

## Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en el predio “*El Sevillar*”, comunidad de San Antonio, municipio de Padcaya (Tarija), donde se instalaron 15 Parcelas Temporales de Muestreo (PTM) distribuidas en un transecto altitudinal con tres rangos: inferior, intermedio y superior. El objetivo fue evaluar la composición, estructura, dinámica y diversidad arbórea alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ) del bosque húmedo montano, generando información relevante para su conservación y manejo sostenible.

Se identificaron 44 especies arbóreas pertenecientes a 22 familias y 41 géneros, siendo *Leguminosae* la más representativa. *Anadenanthera colubrina* (cebil) fue la especie ecológicamente dominante según el IVI, seguida por *Tabebuia spp.* (lapachos) y *Astronium urundeuva* (urundel). La distribución diamétrica mostró una curva en “J” invertida, indicativa de una regeneración activa, dominados por individuos jóvenes.

El bosque presentó buen estado estructural, con copas bien conformadas y un 38,90% de árboles libres de competencia por lianas, aunque se observaron daños localizados posiblemente asociados a incendios forestales recientes. La regeneración natural fue mayor en los gradientes inferiores, disminuyendo con la altitud, en concordancia con los registros de brinzales y latizales.

Respecto a la diversidad alfa ( $\alpha$ ), los índices de Shannon-Wiener y Simpson, respaldados por ANOVA, no mostraron diferencias significativas entre los niveles altitudinales, aceptándose la hipótesis nula. Sin embargo, en campo se observó una tendencia de disminución en diversidad y abundancia con la altitud. El análisis de diversidad beta ( $\beta$ ) mostró variación en la composición florística a lo largo del gradiente. El índice de Jaccard evidenció alta similitud dentro de los mismos niveles y menor entre niveles distintos, mientras que el índice de Morisita-Horn indicó mayor disimilitud entre gradientes, reflejando un recambio florístico progresivo.

**Palabras clave:** diversidad arbórea, gradiente altitudinal, parcelas temporales de muestreo, estructura forestal, regeneración natural.

## Summary

This study was conducted at the *El Sevillar* site, located in the community of San Antonio, Padcaya Municipality (Tarija), where 15 temporary sampling plots were established along an altitudinal transect encompassing three elevation ranges: lower, middle, and upper. The objective was to evaluate the composition, structure, dynamics, and both alpha ( $\alpha$ ) and beta ( $\beta$ ) tree diversity of the montane humid forest, providing essential data to support its conservation and sustainable management.

A total of 44 tree species were identified, belonging to 22 families and 41 genera, with *Leguminosae* being the most representative family. *Anadenanthera colubrina* (cebil) emerged as the most ecologically dominant species according to the Importance Value Index (IVI), followed by *Tabebuia* spp. (lapachos) and *Astronium urundeuva* (urundel). The diameter distribution followed an inverted “J” curve, indicative of active forest regeneration, with a structure dominated by juvenile trees

The forest exhibited good structural condition, with well-formed crowns and 38.90% of the trees free from liana competition. However, localized canopy deterioration was observed, likely linked to recent forest fires. Natural regeneration was higher in the lower elevation plots, declining with altitude, consistent with the observed abundance of seedlings and saplings.

Regarding alpha ( $\alpha$ ) diversity, the Shannon-Wiener and Simpson indices, supported by ANOVA, did not show statistically significant differences among elevation levels, leading to the acceptance of the null hypothesis. Nevertheless, field data suggested a decreasing trend in diversity and abundance with increasing altitude. Beta ( $\beta$ ) diversity analysis revealed clear floristic variation along the gradient. The Jaccard index indicated high similarity within elevation levels and lower similarity between them, while the Morisita-Horn index reflected greater dissimilarity across gradients, evidencing a progressive floristic turnover.

**Keywords:** tree diversity, altitudinal gradient, temporary sampling plots, forest structure, natural regeneratio

# **INTRODUCCIÓN**

## INTRODUCCIÓN

La Serranía de San Antonio, ubicada a cercanías de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía, está cubierta por bosque húmedo montano, el cual forma parte del bosque tucumano-boliviano. Esta región se destaca por su belleza paisajística, gracias al relieve montañoso cubierto de vegetación densa, y por los servicios ambientales que brinda, especialmente en la conservación de la biodiversidad, al albergar una gran variedad de especies vegetales y fauna silvestre. Además, estos ecosistemas juegan un papel crucial en la regulación climática para la región del Río Grande de Tarija y otros servicios esenciales para el equilibrio ambiental.

A pesar de su importancia ecológica, el bosque tucumano-boliviano en Tarija enfrenta amenazas significativas derivadas de la explotación forestal selectiva, los incendios forestales, la ganadería extensiva, la agricultura migratoria y las actividades de exploración petrolera. Estas acciones han generado impactos negativos en la composición florística y la biodiversidad del ecosistema. Además, la falta de estudios detallados sobre la variación de la diversidad de especies dentro de este bosque, hace que sea uno de los ecosistemas más frágiles y con mayor vacío de información en la región. La mayoría de los estudios existentes se centran en describir la composición, estructura y dinámica del bosque, dejando de lado análisis más específicos sobre la variación de la diversidad a lo largo de gradientes altitudinales.

