplicar la técnica del área mínima de muestreo (Barkman, 1989). La identificación de las plantas se realizó por dos vías, las que podían determinarse con precisión en el campo y aquellas que no fueron posible se recolectaron muestras para analizarse con el apoyo de guías taxonómicas del área (Valverde, 1967; Valverde & Pérez, 2012). Los especímenes recolectados fueron analizados en el Laboratorio de Humedales de la Facultad de Ciencias de la Vida de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. La categorización de especies endémicas del bosque seco tropical y su estatus de conservación se basaron en el libro rojo de plantas y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (León-Yáñez et al., 2011), los especímenes vegetales fueron validados mediante herbarios virtuales como Field Museum, Plantas Neotropicales y Bioweb.

Fauna circundante: El muestreo de la fauna a las rutas ciclísticas se realizó en el año 2019, durante la estación húmeda (diciembre). Los datos se recopilaron en salidas de campo, realizadas en horarios aleatorizados por los observadores siguiendo la metodología de trayectoria en línea de caminatas lentas, usando binoculares, cámaras fotográficas, aplicaciones celulares (Naturalista, eBird, Ornitho, BirdsEye y Merlin Bird ID de Cornell Lab) y guías de avistamiento de aves, reptiles y mamíferos (Freile & Restall, 2018; Ridgely & Greenfield, 2006). El estado de conservación de las especies se evaluó por medio del listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020).

Determinación de impactos ocasionados por el ciclismo

La metodología usada fue de carácter cualitativa basado en la matriz de identificación de impacto adaptada de Leopold, 1971 para determinar la interacción de los impactos del medio físico, biótico y sociocultural (Leopold et al., 1971). En este proyecto se elaboró una matriz modificada valorando cualitativamente los riesgos, (+) si es beneficiosa o (-) si es perjudicial, en cada componente ambiental.

RESULTADOS

En la figura 2 se representa el aumento progresivo de las rutas del ciclismo de montaña en el BPP. En el orden aparece los años 2004, 2009 y 2019, con la identificación de los siguientes trillos: España, Flow, DH, Jardín de Piedras, Tecas, RCN, PTP y ABBA. Actualmente las rutas por las cuales transitan los ciclistas de montaña representan un área total de 51314,16 m² distribuidas en diferentes zonas dentro del BPP. La ruta del poliducto Petro Amazonas EP con 4128,19 m², zona núcleo con 3423,8 m², zona de protección permanente con 20307 m², zona central con 12842,3 m², PARCON con 1735,5 m² y zona no clasificada con 8877,37 m². En el monitoreo insitu se observaron rutas primarias con un ancho aproximado de 1.80 m y secundarias donde solo tienen acceso las bicicletas, registrándose una afectación total de 2,76 %. Sin embargo, la intervención afecta a las zonas destinadas a la conservación (zona núcleo y zona de protección permanente).

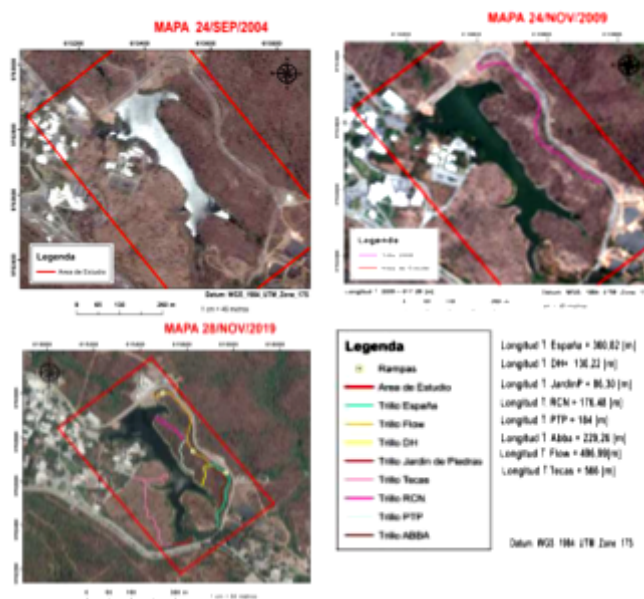


FIGURA. 2
Mapa del BPP para los años 2004, 2009 y 2019. Fuente: Elaboración propia.
Elaboración propia.

