

## Distribución geográfica y estado de conservación de la flora en Morona Santiago, Amazonía Ecuatoriana

### Geographic distribution and conservation status of the flora in Morona Santiago, Ecuadorian Amazonia

### Distribuição geográfica e estado de conservação da flora em Morona Santiago, Amazônia Equatoriana

Herrera-Feijoo, Robinson J  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
[rherreraf2@uteq.edu.ec](mailto:rherreraf2@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-3205-2350>



Davila-Hurtado, Yosmara Norely  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
[yeika.sosa2018@uteq.edu.ec](mailto:yeika.sosa2018@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0007-6866-4363>



Herrera-Jacome, Dario Fernando  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
[dherreraj@uteq.edu.ec](mailto:dherreraj@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-2569-796X>



Marín-Cuevas, Carmen Victoria  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
[cmarin@uteq.edu.ec](mailto:cmarin@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-8128-9170>



 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/602>

#### Como citar:

Robinson J. , H.-F., Davila-Hurtado, Y., Herrera-Jacome, D. F., & Marín-Cuevas, C. V. (2024). Distribución geográfica y estado de conservación de la flora en Morona Santiago, Amazonía Ecuatoriana. *Código Científico Revista De Investigación*, 5(2), 1624–1635. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/602>.

**Recibido:** 22/11/2024

**Aceptado:** 10/12/2024

**Publicado:** 31/12/2024

## Resumen

La provincia de Morona Santiago, en la Amazonía ecuatoriana, destaca por su extraordinaria biodiversidad, pero enfrenta desafíos significativos en la documentación y conservación de su flora. Este estudio se enfocó en caracterizar los patrones de colecta botánica, evaluar la cobertura de conservación en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y analizar la distribución de especies según las categorías de la UICN, con el objetivo de identificar brechas en el conocimiento y contribuir al manejo sostenible de la biodiversidad. Se analizaron 20,004 registros de plantas en Morona Santiago, empleando bases de datos botánicas y categorizaciones de conservación internacionales. Los datos se procesaron para evaluar la distribución espacial, la cobertura en áreas protegidas y la clasificación según la UICN. Los resultados revelaron que solo 12,263 especies han sido identificadas, destacando una brecha significativa en la documentación taxonómica. Dentro del SNAP, se observó una cobertura desigual: mientras algunas áreas protegidas albergan hasta 1,802 especies, otras presentan una representación limitada. Además, el análisis de la UICN indicó que el 66.7% de las especies no han sido evaluadas, lo que evidencia una carencia crítica en el conocimiento de su estado de conservación. Estos hallazgos subrayan la necesidad de ampliar los esfuerzos de recolección, evaluación y conservación en la región. Este estudio proporciona una base para futuras investigaciones, destacando la importancia de integrar análisis de datos georreferenciados y ampliar la cobertura de evaluación de especies para garantizar una gestión efectiva de la biodiversidad en Morona Santiago y regiones similares.

**Palabras clave:** Biodiversidad, Conservación, UICN, SNAP

## Abstract

The province of Morona Santiago, in the Ecuadorian Amazon, stands out for its extraordinary biodiversity, but faces significant challenges in the documentation and conservation of its flora. This study focused on characterizing botanical collection patterns, evaluating conservation coverage in the National System of Protected Areas (SNAP), and analyzing species distribution according to IUCN categories, with the aim of identifying gaps in knowledge and contributing to sustainable biodiversity management. We analyzed 20,004 plant records in Morona Santiago, using botanical databases and international conservation categorizations. The data were processed to evaluate spatial distribution, coverage in protected areas, and IUCN classification. The results revealed that only 12,263 species have been identified, highlighting a significant gap in taxonomic documentation. Within the SNAP, uneven coverage was observed: while some protected areas harbor up to 1,802 species, others show limited representation. In addition, the IUCN analysis indicated that 66.7% of species have not been assessed, evidencing a critical gap in knowledge of their conservation status. These findings underscore the need to expand collection, assessment and conservation efforts in the region. This study provides a basis for future research, highlighting the importance of integrating geo-referenced data analysis and expanding species assessment coverage to ensure effective biodiversity management in Morona Santiago and similar regions.

