

Afectación del páramo desértico por la actividad turística en el Parque Nacional Sierra de la Culata, Mérida-Venezuela¹

Affectation of The Desert Paramo by Tourism Activity in Sierra de La Culata National Park, Mérida-Venezuela

Anairamiz Aranguren Becerra² 

Iris M. Díaz Fernández³ 

Elides Aquiles Sulbarán Zambrano⁴ 

Resumen

Se presenta el estado, valoración y conservación del ecosistema altiandino como consecuencia de la actividad turística y deportiva en un tramo de la ruta Mífañ-La Culata, Parque Nacional Sierra de La Culata en Mérida, Venezuela. Se hizo revisión bibliográfica, interpretación visual de las variables biofísicas usando imágenes de satélite, recopilación del número de visitas registradas. También, se hizo la estimación de los cambios en la cobertura vegetal mediante método de valoración directo en campo para medir el porcentaje de cobertura previo a la competencia deportiva (45k) en 20 parcelas de 4 m2 distribuidas en un tramo de 12 km paralelos a la ruta. Los resultados muestran paso constante de personas en la ruta, ya que el ancho de la ruta varió entre 0,25 m a 9 m. El promedio de huellas entre 25 y 75 verifica que la cobertura vegetal sobre la ruta y próxima a ella está sometida a una constante perturbación y qué cambios observados están relacionados con la competencia 45 k. Este mismo sendero, al ser el escenario de competencias deportivas, estas hacen que la vegetación y el suelo incrementen susceptibilidad. Se proponen medidas cónsonas con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) para conservar este patrimonio natural de los venezolanos y de la alta montaña.

Palabras clave:

área protegida, ODS, páramo altiandino, parque nacional, turismo.

Cómo citar

Aranguren Becerra, A., Díaz Fernández, I. M. y Sulbarán Zambrano, E. A. (2024). Afectación del páramo desértico por la actividad turística en el Parque Nacional Sierra de la Culata, Mérida-Venezuela. *Análisis Geográficos*, 57(1), 140 - 154.

¹ La presente investigación es producto de un trabajo de grado para optar al título de geógrafa de la Escuela de Geografía de la Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela, y es parte de las actividades desarrolladas por Anairamiz Aranguren B. con el apoyo de Scholar Rescue Fund y de la Fundación Ceiba en Colombia.

² Universidad de Los Andes, Mérida – Venezuela. anairamiza@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5855-8539>.

³ Universidad de Los Andes, Mérida – Venezuela. diaziris989@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0469-7060>.

⁴ Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMAP-UICN), Capítulo Venezuela. elidesasz2010@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2996-2109>.

Correspondencia: Anairamiz Aranguren Becerra. Carrera 27 a #49a Bogotá – Colombia.

Abstract

We present the status, valuation and conservation of an Altiano ecosystem as a consequence of tourism and sports activities in a section of the Mifafí - La Culata trail, Sierra de La Culata National Park in Mérida, Venezuela. A literature review and a visual interpretation of the biophysical variables were made using the satellite image. Data was collected on the number of visits registered. Changes in vegetation cover were estimated using a direct field assessment method that allowed measuring the percentage of cover prior to the sports competition (45k), through 20 plots of 4 m² parallel to the road, distributed over a length of 12 kilometers. The results showed that there is a constant flow of people on this trail, since the width of the road varies from 0.25 to 9 meters. The average number of footprints counted for each plot fluctuated between 25 and 75, showing which reflects that the vegetation cover on and near the road is subject to constant intervention and that the observed changes in vegetation cover are closely related to the road. This route of sports competitions, increases the natural susceptibility of the vegetation and soil. A series of measures are proposed in line with the SDGs to preserve this natural heritage of Venezuelans and the high mountains.

Keywords:

protected area, SDGs, altiano páramo, national park, tourism

Introducción

La situación ambiental mundial es inquietante, pues la magnitud de la intervención antrópica es cada vez mayor en todos los ecosistemas a escala global. El modelo de desarrollo en el mundo industrializado genera importantes desequilibrios ambientales y enormes brechas sociales, económicas y de desarrollo humano en el planeta. La Agenda 2030 del Desarrollo Sostenible, aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas (2015), da contexto a la visión transformadora hacia la sustentabilidad económica, social y ambiental.

En la cordillera de Los Andes, con 8.000 kilómetros —desde el Caribe hasta Tierra de Fuego— es el sistema montañoso más largo y el segundo más alto del planeta (Escobar-Mamani et al, 2020) por lo que es un laboratorio natural donde se presentan desafíos y oportunidades comunes a los países andinos.

En el contexto suramericano, la región que abarca a los Andes ha sido reconocida como ámbito de retos para el logro del desarrollo sostenible, destacando el de sanear el largo descuido oficial y orientar los esfuerzos públicos y privados a lograr, entre otros propósitos:

[p]roteger la mayor diversidad que queda en el mundo y que se encuentra en una situación de grave riesgo, por una parte, como consecuencia de la pobreza crítica y de la poca preparación de los gobiernos y la sociedad civil para el manejo adecuado de las cuencas, bosques fauna y conservación de los suelos; y, por otra, como consecuencia de crecientes intereses endógenos y exógenos en aprovechar las potencialidades económicas de los recursos contenidos en ella. Muchos de los parques nacionales y otras áreas protegidas de los Andes han sufrido los efectos de la reducción del papel del Estado en la región, que ha disminuido su presencia y recursos en las tareas de protección de los recursos y ecosistemas que contienen (Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo de América Latina y el Caribe, 1996, p. 167).

En Venezuela el deterioro ambiental es evidente, pues todos los ecosistemas han sido intervenidos y, durante el presente siglo,

gravemente dentro de los parques nacionales y monumentos naturales. Igual situación enfrentan los demás países de la Cordillera de los Andes y sus sistemas gubernamentales dirigidos al resguardo del patrimonio natural.

El turismo es considerado por la Organización Mundial del Turismo (OMT, 1999) como un fenómeno social, cultural y económico relacionado con el movimiento de las personas a lugares que se encuentran fuera de su lugar de residencia habitual. Existen diversos tipos que se ajustan al gusto del visitante, dentro de parques nacionales o no, y pueden generar impactos positivos o negativos según las características de inestabilidad de las áreas visitadas.

El turismo sostenible (OMT, 1999) permite que se atiendan las necesidades de los turistas actuales y de las regiones receptoras y, al mismo tiempo, protege y fomenta las oportunidades futuras. Es una vía hacia la gestión de todos los recursos de forma que satisfagan las necesidades económicas, sociales y estéticas, respetando la integridad cultural, los procesos ecológicos esenciales, la diversidad biológica y los sistemas que sostienen la vida.

Todos los países cuentan con espacios naturales que ameritan ser protegidos, conservados y preservados. En Venezuela, estos territorios se encuentran entre las categorías de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), según lo establecido en la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (1983) en sus artículos 15 y 16 (Ayube, 2011). Los parques nacionales están definidos como aquellas superficies del territorio relativamente extensas, en las cuales están representados uno o más ecosistemas, áreas naturales y paisajísticas, de valor nacional e internacional, que no hayan sido esencialmente alteradas por la acción humana, las especies vegetales y animales, las condiciones geomorfológicas y los hábitats sean de interés para la ciencia, la educación y la recreación.

La cobertura vegetal tiene influencia en el meso y microclima, el recurso hídrico, y la diversidad de las especies terrestres. Diferentes estudios realizados (Aldana y Bosque, 2008a, Aldana y Bosque, 2008b; y Buitrago et al, 2012) señalan la importancia de este indicador como variable que permite conservar los ecosistemas de páramo andino y altiano, puesto que ambos se caracterizan por presentar rasgos de alta fragilidad ambiental, especialmente el páramo desértico, caracterizado por presentar alta radiación

solar, bajas temperaturas y poca precipitación, haciendo que las especies vegetales se adapten a estas condiciones extremas.

El Parque Nacional Sierra de La Culata (PNSC) destaca por una belleza paisajística única, con oportunidades para diferentes actividades turísticas según el gusto del visitante. Lo difícil es la administración de las actividades que se deben ejecutar a cabalidad, para preservar los espacios naturales en un páramo en la cordillera de los Andes.

El trayecto Mifaff-La Culata presenta características geomorfológicas, de flora y fauna, atractivos para diversas actividades de turismo y la recreación. En el área de estudio ocurre anualmente la llamada "Carrera 45k Mérida Running" desde 2014. En el 2020 participaron 200 personas, nacionales y extranjeros, preparados con anticipación para realizar este evento. Es una ruta de gran belleza escénica que requiere preparación de alto nivel físico, porque parte de su recorrido es sobre los 4.200 m.s.n.m.

Inicialmente, esta carrera se denominó 38k, por el recorrido desde el Alto de Mifaff hasta La Culata. Actualmente se conoce como 45k, ya que se incluyeron 7 km desde Pico El Águila hasta el Alto de Mifaff.