Como resultado de las encuestas realizadas a los 64 ciclistas en su mayor parte de sexo masculino (89%). El 92% de los encuestados afirmaron que realizan ciclismo de montaña de preferencia Enduro y X-C (cross country). Un 64% realizan la actividad acompañados y en un tiempo estimado de 2 horas por recorrido. En las rutas se identificó una capacidad de carga reducida de 7 ciclistas al día por las condiciones naturales. La mayoría de los ciclistas considera que su actividad no provoca impactos ambientales, sin embargo, están dispuestos a acogerse medidas de regularización y mejoras de la infraestructura física. Del análisis del cuestionario se identificaron cinco actividades culturales en las que los ciclistas de montaña están dispuestos a participar. Las actividades fueron asociadas con los recorridos por el área natural, respetando las señalizaciones y los senderos (21%), las mingas y la limpieza general de las rutas asociadas con el ciclismo (25%) y la conservación de la flora, fauna y cubierta del suelo del BPP (23%) (ver Fig. 3).



FIGURA 3
Actividades identificadas en las que los ciclistas de montaña están dispuestos a participar. A-EA educación ambiental, A-R recorridos en el área, A-ML mingas y limpieza, A-C conservación y A-GC gestión colaborativa.
Elaboración propia.

De los resultados de cobertura vegetal en el trillo RCN evidenciaron 70 especímenes herbáceos y 15 especímenes arbóreos, siendo las más numerosas *Melochia* sp., *Mimosa pigra* y *Cochlospermum vitifolium*. Por otra parte, en el trillo Panda se identificaron 63 herbáceas y 23 árboles, las más abundantes fueron *Melochia* sp., *Tecoma castanifolia* y *C. vitifolium*. En el trillo Flow se registró 45 individuos herbáceos y 18

árboles, siendo *Lasiacis divaricata*, *T. castanifolia* y *Albizia guachapele* las especies con mayor abundancia. Por último, en el trillo Teca se obtuvieron 3 especies herbáceas y 4 arbóreas de 30 individuos contabilizados en el transecto, siendo las más abundantes *L. divaricata* y *Tectona grandis*.

En la unidad ecológica evaluada, se registraron 58 aves distribuidas en 15 órdenes y 28 familias, lo que representó un total del 96,6 % de los vertebrados muestreados, la mayoría en un estado de conservación de preocupación menor, sin embargo, se registraron dos especies en peligro de extinción (EN), el gavilán dorsigris (*Pseudastur occidentalis*) y el perico cachetigris (*Brotogeris pyrrhoptera*), y una especie casi amenazada (NT), el perico caretirrojo (*Psittacara erythrogenys*), las tres especies mencionadas son endémicas de la región tumbesina. También se identificaron reptiles de la familia Tropicuridae (*Stenocercus iridescens*) y mamíferos de la familia Sciuridae (*Simosciurus stramineus*), quienes hacen referencia al estado de conservación de preocupación menor. Aunque ambos vertebrados son especies endémicas de la región tumbesina.

Por medio de la matriz de interacción se logró evidenciar que el factor ambiental que recibe mayor impacto por las actividades humanas es el medio físico, particularmente por el ruido que producen las personas en la zona natural. Así mismo, otro de los factores identificados fue el medio biótico, especialmente en la diversidad y abundancia de la fauna. Mientras que las actividades que mayor impacto negativo produce en los factores ambientales son las vías de los vehículos y el ciclismo de montaña. Las perturbaciones ocasionadas por el ciclismo de montaña producen impactos negativos al medio físico, biológico y social/educativo. Sin embargo, tiene un efecto positivo en la salud de los que practican ciclismo. El picnics, eventos y práctica de kayak son otras acciones recreativas que afectan al medio físico y biológico por la cercanía de las personas con el BPP (ver Fig. 4).

IMPACTO DE ACTIVIDADES ANTRÓPOGENICAS		MEDIO FÍSICO			MEDIO BIÓTICO		MEDIO SOCIAL/ EDUCATIVO
		Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Humanos
		Ruido	Calidad	Erosión	Diversidad	Abundancia	Salud
ACTIVIDADES							
Vía de vehículos		+	+	+	+	+	+
Ciclismo de montaña		+	+	+	+	+	+
Actividades de investigación y educación		+	+	+	+	+	+
Actividades recreativas	Senderismo	+	+	+	+	+	+
	Picnics	+	+	+	+	+	+
	Eventos	+	+	+	+	+	+
	Kayak	+	+	+	+	+	+

FIGURA 4.

Matriz de impacto ambiental cualitativa, adaptada de Leopold et al., (1971) para el caso del BPP.