**Keywords:** Biodiversity, Conservation, IUCN, SNAP.

## Resumo

A província de Morona Santiago, na Amazônia equatoriana, destaca-se pela sua extraordinária biodiversidade, mas enfrenta desafios significativos na documentação e conservação da sua flora. Este estudo centrou-se na caracterização dos padrões de coleção botânica, na avaliação da

cobertura de conservação no Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) e na análise da distribuição das espécies de acordo com as categorias da IUCN, com o objetivo de identificar lacunas no conhecimento e contribuir para a gestão sustentável da biodiversidade. Foram analisados 20.004 registros de plantas na Morona Santiago, utilizando bases de dados botânicas e categorizações internacionais de conservação. Os dados foram processados para avaliar a distribuição espacial, a cobertura em áreas protegidas e a classificação IUCN. Os resultados revelaram que apenas 12.263 espécies foram identificadas, evidenciando uma lacuna significativa na documentação taxonômica. Dentro do SNAP, observou-se uma cobertura desigual: enquanto algumas áreas protegidas abrigam até 1.802 espécies, outras apresentam uma representação limitada. Além disso, a análise da IUCN indicou que 66,7% das espécies não foram avaliadas, indicando uma lacuna crítica no conhecimento do seu estado de conservação. Estas conclusões sublinham a necessidade de expandir os esforços de recolha, avaliação e conservação na região. Este estudo fornece uma base para futuras pesquisas, destacando a importância de integrar a análise de dados geo-referenciados e expandir a cobertura de avaliação de espécies para garantir uma gestão eficaz da biodiversidade em Morona Santiago e regiões semelhantes.

**Palavras-chave:** Biodiversidade, Conservação, IUCN, SNAP

## Introducción

Ecuador sobresale a nivel global por su extraordinaria biodiversidad, albergando dos de los hotspots biológicos más relevantes de América del Sur: los Andes Tropicales y el Corredor Tumbes-Chocó-Magdalena (Comer et al., 2022; Hu et al., 2021). Además, su diversidad de ecosistemas, que incluye bosques húmedos tropicales, páramos y manglares, refuerza su importancia como una región prioritaria para la conservación de la biodiversidad (Herrera-Feijoo, 2024). A pesar de su relevancia ecológica, Ecuador enfrenta desafíos críticos debido a la pérdida de cobertura forestal ocasionada por la deforestación y la transformación del uso del suelo (Torres et al., 2020). Estos procesos han reducido significativamente los ecosistemas nativos, afectando tanto a las especies que los habitan como a los servicios ecosistémicos que sustentan (Kleemann et al., 2022). Este escenario pone de manifiesto la necesidad urgente de implementar estrategias efectivas para proteger y restaurar estos hábitats clave, esenciales para la conservación de la biodiversidad y el bienestar humano.

En este contexto, la provincia de Morona Santiago, ubicada en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), resalta por su extraordinaria riqueza biológica y su papel como refugio de

especies endémicas y de interés comercial (Guevara-Andino et al., 2019; López-Tobar et al., 2023). La región alberga una alta diversidad de plantas leñosas y representa un área estratégica para la investigación y conservación debido a sus variados ecosistemas, que incluyen bosques tropicales húmedos y transiciones hacia las estribaciones. No obstante, las actividades humanas como la tala y la expansión agrícola han incrementado la tasa de deforestación, colocando en riesgo muchas especies (Herrera-Feijoo et al., 2023; Torres et al., 2020).

La investigación actual en Morona Santiago se enfrenta a la falta de información georreferenciada y actualizada sobre la distribución y el estado de conservación de la flora, lo que limita la implementación de estrategias de manejo sostenible y conservación (Guevara-Andino et al., 2019; Nic Lughadha et al., 2020). Estudios recientes han destacado la importancia de integrar datos de herbarios, evaluaciones de riesgo y herramientas tecnológicas para generar información accesible que permita diseñar medidas de conservación efectivas (Lang et al., 2019).