Para esta investigación, se recopiló actividades turísticas o recreativas que conllevan cambios en la cobertura vegetal, realizadas en parques nacionales. Aun siendo este tema importante, desde el punto de vista de la conservación no existen muchas publicaciones similares en Venezuela, y plantea una reflexión sobre los retos de evaluar y corregir la actividad turística que se efectúa sin organización, en el contexto de la sustentabilidad, y sin acatar las normas ambientales.

Por este motivo, se buscó evaluar los cambios en la cobertura vegetal como consecuencia de las actividades turísticas en un tramo de la ruta Mifaff-La Culata del PNSC para proponer alternativas sostenibles para estas actividades. Además de obtener información sobre condiciones biofísicas y afectación por actividades turísticas y deportivas, extrapolable al tramo de la ruta evaluado. También, se buscó estimar los cambios en la cobertura vegetal como consecuencia del uso turístico en un tramo de la ruta Mifaff-La Culata. Finalmente, proponer, en función de los cambios observados en la cobertura vegetal, alternativas sostenibles de uso para la ruta Mifaff-La Culata.

Aspectos generales del área de estudio

El PNSC forma parte de la cordillera de Los Andes, cadena montañosa que atraviesa el continente suramericano y, en Venezuela, se divide en la Sierra de Perijá y la cordillera de Mérida la cual, a su vez, está compuesta por dos serranías paralelas, la Sierra Nevada y la Sierra de La Culata, separadas por una fosa tectónica configurada por el sistema de fallas Boconó.

Este parque se localiza en el ramal nororiental de los Andes venezolanos, entre los estados Mérida y Trujillo, ocupando una superficie de 200.400 ha. El rango de amplitud térmica varía alrededor de los 10°C a 15°C; la temperatura promedio anual oscila entre los 2°C hasta los 24°C. Geográficamente incluye los páramos: El Tambor, Campanario, Piedras Blancas, Mucuchíes, y en la divisoria de aguas de los ríos Motatán y Santo Domingo, los páramos Hato Viejo, La Estrella y Monigote (Rincón et al, 2007).

El presente trabajo se realizó en el páramo de Piedras Blancas, localizado hacia el noreste del área de estudio, a más de 4.000 m.s.n.m; en este se ubica el páramo desértico de Venezuela, de

bajas temperaturas, poca precipitación, alta radiación solar y vegetación vascular escasa. Destaca un modelado glacial abrupto y escarpado con presencia de circos glaciares.

Los páramos El Banco y Los Buitres se ubican hacia el extremo sureste y noreste del área de estudio, predomina la presencia de circos glaciares que se distribuyen de forma escalonada, y se remarca la cresta de la divisoria de agua entre la quebrada El Banco y la quebrada Los Buitres, precedido de valles glaciares y sobre todo un elevado número de lagunas de origen glaciar a partir de las cuales se observa la naciente de la quebrada El Banco y destacan la laguna La Escopeta, laguna Grande Los Patos, laguna Larga y laguna La Estrella.

En el extremo noreste del área se observa la cresta que divide la cuenca de la quebrada Palito Negro en el páramo de Piedras Blancas y la quebrada El Banco, cerca del pico Mesa Redonda, en el páramo El Banco. Se visualiza en el extremo este del área la cresta que divide la cuenca de la quebrada El Banco y la quebrada Los Buitres, cerca del pico Los Chorros (Figura 1).

Metodología

Para cumplir con los objetivos planteados se realizó una secuencia ordenada de actividades que incluyó procesamiento bibliográfico y analítico, respaldados con trabajo de campo (Figura 2).

Para procesar la información base se manejó la escala de trabajo 1:25.000 para elaborar el mapa topográfico. Para realizar la cartografía temática correspondiente a factores biofísicos se utilizó 1:5.000; estos elementos fueron topografía, categorías de pendiente, geomorfología, orientación del relieve, pisos térmicos, unidades ecológicas (Ataroff y Sarmiento, 2003) y cobertura vegetal, mediante la interpretación visual de la imagen Bing de la plataforma Sasplanet del 07 de julio de 2019, de resolución espacial 1 m y código 4.0.10.

En la descripción de los aspectos socioculturales se revisaron los mapas de división político-territorial y el Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del PNSC (PORU), apoyándose con la utilización de un modelo digital de elevación de AlosPalsar de 2008 de alta resolución (125 m). Los datos levantados durante el trabajo de campo se procesaron mediante la utilización del programa Excel y el software libre QGIS 2.18 versión Las Palmas.

A continuación, se presenta de manera detallada el proceso metodológico:

Etapas I. Revisión bibliográfica

Se revisó la bibliografía sobre investigaciones en torno al tema a desarrollar, se empleó la información de diferentes instituciones: bibliotecas de la Escuela de Geografía de la Universidad de los Andes, del Instituto Nacional de Parques (INPARQUES), del Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), y de la mapoteca del Instituto de Prevención y Administración de Desastres del Estado Mérida (INPRADEM).

Se recopiló datos del número de visitas para los meses de febrero, marzo, abril y mayo de los años 2016, 2017, 2018 (INPARQUES), que indican la cantidad de visitantes que entraron al Parque. Para 2019, INPARQUES contaba con las estadísticas del puesto de guardaparques El Jarillo (La Culata), mientras en Mifaff no contaba con ningún tipo de registro sobre la cantidad de ingresos.

Figura 1 - Localización geográfica del área de estudio

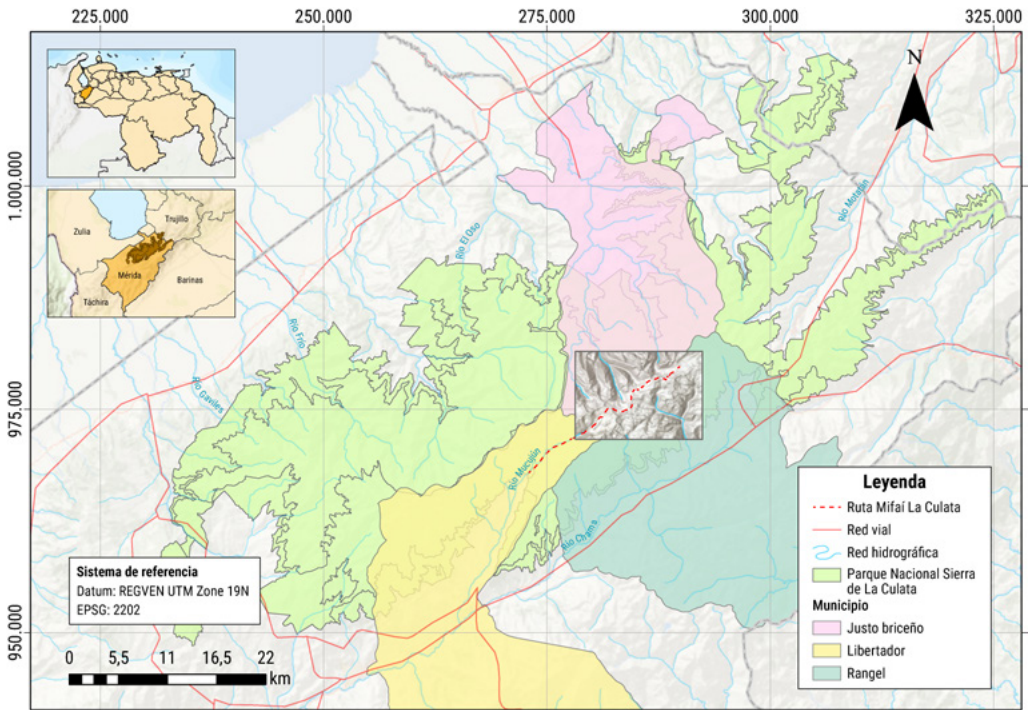
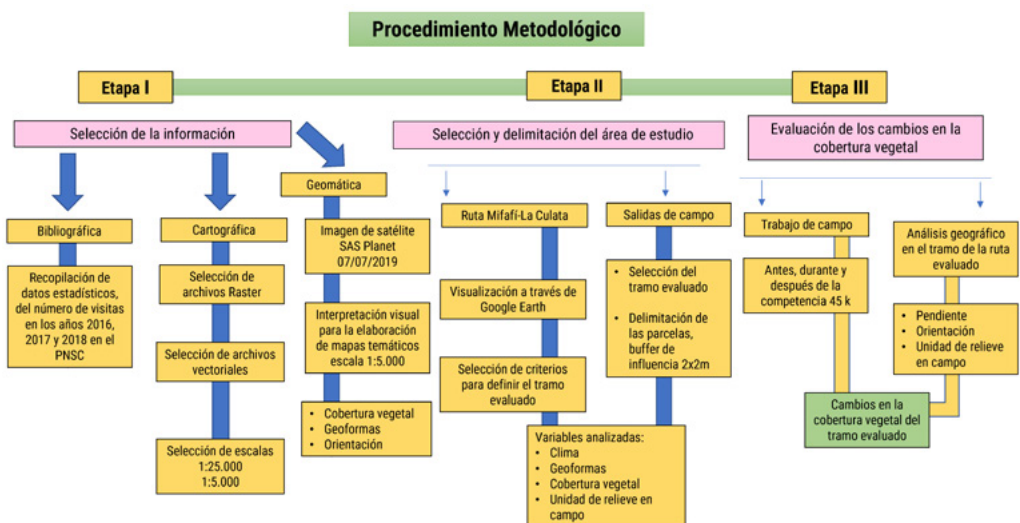


Figura 2 - Esquema metodológico



Etapa II. Selección y delimitación del área de estudio

Se consideró, como factor primordial, el sendero que conecta el Valle de Mifafí con La Culata. Se realizó una salida de campo que incluyó toda la ruta; sin embargo, se seleccionó un tramo de 12 kilómetros (Figura 3).