Elaboración propia.

Los impactos sobre el medio físico fueron evidentes en el trillo Flow, pues se observaron tres rampas naturales y artificiales, así como pendientes pronunciadas con curvas cerradas, lo que podría ocasionar menor retención de agua y la aceleración de los procesos de erosión. El aplastamiento reduce la cobertura vegetal y la capa orgánica del suelo lo que afecta directamente a la regeneración de árboles y herbáceas, además el ruido a los alrededores del trillo ahuyenta a la fauna natural circundante (ver Fig. 5).



FIGURA 5

Alteraciones físicas ocasionados por el ciclismo de montaña; A) Rampa natural, B) Rampa artificial, C-D) Compactación del suelo, E) Pérdida de vegetación, F) Erosión del suelo por escorrentía del agua.

Elaboración propia.

Discusión

La actividad del ciclismo de montaña en áreas protegidas puede tener una afectación leve a moderada, es por ello, que se debe tomar medidas para mitigar el impacto antropológico en aquellas especies frágiles que habitan el ecosistema de bosque seco tropical. Aunque la afectación de las rutas o trillos del BBP representa un impacto leve, la preocupación aumenta por el desarrollo de nuevas rutas y tránsito en las zonas de conservación.

Las personas modifican intensamente los lugares naturales, por lo que en el presente estudio se evidencia las rutas por las cuales transitan los ciclistas de montaña y en cuyos senderos se hace habitual la observación de diferentes obstáculos contruados para desarrollar la actividad. Esto coincide con un estudio previo, donde caracterizan las modificaciones que realizan los ciclistas al medio ambiente, tales como puentes, rampas, saltos y senderos no autorizados (Pickering et al., 2010), incluso un aumento en la basura encontrada en los senderos (Pickering et al., 2011), lo que impacta directamente a la compactación del terreno y la cobertura vegetal (Kelly et al., 2003).

En el registro de la cobertura vegetal, se identificaron dos especies de mucha preocupación ecológica *P. parvifolia* que se encuentra en peligro crítico y *C. rivinifolius* en peligro de extinción. Así mismo, fue posible identificar especies propias de zonas altamente perturbadas tales como *S. rhombifolia*, *B. americana*, *C. lyrata* y *D. incanum*, por lo que estos hallazgos podrían ayudar en posteriores muestreos, así como en la toma de decisiones de la conservación de la cobertura vegetal. En otros estudios han utilizado a especies de la vegetación como indicadores para monitorear los cambios en los ecosistemas forestales que se encuentran bajo perturbación (Bie & Vesk, 2014; Niu & Cheng, 2019; Törn et al., 2009). Otro de los aspectos relacionados con la perturbación natural, particularmente con la actividad del ciclismo de montaña en lugares protegidos es la propagación de especies exóticas o malezas que compiten con la vegetación nativa de los bosques (Pickering & Hill, 2007). Por lo que es necesario gestionar que fortalezcan la conservación de la flora de los bosques secos tropicales, pues son ecosistemas de enorme diversidad endémica (Astudillo-Sánchez, Pérez, Troccoli, & Aponte, 2019; Astudillo-Sánchez, Pérez, Troccoli, Aponte, et al., 2019).

En el registro de las aves, el presente estudio evidencia la importancia de mantener el área conservada para que las especies que se encuentran en peligro de extinción y casi amenazada puedan tener el hábitat apropiado para desarrollar su ciclo biológico sin perturbaciones. El crecimiento poblacional de las aves se ve influenciado positivamente en aquellos lugares naturales donde el tránsito de personas es inexistente (Thompson, 2015; Vázquez-Reyes et al., 2018). Sin embargo, en este estudio se pone de manifiesto distintas especies de aves que se pueden desarrollar sin problemas cerca de los senderos por donde transitan los ciclistas de montaña. Lo que concuerda con un estudio previo que evidencia el escaso impacto de los senderos y bordes en aquellas

aves que pueden nidar en las copas de los árboles de lugares abiertos (Huhta & Sulkava, 2014; Kangas et al., 2010). Por lo que las actividades de los ciclistas afectan a determinadas especies de aves que son sensibles a la presencia de los humanos (Bötsch et al., 2017, 2018).