Dada la creciente presión sobre los ecosistemas de Morona Santiago, la presente investigación ofrece una oportunidad única para aportar al entendimiento de la biodiversidad vegetal en la región y sentar las bases para futuras políticas de conservación y manejo sostenible que beneficien tanto a las comunidades locales como al entorno natural. El objetivo principal de este estudio es caracterizar los patrones de distribución geográfica evaluar el estado de conservación de las especies vegetales de Morona Santiago, utilizando un enfoque que combine datos georreferenciados, categorías de conservación de la UICN y análisis de áreas protegidas. Este enfoque permitirá no solo identificar las especies más vulnerables, sino también proponer medidas específicas para su protección, en un esfuerzo por mitigar los efectos de la deforestación y preservar los ecosistemas únicos de la provincia.

## **Metodología**

### **Patrones de colecta**

Para abordar el primer objetivo con respecto a los patrones de recolección geográfica, se realizó una búsqueda exhaustiva de registros de presencia en múltiples bases de datos globales de biodiversidad. Estas bases de datos incluyeron el Fondo Mundial de Información sobre Biodiversidad (GBIF), Biocollecciones Digitalizadas Integradas ( iDigBio ), SpeciesLink ( un sistema de información distribuida que integra datos primarios de colecciones científicas ), y la Red de Información Botánica y Ecología (BIEN). Además, para garantizar un análisis exhaustivo, también exploramos bases de datos específicas de Ecuador, como BOWEB y el Programa Nacional de Monitoreo de Biodiversidad de Ecuador (SINMBIO).

Con respecto a la recopilación de datos, solo se incluyeron registros georreferenciados informados por medio de pliegos botánicos en herbarios locales. Para garantizar la calidad y confiabilidad de los registros de presencia, aplicamos un protocolo de limpieza de datos basado en las recomendaciones sugeridas por (Cobos et al., 2018). Inicialmente, para eliminar muestras duplicadas del mismo individuo almacenado en diferentes instituciones, se eliminaron los registros con coordenadas geográficas idénticas. Posteriormente, se excluyeron los registros con menos de dos decimales para mejorar la precisión espacial de los datos. Estos pasos se tomaron para garantizar la precisión y fiabilidad de la información georreferenciada.

Para examinar los patrones geográficos de las colecciones, realizamos una intersección espacial entre los registros de presencia y una capa vectorial que representa los límites geográficos de los bosques secos del Ecuador. Para llevar a cabo este proceso, el archivo vectorial de los bosques secos del Ecuador se obtuvo del conjunto de datos geográficos disponible en DIVAGIS (Hijmans et al., 2004). Para el proceso de intersección espacial, utilizamos la función de intersección del paquete terra (Hijmans et al., 2022), desarrollado

específicamente para R, que nos permitió manejar datos geográficos vectoriales de manera eficiente.

### **Cobertura de protección dentro del SNAP**

Para abordar el segundo objetivo de determinar la cobertura de protección dentro del SNAP actual, se descargó la capa vectorial del SNAP de la infraestructura de datos especiales del MAATE (MAATE, 2023). Vale la pena señalar que se utilizó la versión disponible más reciente para todos los conjuntos de datos, asegurando que la información utilizada en nuestro estudio estuviera actualizada y fuera relevante. Como siguiente paso, se realizó una intersección espacial entre los datos de presencia de las plantas de los bosques secos del Ecuador y la capa vectorial del SNAP actual. Esta intersección nos permitió determinar el número de especies y el número de observaciones correspondientes encontradas dentro del SNAP.