La importancia de estudiar estos niveles radica en que proporcionan información fundamental para diseñar estrategias de conservación y manejo sostenible. En este contexto, la Serranía de San Antonio representa un entorno ideal para analizar la biodiversidad arbórea a lo largo de un gradiente altitudinal, ya que la variación en la vegetación responde en gran parte a los cambios en la altitud. Esto ha sido corroborado por Morales (1990), quien destacó la estrecha variación entre la distribución altitudinal y la diversidad florística. Por tanto, este estudio tiene como objetivo generar información científica precisa sobre la biodiversidad arbórea en esta región, información que podría ser utilizada como instrumento de gestión y conservación para los recursos forestales del bosque tucumano-boliviano.

## **JUSTIFICACIÓN**

Los bosques húmedos montanos de Tarija se destacan por su riqueza florística exclusiva, con especies que no se encuentran en otras áreas del país. Su relevancia se refuerza por los servicios ambientales esenciales que proporcionan, como la regulación hídrica y la generación de agua, fundamentales para la estabilidad ambiental y el abastecimiento de la región. Estas funciones justifican la necesidad urgente de su conservación, en especial en la Serranía San Antonio, ubicada a cercanías de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía.

A pesar de su valor ecológico, estos bosques enfrentan presiones significativas debido a la extracción selectiva de árboles con alto valor maderero, la agricultura migratoria y la ganadería extensiva. Estas actividades impiden la regeneración natural de las especies forestales al eliminar los brinzales jóvenes, afectando así la sostenibilidad a largo plazo del ecosistema y poniendo en peligro su estabilidad.

Además, la investigación científica limitada sobre los índices de biodiversidad en los bosques montañosos de Tarija representa un obstáculo para comprender su complejidad florística. Esta falta de datos actualizados impide una valoración adecuada del estado de conservación de estas formaciones vegetales y plantea dudas sobre cómo ha evolucionado su composición florística a lo largo del tiempo.

Para ello, realizar un análisis de la biodiversidad arbórea a lo largo del gradiente altitudinal en la Serranía San Antonio permitirá identificar los patrones de distribución de las especies y reconocer las zonas de mayor y menor diversidad. Estos hallazgos proporcionarán una base científica sólida para establecer estrategias de manejo sostenible orientadas a preservar la integridad de estos ecosistemas y asegurar su conservación a largo plazo.

## **PROBLEMA**

La intensa presión antrópica que afecta los bosques montanos de la Serranía San Antonio, en Tarija, está generando una transformación significativa en su estructura y composición, poniendo en riesgo la supervivencia de numerosas especies arbóreas. Es probable que muchas de estas especies desaparezcan antes de haber sido registradas o estudiadas, lo que agrava la situación al perderse información valiosa sobre su ecología y funciones en el ecosistema. Las actividades como la explotación forestal selectiva, la agricultura migratoria y la ganadería extensiva no solo afectan la cobertura boscosa, sino que también interfieren en los procesos de regeneración natural, limitando la capacidad del bosque para mantenerse a lo largo del tiempo.

A esta problemática se suma la ausencia de estudios detallados que permitan calcular índices de biodiversidad, herramientas fundamentales para orientar las acciones de conservación. Sin estos datos, es difícil determinar qué áreas del bosque requieren protección prioritaria y diseñar estrategias efectivas para preservar las especies arbóreas características del bosque tucumano-boliviano. La falta de metodologías claras y validadas también representa un obstáculo para identificar los sitios más vulnerables o con mayor potencial para conservar la biodiversidad. Esta situación subraya la urgencia de realizar investigaciones científicas que brinden información precisa sobre la distribución y diversidad de las especies a lo largo del gradiente altitudinal. Estos estudios son esenciales para desarrollar planes de manejo sostenible que contribuyan a la conservación efectiva del bosque montano y prevengan la pérdida irreversible de su riqueza florística y ecológica.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis general:**

La diversidad arbórea varía a lo largo del gradiente altitudinal, siendo mayor en las zonas bajas y menor en las zonas más elevadas, debido a factores ambientales como el clima, la topografía, la orientación y el uso del suelo. Según la Regla de Rapoport (1982), la diversidad tiende a disminuir con la altitud, ya que en cotas más altas las condiciones climáticas son más extremas y menos favorables para el desarrollo de la vegetación, lo que conlleva a una menor riqueza florística.

### **Hipótesis nula ( $H_0$ ):**

La diversidad arbórea se mantiene constante a lo largo del gradiente altitudinal, sin diferencias significativas entre los distintos niveles de altitud evaluados.

### **Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):**

La diversidad arbórea presenta diferencias significativas entre los distintos niveles del gradiente altitudinal, como respuesta a las condiciones ambientales cambiantes asociadas a la altitud.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

- Evaluar la composición, estructura, dinámica y diversidad arbórea alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ) en un gradiente altitudinal del bosque húmedo montano en la serranía de San Antonio, Padcaya (Tarija), con el fin de generar información clave para la conservación y manejo sostenible de los recursos forestales.

### Objetivos específicos

- Caracterizar la composición y estructura arbórea mediante el análisis de la distribución diamétrica de los árboles y el Índice de Valor de Importancia (IVI) en la estructura horizontal, así como la estratificación arbórea en la estructura vertical, incluyendo la regeneración natural como parte de la dinámica forestal.
- Evaluar la diversidad alfa ( $\alpha$ ) en diferentes rangos altitudinales, determinando la riqueza y abundancia de especies en Parcelas Temporales de Muestreo, mediante los índices de Shannon-Wiener y Simpson, respaldados por análisis estadísticos y modelos de regresión.
- Analizar la diversidad beta ( $\beta$ ) a lo largo del gradiente altitudinal, comparando la composición florística entre los distintos rangos mediante los índices de Jaccard y Morisita-Horn, complementados con análisis multivariados como dendrogramas, mapas de calor y escalonamiento no métrico (NMDS).