El registro de mamíferos en el presente estudio evidencia la presencia de la ardilla de nuca blanca (*S. stramineus*) con un estado de conservación de preocupación menor, sin embargo, su distribución es endémica de la región tumbesina. En una investigación previa se ha evidenciado que la perturbación humana podría ocasionar serias repercusiones ecológicas a la distribución y abundancia de los mamíferos que son sensibles a la acción antropológica (Toews et al., 2018). Por lo que se hace necesario reconocer la riqueza mastofaunística (Fuentes-Moreno et al., 2017), así como realizar acciones que mitiguen los impactos dentro de ecosistemas frágiles como bosque seco tropical (Gurd & Nudds, 1999).

Los resultados de este estudio evidencian al ciclismo de montaña como una actividad que tiene diferentes impactos en el medio físico, biótico y social/educativo. Aunque la intervención humana a los sistemas naturales parece ser un severo problema que favorece la disminución de la biodiversidad, también representa un formidable desafío que puede hacer prosperar a algunas especies en su adaptación a los factores urbanos (Lowry et al., 2013; Perry, 2020). Por lo que existen especies de animales silvestres que aprovechan los cambios generados por la intervención antropológica y aumentan sus zonas de distribución (Ben-Moshe & Iwamura, 2020).

CONCLUSIONES

La actividad del ciclismo de montaña en áreas protegidas puede tener una afectación leve a moderada, es por ello, que se debe tomar medidas para mitigar el impacto antropológico en aquellas especies frágiles que habitan el ecosistema de bosque seco tropical. Aunque la afectación de las rutas o trillos del BBP representa un impacto leve, la preocupación aumenta por el desarrollo de nuevas rutas y tránsito en las zonas de conservación.

Mediante la EER y monitoreos continuos de la cobertura vegetal en los trillos RCN, Panda y Flow se determinó la dominancia ecológica presidida por *C. vitifolium* (Bototillo) y *T. castanifolia* (Moyuyo). El trillo Teca tiene una baja cobertura vegetal, siendo el más idóneo para la actividad de ciclismo de montaña. El trillo RCN-Panda tuvo mayores reportes de avifauna, donde se realizan ciclismo tipo Enduro, por lo que se debe dar seguimiento a esta actividad en el área específica para mitigar los riesgos.

A pesar de los impactos que puede ocasionar la actividad del ciclismo de montaña, es imperativo promover una cultura de concientización ambiental para que las decisiones que se tomen en torno a la conservación biológica, incluya a todos los actores dentro y fuera del bosque mediante un equipo multidisciplinario para que impacte favorablemente la conservación de la biota en el BPP.

BIBLIOGRAFÍA

- Astudillo-Sánchez, E., Pérez, J., Troccoli, L., & Aponte, H. (2019). Composición, estructura y diversidad vegetal de la Reserva Ecológica Comunal Loma Alta, Santa Elena, Ecuador. *Revista mexicana de biodiversidad*, 90, e902871. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2871>
- Astudillo-Sánchez, E., Pérez, J., Troccoli, L., Aponte, H., & Tinoco, O. (2019). Flora leñosa del bosque de garúa de la cordillera Chongón Colonche, Santa Elena—Ecuador. *Ecología Aplicada*, 18(2), 155-169. <https://doi.org/10.21704/rea.v18i2.1334>
- Ballantyne, M., Treby, D. L., Quarmby, J., & Pickering, C. M. (2016). Comparing the impacts of different types of recreational trails on grey box grassy-woodland vegetation: Lessons for conservation and management. *Australian Journal of Botany*, 64(3), 246-259. <https://doi.org/10.1071/BT15239>