### **Categorías de conservación de la IUCN**

Para el cumplimiento del tercer objetivo de investigación, se utilizó los nombres científicos de las especies de plantas reportadas en los bosques secos para usarlos en la función “iucn\_summary” del paquete taxize (Chamberlain & Szöcs, 2013). Al ejecutar esta función, realizamos una consulta para obtener el estado de conservación de la UICN más actualizado para cada especie.

## **Resultados**

### **1.1. Patrones de colecta**

En la provincia de Morona Santiago, se han reportado un total de 20,004 registros botánicos, distribuidos entre sus 12 cantones (Tabla 1). El cantón Morona destaca como el área con mayor actividad de colecta, registrando 3,800 individuos y documentando la presencia de 2,107 especies. Le sigue Gualaquiza, con 3,111 registros que representan 1,675 especies, y

Limón Indanza, que reporta 2,969 registros y 1,513 especies. El cantón Palora también sobresale con 2,248 registros que documentan 1,895 especies.

En contraste, los cantones Taisha y San Juan Bosco presentan cifras moderadas, con 1,760 registros y 1,033 especies, y 1,543 registros y 915 especies, respectivamente. Tiwintza registra 1,527 individuos y 866 especies, mientras que Santiago reporta 877 registros y 684 especies. Los cantones Sucúa, Logroño y Pablo Sexto muestran una disminución progresiva en los valores, con Sucúa reportando 702 registros y 521 especies, Logroño con 625 registros y 504 especies, y Pablo Sexto con 622 registros y 377 especies. Finalmente, Huamboya exhibe los valores más bajos, con solo 220 registros y 173 especies identificadas.

**Tabla 1**

*Número de registros y especies para cada cantón.*

Cantón	Número de Registros	Número de Especies	(%)
Morona	3800	2107	19,0
Gualaquiza	3111	1675	15,6
Limon Indanza	2969	1513	14,8
Palora	2248	1895	11,2
Taisha	1760	1033	8,8
San Juan Bosco	1543	915	7,7
Tiwintza	1527	866	7,6
Santiago	877	684	4,4
Sucua	702	521	3,5
Logroño	625	504	3,1
Pablo Sexto	622	377	3,1
Huamboya	220	173	1,1
<b>Total</b>	<b>20004</b>	<b>12263</b>	<b>100</b>

*Nota:* Autores (2024).

## 1.2. Cobertura sobre el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)

La provincia de Morona Santiago alberga seis áreas protegidas (Tabla 2), las cuales presentan una marcada disparidad en cuanto al número de registros y especies identificadas. El Parque Nacional Sangay destaca como la zona con mayor actividad de colecta, registrando un total de 1,379 individuos que representan 892 especies identificadas. En contraste, el Parque Nacional Río Negro-Sopladora reporta 159 registros y 124 especies, evidenciando una menor intensidad en la exploración botánica.

Por su parte, la Reserva Biológica El Quimi cuenta con 132 registros y 117 especies identificadas, mientras que el Área Ecológica de Conservación Municipal Siete Iglesias presenta 107 registros y 89 especies documentadas. En el extremo inferior, el Área Protegida Comunitaria Tambillo reporta solo 20 registros correspondientes a 17 especies, y la Reserva Biológica El Cóndor exhibe un valor mínimo de cinco registros con una correspondencia exacta en el número de especies identificadas.

**Tabla 2***Número de registros y especies por cada área protegida*

SNAP	Registros	Especies	(%)
Parque Nacional Sangay	1379	892	76,5
Parque Nacional Rio Negro Sopladora	159	124	8,8
Reserva Biológica El Quimi	132	117	7,3
Área Ecológica de Conservación Municipal Siete Iglesias	107	89	5,9
Área Protegida Comunitaria Tambillo	20	17	1,1
Reserva Biológica El Condor	5	5	0,3
<b>Total</b>	<b>1802</b>	<b>1244</b>	<b>100</b>

*Nota:* Autores (2024).