Figura 3 - Área de aptitud alta (3) para cada municipio



El punto inicial se asumió en el alto de Mifafí, divisoria de aguas entre las cuencas de Chama y Torondoy, sobre la carretera que conduce a Mucumpís y Torondoy, a una altitud de 4.481 m.s.n.m.; como punto final del tramo evaluado, se tomó la base de Pan de Azúcar, a una altitud de 4.400 m.s.n.m. La selección y delimitación del área de interés se realizó a través de niveles escalares diferentes, puesto que para realizar el mapa topográfico se utilizó la escala 1:25.000, con información de la cartografía oficial. Para la realización de la cartografía temática se utilizó una escala detallada 1:5.000, a través de la interpretación visual de la imagen satelital SAS Planet de 2019, y para definir las parcelas a evaluar se utilizó un nivel escalar 1:1, observación directa en el terreno. Se consideró el tramo apropiado por ubicarse en una sección del trayecto donde la actividad turística está poco influenciada por la distancia desde las vías carreteras y la mayor cantidad de visitas son dirigidas a senderismo, excursionismo o, en este caso, deporte.

Este tramo se emplaza sobre un área que mantiene prístinas sus características naturales, con bajo nivel de intervención, las que se describieron sobre un buffer de distancia fija, paralelo a la ruta, que cubre una superficie de 2739,24 ha que incluye los 12 km evaluados, a través de los puntos de observación y de control ubicados en diferentes unidades de relieve y topográficas, que permitieron evaluar los diferentes porcentajes de ocupación de la cobertura, en ventanas de observación posicionadas sobre el sendero y próximas a este.

Criterios utilizados para la selección del tramo de la ruta evaluado

1. Debe contener una sección de páramo desértico, condición importante para el estudio, dado el alto grado de fragilidad ecológica que caracteriza a este ecosistema.
2. Debe poderse evaluar la cobertura en diferentes unidades de relieve y topográficas, incluyendo pendiente, lechos rocosos, valles y laderas.
3. Debe tener el menor grado de perturbación y recibir la menor cantidad de visitas, para que se observen las características naturales del ecosistema.

Con la primera salida de campo se marcaron ocho sitios o puntos de observación, ubicados sobre el camino y doce fuera del camino; en diferentes unidades de relieve, incluyendo laderas, valles, lechos rocosos y humedales, en orientación de umbría o solana; estas parcelas tienen una superficie de 4 m², se definieron a escala detallada de terreno (Tabla 2). La Figura 4 señala el total de puntos evaluados ubicados sobre el sendero y fuera del sendero.

Tabla 1 - Sitios evaluados para medir el porcentaje de cobertura

Sitio	Sobre el camino	Fuera del camino	Total
1	1	1	2
2	1	2	3
3	1	1	2
4	1	1	2
5	1	2	3
6	1	2	3
7	1	2	3
8	1	1	2
Total	8	12	20

Figura 4 - Localización de los 20 sitios delimitados en campo



Selección de variables

Las variables seleccionadas para evaluar los cambios en la cobertura vegetal dentro de la ruta corresponden a elementos biofísicos que determinan y condicionan el tipo de cobertura vegetal del PNSC, en zonas que superan los 3.000 m.s.n.m.

Las geoformas ubicadas en el área de estudio, según lo describen Schubert y Valastro (1973) y Sánchez (2016) corresponden a circos glaciares, aristas, valles glaciares en forma de "U" y lagunas de origen glacial en toda el área. Se empleó la interpretación visual de la imagen satelital SAS Planet de 2019, y se clasificó el relieve en cuatro categorías de laderas: ligeramente inclinadas, inclinadas, escarpadas y valles glaciares, aristas, crestas, morrenas y circos glaciares. Esta interpretación permitió explicar las geoformas que constituyen la sección en estudio de la ruta, considerando las laderas como el elemento topográfico que define casi la totalidad el área.

Según la clasificación de Ataroff y Sarmiento (2003) el área está cubierta por páramo altiandino, que se presenta en las vertientes secas entre 4.000-4.800 m.s.n.m., temperatura promedio de 3°C a -2°C y precipitación promedio anual entre 700-1.000 mm. En las vertientes húmedas, entre 1.000-1.600 mm, hay una alta frecuencia de heladas todo el año. Incluye el páramo desértico con baja cobertura vegetal, vegetación baja, dominando arbustos y plantas en cojín, menores de 40 cm de altura y un estrato alto (a veces ausente) entre 3 m y 4 m, dominado por rosetas gigantes de

Espeletia timotensis Cuatrec. y *Coespeletia spicata* (Sch.Bip. ex Wedd.) Cuatrec. En el estrato bajo hay *Arenaria jahni* S.F.Blake, *Azorella julianii* Mathias & Constance, *Aciachne pulvinata* Benth, *Draba chionophila* S.F.Blake, y *Hinterhubera lasguei* Wedd. Se reportan especies invasoras como *Rumex acetosella* L. (Sarmiento et al., 2003).

Para elaborar el mapa de cobertura vegetal se interpretó la imagen SAS Planet de 2019, a partir de variables como el tono, la textura y el color, se discriminaron cinco categorías de vegetación. La leyenda utilizada fue la definida por Oyola (2009) en el mismo ecosistema y las categorías son fácilmente detectables. Las categorías utilizadas (Tabla 3) fueron adaptadas al área de estudio.

Tabla 2 - Leyenda empleada en el mapa de cobertura

Número	Categoría	Simbología
1	Arbustos hierbas húmedas	AHh
2	Arbustos hierbas secas	AHs
3	Rosetal	R
4	Colchones compactos	C
5	Suelo sin cobertura vegetal	sv

Fuente: adaptado de Oyola (2009).

Etapa III. Evaluación de los cambios en la cobertura vegetal

Para estimar los cambios en la cobertura vegetal, se trabajó con evaluación directa en campo, efectuada en una inspección previa a la carrera 45k y otra durante la carrera. Así, se pudo comparar el nivel de afectación de la cobertura vegetal tras la ocurrencia de la competencia. La primera, con personal del INPARQUES y personal del ICAE.

Se evaluaron indicadores cualitativos para estimar la perturbación a la cobertura vegetal por el pisoteo: contextura, altura, peso y tipo de calzado de algunos competidores. Se elaboró una planilla con indicadores visuales que permitió estimar, cualitativamente, el tipo de calzado y el sexo. El peso y la altura promedio permitieron estimar la contextura de los visitantes.

La intensidad del pisoteo a la vegetación se evaluó antes y después que pasaran 50 competidores de la carrera 45k (Mérida Running, s.f.). La intensidad del pisoteo se midió con un cronómetro para verificar los intervalos de tiempo entre competidores, con el apoyo de un técnico con radiotransmisor. El número de pisadas se calculó contando las huellas en el camino, antes de que pasara el primer competidor y después de pasar 50, para comparar la perturbación generada al suelo y la vegetación (Figura 5).

El número de pisadas se respaldó con un registro fotográfico previo a la carrera, durante la carrera y después de la carrera, hasta que pasaron 50 competidores. La extrapolación de la información biofísica en el tramo de la ruta Mifafí-La Culata, a partir de la

información cartográfica, se realizó con un análisis geográfico en el tramo evaluado, y afectación por la actividad deportiva. En función de los aspectos biofísicos evaluados, a partir de la base cartográfica y con la información levantada en campo, se extrapolaron las características biofísicas de cada una de las parcelas. La Tabla 4 señala las variables biofísicas utilizadas y los atributos de cada una de ellas.

Tabla 3 - Variables biofísicas empleadas en el análisis geográfico y atributos

Parcelas	Pendiente	Orientación	Unidad de relieve considerada en campo
1	Suave	Solana (norte, este y sureste)	Laderas Lechos
2	Moderada	Umbria (norte, noroeste, oeste, suroeste y sur)	rocosos Plano
3	Fuerte		Fondo de valle
4	Escarpada		
5			
6			
7			
8			

Mediante el software QGIS 2.18 se generó un geoproceso a partir de la caja de herramientas vectoriales. Se elaboró una unión, utilizando el término que especifica el programa de los mapas de orientación y con sectores de pendientes, es decir, el cruce de información de estos atributos. A partir de esta unión o cruce, se generó automáticamente una tabla de los atributos en común de esas variables para cada parcela. Esta acción vectorial permitió extrapolar la información biofísica determinada por los mapas temáticos y el trabajo de campo, a diferentes puntos del tramo evaluado. Así, se determinaron áreas similares como parte de los resultados obtenidos en esta investigación.