- Balmford, A., Green, J. M. H., Anderson, M., Beresford, J., Huang, C., Naidoo, R., Walpole, M., & Manica, A. (2015). Walk on the wild side: Estimating the global magnitude of visits to protected areas. *PLOS Biology*, 13(2), e1002074. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002074>
- Barkman, J. J. (1989). A critical evaluation of minimum area concepts. *Vegetatio*, 85(1), 89-104. <https://doi.org/10.1007/BF00042259>
- Barros, A., Gonnet, J., & Pickering, C. (2013). Impacts of informal trails on vegetation and soils in the highest protected area in the Southern Hemisphere. *Journal of Environmental Management*, 127, 50-60. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.04.030>
- Barros, A., & Marina Pickering, C. (2017). How networks of informal trails cause landscape level damage to vegetation. *Environmental Management*, 60(1), 57-68. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0865-9>
- Ben-Moshe, N., & Iwamura, T. (2020). Shelter availability and human attitudes as drivers of rock hyrax (*Procavia capensis*) expansion along a rural-urban gradient. *Ecology and Evolution*, 10(9), 4044-4065. <https://doi.org/10.1002/ece3.6174>
- Bie, K. de, & Vesk, P. A. (2014). Ecological indicators for assessing management effectiveness: A case study of horse riding in an Alpine National Park. *Ecological Management & Restoration*, 15(3), 215-221. <https://doi.org/10.1111/emr.12127>
- Bötsch, Y., Gugelmann, S., Tablado, Z., & Jenni, L. (2018). Effect of human recreation on bird anti-predatory response. *PeerJ*, 6, e5093. <https://doi.org/10.7717/peerj.5093>
- Bötsch, Y., Tablado, Z., & Jenni, L. (2017). Experimental evidence of human recreational disturbance effects on bird-territory establishment. *Proceedings. Biological Sciences*, 284(1858). <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0846>
- Briceño, J., Iniguez-Gallardo, V., & Ravera, F. (2016). Factores que influyen en la apreciación de servicios ecosistémicos de los bosques secos del sur del Ecuador. *Revista Ecosistemas*, 25(2), 46-58. <https://doi.org/10.7818/re.2014.25-2.00>
- Espinosa, C. I., Cruz, M. de la, Jara - Guerrero, A., Gusmán, E., & Escudero, A. (2016). The effects of individual tree species on species diversity in a tropical dry forest change throughout ontogeny. *Ecography*, 39(3), 329-337. <https://doi.org/10.1111/ecog.01328>
- Espinosa, C. I., Cruz, M. de la, Luzuriaga, A. L., & Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la Región Pacífico Ecuatorial: Diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2), 167-179. <https://doi.org/10.7818/re.2014.21-1-2.00>
- Freile, J., & Restall, R. (2018). *Birds of Ecuador*. Bloomsbury Publishing.
- Fuentes-Moreno, H., Trejo-Ortiz, A., & Cervantes, F. A. (2017). Los mamíferos del Área Reservada para la Recreación y Educación Ecológica San Juan del Monte, Las Vigas de Ramírez, Veracruz, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(4), 978-984. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.031>
- Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75(1), 1-34. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/2399464>
- Gurd, D. B., & Nudds, T. D. (1999). Insular biogeography of mammals in Canadian Parks: A re-analysis. *Journal of Biogeography*, 26(5), 973-982. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00334.x>
- Huhta, E., & Sulkava, P. (2014). The impact of nature-based tourism on bird communities: A case study in Pallas-Yllästunturi National Park. *Environmental Management*, 53(5), 1005-1014. <https://doi.org/10.1007/s00267-014-0253-7>
- Jones, D. T., & Eggleton, P. (2000). Sampling termite assemblages in tropical forests: Testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology*, 37(1), 191-203. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00464.x>
- Kangas, K., Luoto, M., Ihanntola, A., Tomppo, E., & Siikamäki, P. (2010). Recreation-induced changes in boreal bird communities in protected areas. *Ecological Applications: A Publication of the Ecological Society of America*, 20(6), 1775-1786. <https://doi.org/10.1890/09-0399.1>