Finalmente, se elaboró una categorización que permitió diferenciar las parcelas con base en la perturbación (Tabla 5).

Tabla 4 - Categorías definidas y nivel de perturbación de las parcelas evaluadas

Categorías	Perturbación
1	Alta
2	Moderada
3	Baja
4	Muy baja

Figura 5 - Punto de control para estimar indicadores salida de campo 2

Fotografía de Díaz, febrero de 2020.



Resultados y discusión

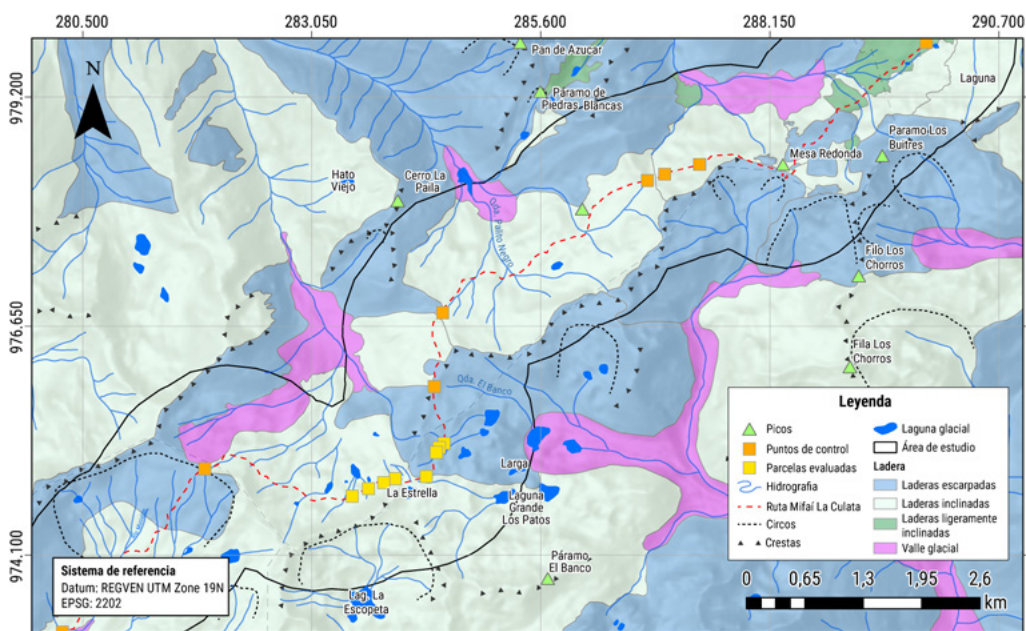
El tramo de la ruta Mifafí-La Culata es un espacio que engloba diferentes unidades geomorfológicas de los Andes venezolanos, con topografías abruptas que superan los 3.000 m.s.n.m en unidades ecológicas de páramos andinos y altiandinos. Esto se aprecia en el mapa de geoformas (Figura 6).

Las laderas se distribuyen de manera heterogénea en toda el área. La unidad correspondiente a laderas ligeramente inclinadas ocupa la menor superficie, 265,34 ha, equivalente al 9,76%. La unidad

2 corresponde a unidades de laderas inclinadas que ocupan una superficie de 1.164,08 ha, equivalente al 42,80% del área de estudio. La tercera unidad son las laderas escarpadas que abarcan 1.102,55 ha, 40,54% del área de estudio. La unidad conformada por valles glaciares ocupa 155,40 ha, 5,71% de superficie total del área. Las lagunas glaciares, como categoría independiente de las laderas, cubren 32,16 ha, 1,18% (Figura 7).

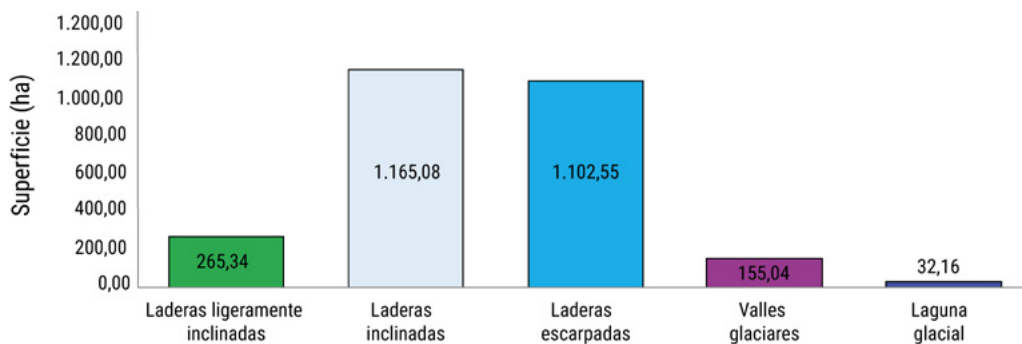
Las temperaturas corresponden a los pisos térmicos muy fríos y gélidos (menor a 7°C) y precipitación en forma de escarcha y nieve. El piso térmico muy frío ocupa una superficie de 242,52 ha

Figura 6 - Geoformas presentes en el área de estudio



Fuente: Díaz (2021).

Figura 7 - Superficie de ocupación de las categorías de geoformas en el área de estudio



Fuente: Díaz (2021).

(8,85% del área analizada), con temperaturas entre 3,0°C y 7,9°C. Perteneciente a la provincia pluviométrica escasamente lluvioso con precipitaciones de 300 mm a 699 mm al año, con precipitaciones en forma de nieve, con escarcha durante todo el año, se distribuye desde la cota 3.350 m.s.n.m. hasta los 4.200 m.s.n.m.

La superficie ocupada por el piso térmico gélido es de 2.496,72 ha (91,15%), con temperaturas entre -2°C y 2,9°C, asociado a la provincia pluviométrica de escasamente lluvioso, con valores de precipitación promedio anual de 300 mm a 699 mm, en forma de nieve.

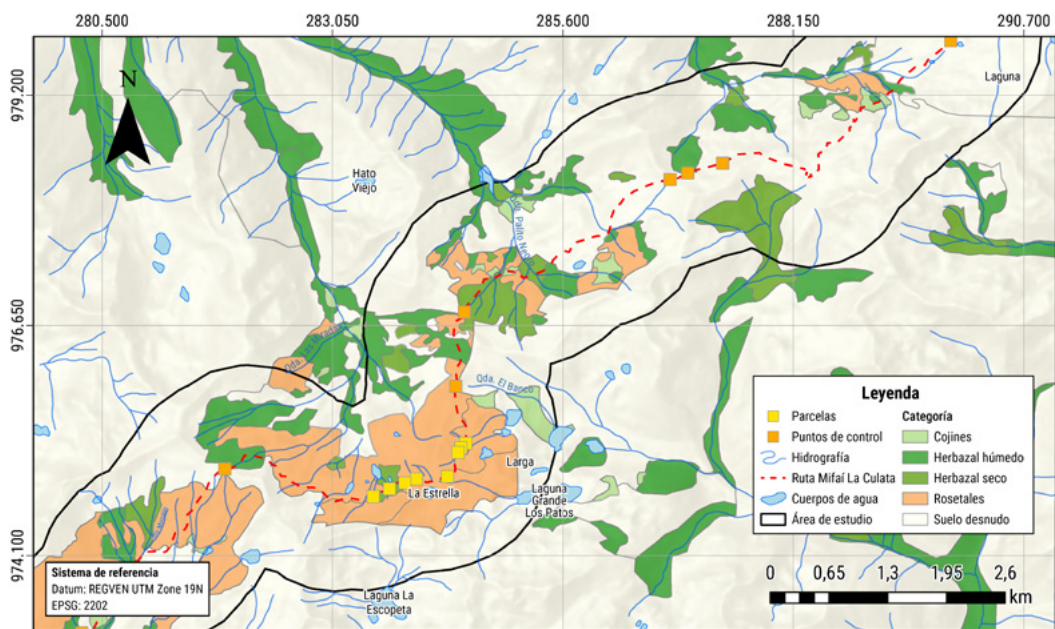
Con respecto a la cobertura vegetal, hay una gran heterogeneidad, hay suelo desnudo y una gran cantidad de rocas que forman mosaicos o parches de diferentes coberturas. En campo se identificaron cinco categorías que se visualizan en el mapa de cobertura vegetal (Figura 8).

La vegetación dominante se distribuye en forma de mosaico, presentando grandes vacíos desprovistos de vegetación y la presencia de rosetas de diferentes géneros de *Espeletia*, se encuentran especies de *E. lutescens*, *E. timotensis*, *E. moritziana*, *E. semiglobulata*, y *E. spicata* a las cuales se denominarán como rosetales (Figura 9a). También, hay colchones compactos conocidos como cojines, formados por

diferentes especies vegetales que crecen pegados al suelo, al igual que los musgos y líquenes, que se desarrollan sobre áreas húmedas y se distribuyen de manera dispersa (Figura 9b). Las formaciones de arbustos hierbas húmedas y secas se asocian a factores de pendiente moderada, laderas inclinadas, ligeramente inclinadas y fondos de valle, que registran la mayor cobertura de vegetación, al igual que los humedales altiandinos (Figura 9c y 9d), y los sitios con rocas de diferente tamaño y grado de fragmentación (Figura 9e).

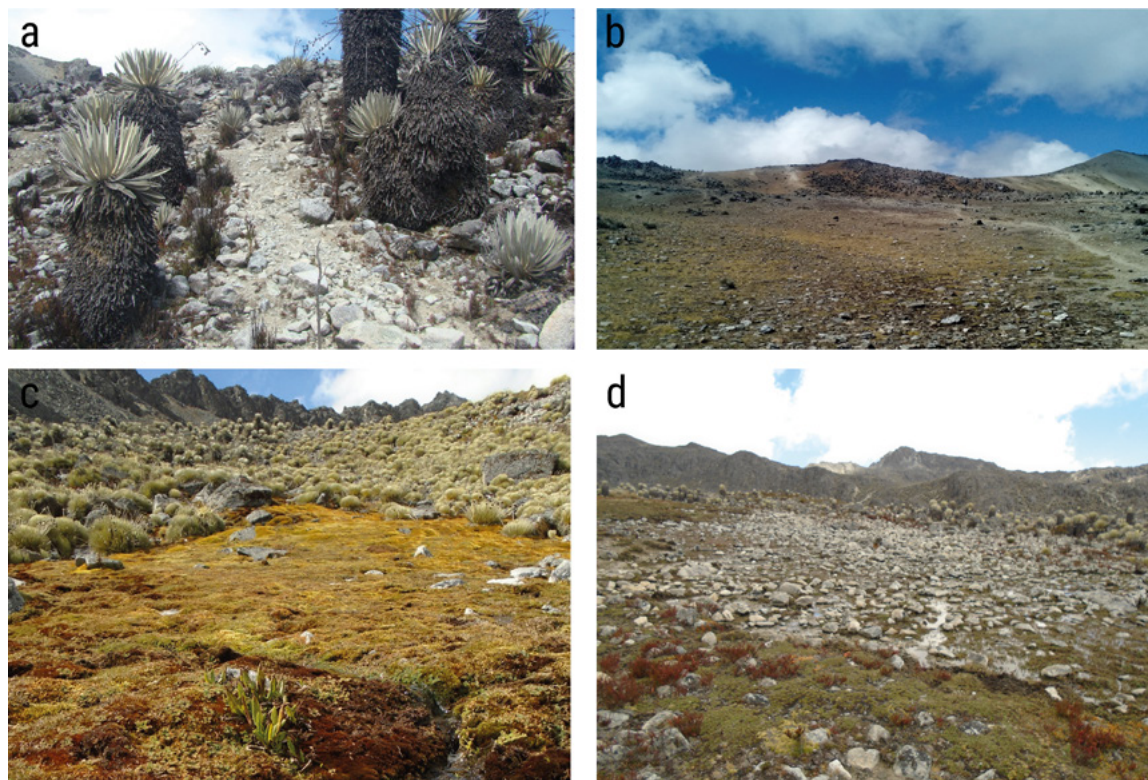
La Figura 9 muestra que el porcentaje de cobertura vegetal es dominado por suelo sin vegetación para la categoría camino y fuera del camino con exposición de solana (este). Dicha parcela se muestreó sobre las áreas cercanas a la laguna La Estrella, caracterizado por un punto de alta erosión eólica y alta radiación solar que incide directamente sobre la estructura del suelo. Las plantas encontradas dentro de la parcela están asociadas a individuos aislados o parches de vegetación adaptados a condiciones de unidades de páramo altiandino y páramo desértico, con bajos niveles de precipitación media anual y valores de temperatura baja con amplitud térmica elevada.

Figura 8 - Mapa de cobertura vegetal del tramo de la ruta Mifafí-La Culata



Fuente: Díaz (2021).

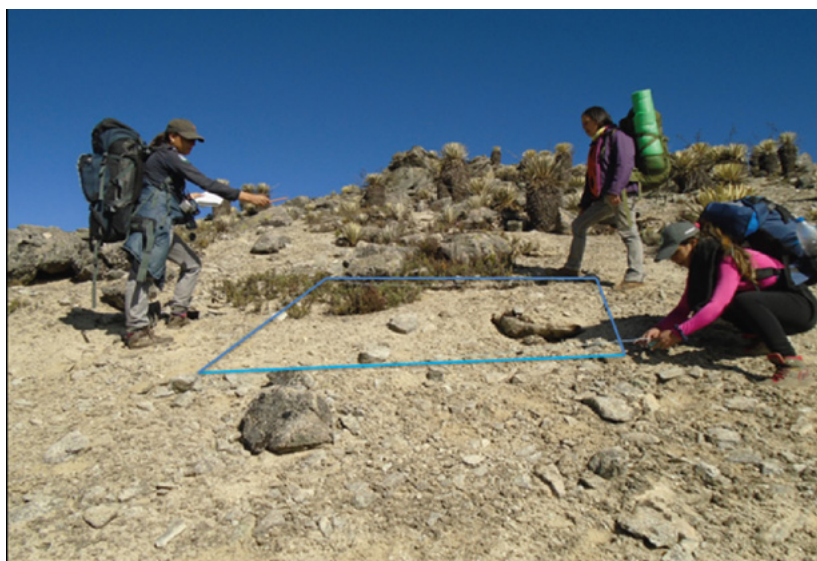
Figura 9 - *Imágenes de la cobertura vegetal*



Fotografías de Sulbarán, enero de 2021

Nota: a) rosetales; b) colchones compactos (cojines); c) arbustos hierbas húmedas; y d) arbustos hierbas secas.

Figura 10 - *Formas de estimación de cobertura realizada en la parcela ubicada en áreas de la laguna La Estrella*



Fotografías de Sulbarán, enero de 2020

A través de la interpretación visual de la imagen de satélite de la plataforma SAS Planet, a escala detallada, demuestra que el sendero al igual que las parcelas muestreadas en campo presentan la mayor superficie de suelo desnudo, puesto que el mismo es el paso obligatorio de las personas, ya que la influencia que ejerce el tránsito sobre la vegetación, se refleja en la disminución de la cobertura vegetal; sin embargo, es oportuno señalar que las parcelas ubicadas en orientación este y oeste refleja un alto porcentaje de suelo desnudo, ya que están precedidas de roca sólida o grava. En la zona del humedal, el mayor porcentaje de cobertura está bajo el dominio de la categoría agua, llegando al 60%.

Se observa que la categoría vegetación con musgos y líquenes alcanzan un 50%, ya que la vegetación que se adapta a un humedal de tipo turbera está compuesta de especies de briofitas y líquenes (Potentini, 2008). La categoría fuera del camino con exposición oeste, refleja un porcentaje significativo de vegetación vascular,

musgos y líquenes, debido a que la parcela no está directamente ubicada sobre el humedal como la evaluada en la categoría camino.

Los humedales altiandinos localizados sobre elevaciones superiores a los 4.000 m.s.n.m se recargan de agua, razón por la cual se identifica un porcentaje elevado de musgos y líquenes a esta categoría (sin camino con exposición este, sin camino con exposición oeste), es oportuno señalar que los humedales son una fuente indispensable de agua y reservorio hídrico y ecológico (Monasterio y Molinillo, 2003; Salas, 2003; Llambí et al, 2006; Potentini, 2008; Llambí et al., 2013).

Hay un predominio de la categoría suelo sin vegetación (Figura 11). Este resultado refleja la incidencia del páramo desértico y las condiciones de estrés continuo sobre las especies de plantas encontradas (Monasterio, 1979; 1980; Monasterio y Molinillo, 2003). Se afirma lo que se ha venido indicando, que la categoría camino ejerce mayor influencia sobre áreas sin cobertura vegetal.

Figura 11 - Parcela realizada en una zona de ladera ligeramente inclinada



Fotografía de Sulbarán, enero de 2020.

La vegetación de la ruta Mifafi-La Culata está bajo un continuo estrés hídrico y térmico. La topografía y el clima al que es sometida la vegetación en el piso altiandino y periglacial configuran un alto nivel de adaptación ambiental con un grado de fragilidad ecológica única en el mundo. En el área de estudio para 2019 había un 70% de la superficie sin cobertura vegetal, es decir el suelo estaba expuesto a sufrir erosión hídrica y procesos de crioreptación por los ciclos de congelamiento y descongelamiento, manteniendo una barrera natural que limitaba ampliamente la propagación de la flora en estos pisos altitudinales, donde se observaron parches de cobertura vegetal con una distribución horizontal más que vertical.

La Tabla 6 resume la superficie ocupada por cada clase de cobertura. La clase denominada arbustos-hierbas en sitios húmedos ocupa una superficie de 242,21 ha, que equivale al 8,84%.

Los arbustos-hierbas en localidades secas abarcan 142,21 ha, 5,19% del área evaluada. Los rosetales alcanzan 571,70 ha (20,87%). Los colchones compactos cubren 50,46 ha cerca del 1,84% del área total, principalmente en fondos de valles y laderas ligeramente inclinadas y moderadas. Los suelos sin cobertura vegetal ocupan la mayor proporción de superficie, llegando a 1736,33 ha, 63,38% de cobertura distribuida en el área.