- Kelly, C. L., Pickering, C. M., & Buckley, R. C. (2003). Impacts of tourism on threatened plant taxa and communities in Australia. *Ecological Management & Restoration*, 4(1), 37-44. <https://doi.org/10.1046/j.1442-8903.2003.00136.x>
- Leal-Pinedo, J. M., & Linares-Palomino, R. (2005). The dry forests of the Biosphere Reserve of Northwestern (Peru): Tree diversity and conservation status. *Caldasia*, 27(2), 195-211. JSTOR.
- León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa Ulloa, C., & Navarrete, H. (2011). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador (2 edición). Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. <https://doi.org/10.3133/cir645>
- Lowry, H., Lill, A., & Wong, B. B. M. (2013). Behavioural responses of wildlife to urban environments. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 88(3), 537-549. <https://doi.org/10.1111/brv.12012>
- Medeiros, H. R., & Torezan, J. M. (2013). Evaluating the ecological integrity of Atlantic forest remnants by using rapid ecological assessment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(5), 4373-4382. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2875-7>
- Monz, C. A., Cole, D. N., Leung, Y.-F., & Marion, J. L. (2010). Sustaining visitor use in protected areas: Future opportunities in recreation ecology research based on the USA Experience. *Environmental Management*, 45(3), 551-562. <https://doi.org/10.1007/s00267-009-9406-5>
- Niu, L., & Cheng, Z. (2019). Impact of tourism disturbance on forest vegetation in Wutai Mountain, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(2), 81. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7218-5>
- Perry, G. H. (2020). How human behavior can impact the evolution of genetically-mediated behavior in wild non-human species. *Journal of Comparative Physiology. A, Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 206(3), 337-342. <https://doi.org/10.1007/s00359-020-01415-9>
- Pickering, C. M., & Hill, W. (2007). Impacts of recreation and tourism on plant biodiversity and vegetation in protected areas in Australia. *Journal of Environmental Management*, 85(4), 791-800. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.11.021>
- Pickering, C. M., Hill, W., Newsome, D., & Leung, Y.-F. (2010). Comparing hiking, mountain biking and horse riding impacts on vegetation and soils in Australia and the United States of America. *Journal of Environmental Management*, 91(3), 551-562. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.09.025>
- Pickering, C. M., Rossi, S., & Barros, A. (2011). Assessing the impacts of mountain biking and hiking on subalpine grassland in Australia using an experimental protocol. *Journal of Environmental Management*, 92(12), 3049-3057. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.07.016>
- Rayner, L., Lindenmayer, D. B., Wood, J. T., Gibbons, P., & Manning, A. D. (2014). Are protected areas maintaining bird diversity? *Ecography*, 37(1), 43-53. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.00388.x>
- Ridgely, R. S., & Greenfield, P. J. (2006). Aves del Ecuador: Guía de campo. Fundación de Conservación Jocotoco.
- Rogala, J. K., Hebblewhite, M., Whittington, J., White, C. A., Coleshill, J., & Musiani, M. (2011). Human activity differentially redistributes large mammals in the Canadian Rockies National Parks. *Ecology and Society*, 16(3). JSTOR. <https://www.jstor.org/stable/26268938>
- Sobrevila, C., & Bath, P. (1992). Evaluación ecológica rápida: Un manual para usuarios de América Latina y el Caribe. The Nature Conservancy.
- Sornoza-Quijije, L., Vera-Morales, M., & Pino-Acosta, A. (2021). Teaching natural sciences for children with field trips and mobile. En Á. Rocha, C. Ferrás, P. C. López-López, & T. Guarda (Eds.), *Information Technology and Systems* (pp. 321-329). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68418-1_31
- Sutula, M. A., Stein, E. D., Collins, J. N., Fetscher, A. E., & Clark, R. (2006). A practical guide for the development of a wetland assessment method: The California experience. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 42(1), 157-175. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2006.tb03831.x>
- Thompson, B. (2015). Recreational trails reduce the density of ground-dwelling birds in protected areas. *Environmental Management*, 55(5), 1181-1190. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0458-4>

- Toews, M., Juanes, F., & Burton, A. C. (2018). Mammal responses to the human footprint vary across species and stressors. *Journal of Environmental Management*, 217, 690-699. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.009>
- Törn, A., Tolvanen, A., Norokorpi, Y., Tervo, R., & Siikamäki, P. (2009). Comparing the impacts of hiking, skiing and horse riding on trail and vegetation in different types of forest. *Journal of Environmental Management*, 90(3), 1427-1434. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.08.014>
- UICN. (2020). Unión Internacional para la Conservación Naturaleza. Recuperado de: <https://www.iucnredlist.org/en>
- Valverde, F. de M. (1967). *Fanerogamas de la zona de Guayaquil*. Editorial de la Universidad Central.
- Valverde, F. de M., & Pérez, J. J. (2012). *La biodiversidad vegetal, como capital natural de la sostenibilidad en la costa ecuatoriana* (1 ed). M. I. Municipalidad de Santiago de Guayaquil.
- Vázquez-Reyes, L., Jiménez-Arcos, V., SantaCruz-Padilla, S., García-Aguilera, R., Aguirre-Romero, A., Arizmendi, M. del C., & Navarro-Sigüenza, A. (2018). Aves del Alto Balsas de Guerrero: Diversidad e identidad ecológica de una región prioritaria para la conservación. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(3), 873-897.
- Walden-Schreiner, C., Leung, Y.-F., Kuhn, T., Newburger, T., & Tsai, W.-L. (2017). Environmental and managerial factors associated with pack stock distribution in high elevation meadows: Case study from Yosemite National Park. *Journal of Environmental Management*, 193, 52-63. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.01.076>