Tabla 5 - Ocupación de las categorías de cobertura en el tramo de la ruta Mifafi-La Culata

Categoría	Superficie (ha)	%
Suelo sin cobertura vegetal	1736,33	63,38
Rosetales	571,70	20,87
Arbustos hierbas húmedas	242,21	8,84
Arbustos hierbas secas	142,21	5,19
Colchones compactos	50,46	1,84

Los rosetales de diferentes especies de *Espeletia* ocupan un 21%; los arbustales y hierbas en lugares húmedos y secos cubren el 14%, y los céspedes o colchones compactos de páramo ubicados en los humedales y sitios con exceso de agua alcanzan el 1% de la cobertura. Factores ambientales como las bajas temperaturas y la inestabilidad de los suelos aumentan el porcentaje de suelo descubierto, por los procesos periglaciales a partir de los 4.000 m.s.n.m. en el páramo desértico y el desierto periglacial. La cobertura vegetal se asocia a suelos con rosetas, arbustos, hierbas y plantas creciendo en forma de céspedes.

En campo se cuantificó el ancho del camino y el número de pisadas que se observaron para evaluar el impacto que puede tener el pisoteo sobre la cobertura (Tabla 7).

Tabla 6 - Datos del ancho del camino y número de pisadas evaluados en la primera salida de campo sobre las parcelas localizadas sobre el sendero

Parcelas de observación sobre el sendero	Ancho del camino (m)	Promedio ancho del camino (m)	Número de pisadas (huellas)
1	1,50	1,50	38
2	5,00;5,60;8,80	6,46	30
3	5,00	5,00	25
4	0,52;0,71;0,63	0,62	75
5	0,25;0,32;0,28	0,28	25
6	0,60;0,71;0,58	0,63	32
7	4,00;3,00;3,30;3,70	3,50	41
8	0,45;0,62;0,63	0,57	47

La Tabla 8 muestra que el ancho del camino, en el trayecto estudiado, varía considerablemente, registrando valores mínimos de 25 centímetros en los senderos más angostos y valores máximos de 8,8 m en otros tramos. Los resultados son altamente heterogéneos y el camino a lo largo de su trayecto puede ampliarse, esto como consecuencia de las características del área. En zonas escarpadas y de difícil acceso se evidencia que el ancho del camino es mayor, ya que la ruta establecida no se aprecia con facilidad y los senderistas no se limitan a un solo tramo, sino que caminan en diferentes direcciones. En áreas de pendiente baja o valles el ancho del camino es menor, ya que la visual de la ruta es alta y se puede caminar con mayor facilidad y menos esfuerzo, allí no supera los 40 cm.

Tabla 7 - Resultados del ancho del camino y el número de pisadas evaluados en el tramo de la ruta Mifafí-La Culata

Indicadores	26 de enero
1. Ancho del camino + desv	1,8+ 1,7
Máximo	8,80 m
Mínimo	0,25 m
2. Nº de pisadas promedio + desv	42,58+18,11
Máximo	75 huellas
Mínimo	25 huellas

En promedio, para el tramo evaluado el número de huellas es de 43, registrando valores máximos de 75 pisadas y valores mínimos de 25, es decir, el comportamiento de los datos es heterogéneo y la variación de estos es de 18,11, indicando que constantemente están fluyendo personas dentro del sendero establecido.

Contabilizar la cantidad de huellas permite estimar el total promedio de personas que pasaron dentro del área evaluada del parque y tener un indicador de la perturbación generada por la compactación de la estructura del suelo, ya que la misma dificulta el desarrollo radicular de las plantas, la aireación y penetración de

las raíces en el suelo, así como también ayuda a la disminución de los espacios porosos del suelo.

Se afirma que existe un constante paso de personas en la ruta Mifafí-La Culata, ya que el ancho del camino varía de 0,25 m a 9 m, en unidades de laderas inclinadas y fuertemente inclinadas, registrando los valores mayores en estas categorías, mientras que en fondos de valles relacionados con laderas ligeramente inclinadas se registraron los valores menos elevados (0,25 m) y la cantidad promedio de huellas contadas fluctuó entre 75 y 25, lo cual permite concluir que la cobertura vegetal que está sobre la ruta está sometida a un constante pisoteo y que este hecho influye directamente en la disminución de la vegetación localizada sobre el sendero y en áreas próximas a él, especialmente en las zonas donde la pendiente es moderada y fuertemente inclinada.

Estos resultados coinciden con los presentados por Oyola (2009) quien indica que las áreas con menos cobertura vegetal son las áreas de laderas en diferentes categorías, incluidas las laderas de soliflucción, el desierto periglacial en talud de gelifracción, el arbustal herbazal húmedo en microescalones de ladera, el herbazal rosetal en laderas de soliflucción, las rocas aborregadas y el rosetal en laderas de soliflucción. Este autor afirma que esto se debe a procesos naturales propios de los páramos altiandinos y son más evidentes al ser influenciados por acciones antrópicas. El ecosistema por donde se realiza la competencia 45k presenta puntos críticos según sus condiciones intrínsecas.

Las categorías “Camino y Fuera del camino” (Figura 5) con orientación este y oeste, presentan gran heterogeneidad en los resultados; a pesar de que ambas categorías fueron realizadas en un área similar, en relieve influyó en la cantidad de cobertura vegetal evaluada para cada parcela, porque el mismo determina en gran medida la presencia de la vegetación, por ser un factor natural que se relaciona de manera directa a la disponibilidad de radiación solar y la intensidad con la que llega al suelo, puesto que el relieve funciona como un regulador natural que limita la incidencia directa del sol sobre la superficie, creando dos vertientes, una más húmeda y otra más seca, donde se evidencia una discontinuidad de la cobertura vegetal en zonas de solana y de umbría.

En las áreas donde la vegetación está expuesta al sol más horas al día, se registra mayores niveles de temperatura y mayor cobertura vegetal, caso contrario ocurre en las laderas de umbría donde la vegetación recibe menos horas de luz al día y la temperatura es menor al igual que la cobertura vegetal.

Los factores biofísicos como la topografía y el relieve en el piso periglacial se relacionan a pendientes fuertes, muy fuertes y escarpada que dominan la superficie; este factor es determinante en la cantidad de cobertura vegetal que se localiza sobre las parcelas de evaluación, puesto que a mayores pendientes se tiene menor cobertura vegetal en comparación de fondos de valles, pendientes moderadas y laderas ligeramente inclinadas.

Las condiciones de alta montaña determinan un régimen hídrico escaso para el periodo seco, donde se registran las mayores temperaturas; sin embargo, esto no quiere decir que durante el periodo de lluvia la disponibilidad de agua sea abundante, pues aquí se registran los valores más bajos de temperatura y la formación de escarcha. Este factor hídrico afecta los ritmos térmicos de crecimiento de la vegetación, configurando así estrategias de adaptación para colonizar áreas con condiciones de altas pendientes, bajas

temperaturas con oscilaciones térmicas elevadas, poca precipitación y disponibilidad de agua, seguido de procesos de gelificación y criorreptación, que hacen que la cobertura vegetal sea frágil y con un bajo nivel de respuesta ante perturbaciones ambientales.

Con respecto a la morfometría del área de estudio, las laderas son el elemento principal que se relaciona a los procesos periglaciales ocurridos durante el Cuaternario, la presencia de crestas que dividen importantes redes hidrográficas como la perteneciente a la quebrada Mirabas, Palito Negro o las nacientes del río Mucujún, se distribuyen de forma continua en el tramo de la ruta evaluada. Hay que mencionar además a los circos glaciares y escalones rocosos como unidades geomorfológicas que evidencian procesos glaciares pasados y que actualmente determinan ecosistemas integrados por formas de vidas adaptados a estas condiciones de laderas fuertemente inclinadas y escarpadas (Schubert y Valastro, 1979; Schubert y Vivas, 1993; Oyola, 2009).

Según el PORU, el área de estudio pertenece en su totalidad a la Zona Primitiva o Silvestre y, dentro de ella, todos los humedales son calificados como Zona de Protección Integral, por lo que su uso no permitiría competencias deportivas de esta intensidad, puesto que las formaciones vegetales y animales son frágiles ante actividades antrópicas. Las elevaciones montañosas de la ruta Mifafí-La Culata albergan reservorios de agua utilizados aguas abajo. Los frágiles humedales altiandinos que se distribuyen en esta área deben protegerse y debe evitarse cualquier perturbación como lo menciona el marco legislativo que los protege (Potentini 2008; Marrero 2018).

Los registros de INPARQUES señalan que la mayor afluencia turística del PNSC por el puesto de guardaparque Mifafí (5.204 visitantes en promedio), mientras que por La Culata (El Jarillo) es menor (1.191 visitas) y que constantemente existe un flujo de personas dentro de esta ruta (Tabla 9) en diferentes fechas entre 2016 y 2018.

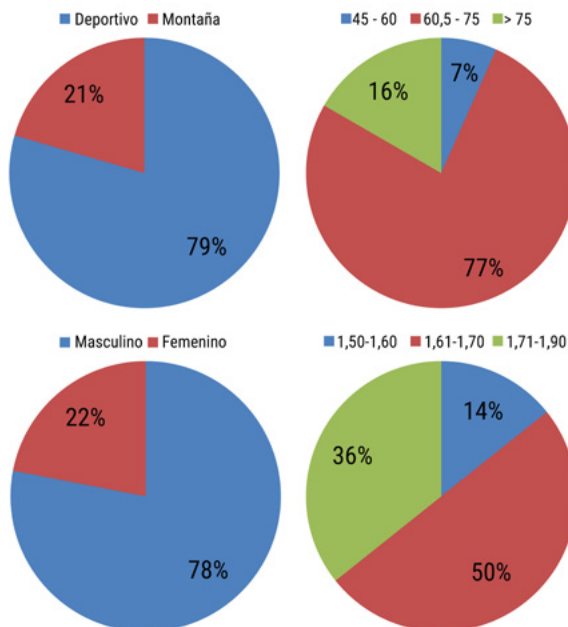
Tabla 8 - Datos de visitantes registrados en los puestos de guardaparques El Jarillo y Mifafí

Fecha	Sector La Culata	Sector Mifafí
Febrero 2016	2.004	15.123
Febrero 2017	1.154	8.117
Abril 2017	2.102	7.020
Mayo 2017	218	272
Febrero 2018	1.357	2.310
Marzo 2018	1.357	1.278
Mayo 2018	148	2.310
n	7	7
Mínimo	148	272
Máximo	2.102	15.123
Promedio	1.191	5.204

A partir de 2014 se realiza la carrera deportiva 45k, que refleja indicadores de perturbación hacia la vegetación perteneciente a la ruta o en áreas próximas a esta. Los senderos establecidos dentro de áreas naturales protegidas generan cambios en la vegetación, fauna y suelo, provocando perturbaciones leves o fuertes dadas las características de fragilidad del área. La ruta Mifafí-La Culata, como ya se mencionó, presenta alta fragilidad ambiental con puntos críticos de inestabilidad.

Los indicadores evaluados en campo muestran el impacto del evento 45k; existe un mayor número de participantes masculinos llegando a un 78% (Figura 12). Simultáneamente, la categoría femenina llega a un 22%. Este indicador refleja que las mujeres, con respecto a los hombres, generan menos fuerza al momento de correr y que el calzado debe ser apropiado para la conservación del suelo y para evitar lesiones dadas las características rigurosas de la ruta (Vicén et al., 2013).

Tabla 5 - Información de turistas y deportistas evaluados en la salida de campo del 23 de febrero de 2020



Nota: a) tipo de calzado de los deportistas; b) peso de los visitantes; c) sexo de los visitantes; y d) altura de los visitantes.

El tipo de calzado que utilizaron los competidores influye sobre la degradación del suelo y la compactación del mismo. La mayoría de los participantes utilizaron zapatos deportivos (79%), y 21% utilizó botas de montaña. Este indicador se argumenta a la pérdida de suelo por desgaste, es decir, la intensidad de la pisada y la cantidad de suelo que arranca el atleta con las botas *trekking* comúnmente llamados zapatos de montaña o botas de montaña es mayor que si utilizara calzado deportivo (Vicén et al., 2013).

El número de pisadas incrementó de 180 huellas a 600, midiendo esta cantidad antes de que pasaran 50 competidores, número que resulta alarmante; sin embargo, es coherente debido a que la actividad deportiva era intensa al igual que la afluencia de turistas y visitantes (Figura 13).

Los indicadores cualitativos medidos durante la competencia 45k señalan que aumentan la susceptibilidad ambiental de las especies vegetales dentro de la ruta. El calzado de montaña usado por los competidores desprende el suelo a un nivel mayor que los zapatos de atletismo, puesto que tienen un tipo de suela especializada para aferrarse al suelo y la fuerza que ejerce el competidor al correr es mayor, ocasionando más compactación y desgaste de la estructura del suelo. La intensidad del pisoteo sobre este ecosistema es alta, porque pasan alrededor de 10 personas en un intervalo menor de 1 hora, dato medido durante el evento.

Con respecto al número de pisadas evaluadas durante la competencia, como se mencionó, 180 al principio y posteriormente de que pasaran 50 participantes incrementó a más de 600, incluyendo personal de logística y visitantes que estaban dentro del PNSC ese día; estos valores señalan que el desgaste del suelo es alto y que la perturbación antrópica a la vegetación aumenta con la incidencia de competencias deportivas o actividades de tipo intensiva.

La poca señalización del camino dificulta seguir la ruta ya marcada y definida con anterioridad, dando lugar a que las personas se salgan del camino y circulen fuera de este,

lo que refleja que la fluctuación del ancho del camino varía considerablemente en tramos donde no existe ningún tipo de señal y en áreas con mayor pendiente.

Los cambios que ocurren en la cobertura vegetal se asocian, sin discusión, a la ruta, y este es un factor determinante en la disminución de la vegetación por ser un elemento que aumenta la susceptibilidad ambiental de estas unidades ecológicas.

Conclusiones y recomendaciones

El tramo de la ruta Mifafí-La Culata presenta puntos de alta fragilidad y sensibilidad ambiental que, al verse sometidos a caminatas y carreras de montaña, modifican la cobertura vegetal y generan el deterioro de los suelos.

Ambientalmente, el área de estudio posee ventajas comparativas en cuanto a cualidades biofísicas (pendiente, unidades geomorfológicas, clima, vegetación y reservorios de agua). Los paisajes son variados y desencadenan diferentes usos donde el turismo es privilegiado, por lo que debe estar condicionado por las normas que rigen la gestión del PNSC, pues el uso protector es el propósito fundamental del mismo.

Según los elementos biofísicos evaluados, los tipos de pendientes permiten definir áreas con acceso fácil o moderado, fuertes y escarpados, en concordancia con las exigencias físicas que se quieren cumplir. Aquellos lugares con poca pendiente, se corresponden con áreas relativamente planas cerca de fondos de valles y en hendiduras del relieve, de acceso fácil generalmente; en zonas con pendiente moderada y fuerte, el acceso es de exigencia física mayor. En pendientes escarpadas, el acceso es limitado y restringido por las laderas, en circos glaciares, crestas, lechos rocosos y laderas escarpadas.

Los elementos relacionados con geomorfología, el clima y la orientación determinan la presencia de la vegetación localizada en ambientes periglaciales. Es de suponer que, en zonas superiores

Figura 13 - Cantidad de huellas antes y después de que pasaran 50 participantes de la competencia 45k



Fotografías de Díaz, febrero de 2020.

a los 4.000 m.s.n.m., la vegetación está limitada por estos factores, aunque puede que la misma se hay modificado para adaptarse a esta zona de vida y soportar sus líneas de estrés. La evaluación de las variables biofísicas permitió asociar estos elementos naturales a la baja cobertura vegetal y la disminución de la misma, que unido al turismo y especialmente al deporte, hacen que sea más frágil al ser perturbada, con un nivel de resiliencia ambiental bajo.

Los cambios que se observaron sobre la cobertura vegetal están estrechamente relacionados a la ruta Mifafí-La Culata que, al ser el escenario de competencias deportivas, hacen que constantemente esté sometida a perturbaciones generadas por el pisoteo y compactación de los suelos, que disminuyen directamente la vegetación. El ancho de la ruta demuestra que la cobertura vegetal es menor en zonas escarpadas y con pendientes fuertes, caso contrario de lo que ocurre en áreas de fondo de valle y laderas ligeramente inclinadas, donde llega a valores inferiores de 1 m. Este comportamiento se relaciona con la poca planificación de las actividades desarrolladas en la competencia Mifafí-La Culata, y el bajo mantenimiento y alcance espacial de la señalización. La señalización observada pareciera alcanzar solamente el tramo que se realiza durante la noche, y en general se caracteriza por el bajo mantenimiento.

La categoría “Camino” presenta las áreas con menos cobertura vegetal, en comparación a la categoría “Fuera del camino”, en orientación este y oeste, esto pareciera afirmar que el sendero por donde se desarrollan las competencias está constantemente sometido a perturbaciones antrópicas, donde el suelo tiene alto nivel de desgaste y compactación.

Con respecto a los resultados obtenidos, se formuló una propuesta sostenible desde el punto de vista ambiental, considerando criterios generales, donde la ruta es el elemento central multipropósito que se consolida como base para lograr los objetivos planteados.

1. Ocasionar el menor impacto a la vegetación y cambio a la cobertura. Se estimó que la cobertura vegetal que está sobre el camino o en áreas próximas es menor, comparado con áreas alejadas, como consecuencia del pisoteo continuo. La compactación del suelo dificulta el desarrollo radicular por falta de aireación y el tiempo de restauración ecológica en la unidad de páramo altiandino es más lenta, y la capacidad de respuesta de la vegetación, ante una perturbación, es baja.
2. Considerar las condiciones biofísicas como base para formular un turismo sostenible. Dada la alta fragilidad ecológica propia de las condiciones de las altas montañas de los Andes venezolanos y en particular del PNSC, hacen que los suelos posean una alta susceptibilidad erosiva y que la biota esté en estado de riesgo constante ante actividades antrópicas, creando condiciones de elevada fragilidad, especialmente en altitudes que superan los 4.000 m.s.n.m., en la unidad ecológica de páramo altiandino. Las pendientes que predominan son fuertes y escarpadas, mientras que la geomorfología se asocia a laderas fuertemente inclinadas y escarpadas, constituidas por circos glaciares y crestas y en menor predominio la presencia de laderas ligeramente inclinadas y fondos de valles.
3. No crear rutas nuevas. La ruta Mifafí-La Culata ya está establecida y crear senderos alternos o nuevos conlleva una mayor perturbación de la vegetación, causando más impacto a causa de las modificaciones antrópicas que ocasionan las

actividades turísticas o deportivas intensas como caminatas o competencias de montaña.

4. Aprovechar eficientemente las bellezas paisajísticas y los valores naturales. La ruta debe funcionar de manera integradora y multipropósito, para un turismo sostenible, aprovechando las unidades de paisaje que se observan, ocasionando los menores impactos a los elementos naturales.
5. Obtener el mayor beneficio de un turismo ambientalmente responsable. La ruta es escenario de diferentes unidades geomorfológicas que engloban fondos de valles, circos glaciares, morrenas, divisorias de agua, escalones rocosos, rocas aborregadas, estructuras en forma de lomo de ballenas, picos, picachos y humedales altiandinos que evidencian el modelado glacial de los Andes venezolanos. Una topografía abrupta y escarpada con desniveles continuos, con ciclos diarios de amplitud térmica mayor a 10 °C, presencia de heladas y lluvia en forma de nieve, reflejan la presencia del páramo desértico, fenómeno natural único en el planeta, esta condición endémica y la alta fragilidad ambiental demandan un tratamiento especialmente cuidadoso y responsable al decidir las actividades permisibles, tanto en sus modalidades como en la intensidad de uso.
6. Mejorar la señalización de la ruta. La ruta posee señalización escasa y en algunas áreas es inexistente. Una correcta señalización, evitando las áreas más frágiles de ser impactadas, permitiría mitigar las perturbaciones ocasionadas.
7. Evaluar la realización de actividades deportivas de alto impacto. La carrera 45k, que se desarrolla anualmente desde el 2014, es una acción deportiva que aumenta las perturbaciones a los ecosistemas, por la alta fragilidad ambiental del área. Este evento deportivo debe ser organizado de manera planificada para que los impactos ocasionados a los ecosistemas sean mínimos y que esta actividad llegue a ser sustentable y sobre todo sostenible para el PNSC.
8. Planificación eficiente de las actividades realizadas en la ruta. Las actividades dentro de la ruta Mifafí-La Culata deben ser detalladas y evaluadas previamente para conocer qué perturbaciones genera. Particularmente, en acatamiento del principio legal de prevención, que se efectúen los estudios de capacidad de carga y la evaluación de impacto ambiental correspondiente.

Una reflexión final de este caso de estudio en un parque nacional de Venezuela es que seguramente ilustra la situación de otras áreas de la cordillera de los Andes, donde se presentan desafíos y oportunidades para los administradores de los parques nacionales y el público que los visita. Además, permite tener una mejor comprensión de esta región y contribuir al desarrollo sostenible.

Referencias

- Aldana, A. y Bosque Sendra, J. (2008a). Cartografía de la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de La Culata, Estado Mérida-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana* 49(2), 173-200.
- Aldana, A. y Bosque Sendra, J. (2008b). Evaluación de la Zonificación de Uso del Parque Nacional Sierra de La Culata. Mérida-Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana* 23(1), 9-34.

- Ataroff, M. y Sarmiento, L. (2003). Diversidad en los Andes de Venezuela. I. Mapa de unidades ecológicas del estado Mérida. CD-ROM, Caracas.
- Ayube, M. (2011). *Las zonas protectoras dentro del sistema venezolano de áreas naturales protegidas* [Tesis de Doctorado en Ciencias, Universidad Central de Venezuela].
- Buitrago, E., Aranguren, A. y Marquina J. (2012). Determinación de cambios en la cobertura vegetal del cerro El Morro, parroquia Mucurubá, Mérida-Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana* 26 (2), 85-106.
- Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo de América Latina y el Caribe. (1996). *Amanecer en Los Andes*. CAF, BID, PNUD. <https://www.un.org/un-gifts/es/amanecer-en-los-andes>
- Díaz, I. 2021. *Cambios en la cobertura vegetal como consecuencia de la actividad turística en un tramo de la ruta Mijaff-La Culata, Parque Nacional Sierra de La Culata. Mérida, Venezuela* [Trabajo Especial de Grado de Geografía, Universidad de Los Andes].
- Escobar-Mamani, F., Branca, D. y Haller, A. (2020). Investigación de montaña sobre y para la región andina. *Revista de Investigación Altoandina* 22(4), 311-312.
- Llambí L.D., L. Sarmiento, F. Rada. (2013). La evolución de la investigación ecológica en los páramos de Venezuela: múltiples visiones de un ecosistema único. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Universidad de Los Andes.
- Llambí, L.D., Smith, J. y Silva, B. (2006). *Uso de la tierra y conservación de la diversidad en el páramo venezolano: diseño participativo de planes locales de manejo en áreas protegidas*. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Universidad de Los Andes.
- Marrero, C. (2018). *Introducción a los humedales altoandinos de Venezuela*. Programa de Recursos Naturales Renovables de la Universidad de los Llanos Ezequiel Zamora "UNELLEZ" Guanare estado Portuguesa, Venezuela. https://www.academia.edu/35797165/INTRODUCCI%C3%93N_A_LOS_HUMEDALES_ALTOANDINOS_DE_VENEZUELA_por_CR%C3%8DSPULO_MARRERO_ISBN
- Merida Running (s.f.). Inicio [Página de Facebook]. Facebook. 15 de agosto de 2024 de <https://www.facebook.com/meridarunning/?fref=ts>
- Monasterio, M. (1979). El páramo desértico en el altandino de Venezuela. En M. Salgado-Labouriau (Ed.), *El Medio Ambiente Páramo. Actas del seminario de Mérida -Venezuela*. Ediciones Centro de Estudios Avanzados.
- Monasterio, M. (1980). Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela. En: M. Monasterio (Ed.), *Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos* (pp. 93-158). Editorial de la Universidad de Los Andes.
- Monasterio, M. y Molinillo, M. (2003). La integración del desarrollo agrícola y la conservación de áreas frágiles en los páramos de la Cordillera de Mérida, Venezuela. *Congreso Mundial de páramos, Tomo II*. Paipa, 734-749.
- Organización Mundial del Turismo. (1999). *Guía para administraciones locales: desarrollo turístico sostenible*. OMT.
- Oyola, A. (2009). *Heterogeneidad de la vegetación en un paisaje de origen glacial en el páramo de Las Cruces, Sierra de La Culata, Mérida, Venezuela* [Trabajo Especial de Grado de Magíster en Ecología Tropical, Universidad de Los Andes].
- Potentini, M. (2008). *Caracterización briofítica de humedales del Valle de Mijaff, Mérida Venezuela*. Postgrado en Botánica Taxonómica Neotropical. Universidad de Los Andes.
- Rincón, J., Matos, F., Sulbarán, E. y Zambrano, G. (2007). *Parques Nacionales del estado Mérida: aventura y conocimiento*. Editorial Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología – Fundación BIOANDINA de Venezuela Litorama.
- Salas, N. (2003). "Del frailejón a la papa,... entre la conservación y la agricultura" Maximina Monasterio. Una apuesta permanente por el reencuentro entre ecología y sociedad en el escenario de los páramos andinos. *Permentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología* 13(36), 153-173.
- Sánchez, G. (2016). *La Sierra de Santo Domingo: reconstrucciones biogeográficas para el cuaternario de una antigua cadena montañosa nevada* [Trabajo Especial de Grado de Geógrafo, Universidad de Los Andes].
- Sarmiento, L., Llambí, L.D., Escalona, A. y Márquez, N. (2003). *Vegetation patterns, Regeneración Rates and Divergence in an Old-field Succession of the High Tropical Andes*. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Universidad de los Andes.
- Schubert, C. y Valastro, S. (1973). *Páramo de La Culata estado Mérida. Glaciación del pleistoceno perdida. Boletín informativo*. Asociación de minería y petróleo. Vol.16.
- Schubert, C. y Vivas, L. (1993). *El Cuaternario de la Cordillera de Mérida. Andes venezolanos*. Universidad de los Andes - Fundación Empresas Polar.
- Vicén, J., Garrigos, J., Millán, C. y Martín, J. (2013). *La biomecánica y la tecnología aplicadas al calzado deportivo*. Universidad Camilo José Cela.