### 1.3. Categorías de conservación de la UICN

En términos generales, 1,694 especies (26.3%) se encuentran clasificadas como de Preocupación Menor (LC), mientras que 184 especies (2.9%) están categorizadas como Vulnerables (VU) y 95 especies (1.5%) como Casi Amenazadas (NT). Adicionalmente, 34 especies (0.5%) han sido clasificadas como Datos Deficientes (DD), y 118 especies (1.8%) se encuentran en la categoría de En Peligro (EN). Por otro lado, 15 especies (0.2%) han sido identificadas como En Peligro Crítico (CR), y cuatro especies (0.1%) están clasificadas como Extintas en Estado Silvestre (EW).

Sin embargo, es importante destacar que una proporción significativa de las especies evaluadas, 4,285 (66.7%), no están actualmente incluidas en ninguna categoría de conservación de la UICN, lo que evidencia una brecha sustancial en el conocimiento disponible.



## **Discusión**

La región amazónica se destaca por su extraordinaria biodiversidad, particularmente por su alta diversidad de especies de plantas leñosas (Guevara-Andino et al., 2019). Este estudio tuvo como objetivo caracterizar los patrones de recolección botánica en la provincia de Morona Santiago, revelando un total de 20,004 registros de plantas y 12,263 especies identificadas. Comparativamente, estudios similares realizados en otras áreas amazónicas reportan cifras que destacan tanto las fortalezas como las limitaciones en los esfuerzos de recolección. Por ejemplo, Morán (2024) documentó 17,230 registros y 6,031 especies en la provincia de Pastaza, mientras que López-Tobar et al. (2023) informaron 12,992 registros y 214 especies identificadas en un análisis más focalizado dentro de la región amazónica.

Los resultados de este estudio resaltan la presencia de un número considerable de especies aún no documentadas, subrayando las importantes lagunas en el conocimiento sobre la distribución geográfica de la flora en regiones tropicales. Este hallazgo es consistente con investigaciones previas, como las de Enquist et al. (2019); Hughes et al. (2021), que identificaron sesgos significativos en los esfuerzos de muestreo y la escasez de datos georreferenciados para plantas tropicales. Estas limitaciones continúan representando un desafío crítico para el entendimiento integral de la biodiversidad amazónica, lo que subraya la necesidad de ampliar los esfuerzos de recolección y digitalización de datos para fomentar estrategias de conservación más efectivas.

Los hallazgos de esta investigación indican que solo el 10% de las especies identificadas en la provincia de Morona Santiago se encuentran dentro de estas áreas protegidas. Este porcentaje coincide con los resultados obtenidos por Moran (2024) en la provincia de Pastaza, donde también se reportó que el 10% de las especies registradas están dentro de estas reservas. Sin embargo, López-Tobar et al. (2023) reportaron un porcentaje más alto, sugiriendo que el 24.4% de las especies estudiadas en la región amazónica se encuentran protegidas dentro de

estas áreas. Estas discrepancias resaltan la importancia de ampliar los estudios a nivel local y regional para comprender mejor la efectividad de las áreas protegidas en la conservación de la biodiversidad, especialmente en un contexto tan diverso como la Amazonía ecuatoriana.

Los resultados de este estudio revelan una distribución diversa de las plantas en la provincia de Morona Santiago según las categorías de conservación de la UICN, destacando una brecha significativa en el conocimiento de su biodiversidad. Con 4,285 especies clasificadas como "No evaluadas" (NE), el 66.7% de las especies maderables analizadas carecen de un análisis formal de su estado de conservación, lo que refleja una necesidad urgente de investigaciones adicionales. Esta tendencia coincide con estudios como el de López-Tobar et al. (2023), que reportaron el 28% de las especies arbóreas de la Amazonía en la categoría NE. La ausencia de evaluaciones dificulta el diseño de estrategias de conservación efectivas y subraya la importancia de cerrar esta brecha de conocimiento para mitigar el riesgo de extinción.

Por otro lado, las especies clasificadas en categorías de menor riesgo, como "Preocupación Menor" (LC), representan el 26.3% de las especies analizadas, un patrón consistente con estudios previos, como los de López-Tobar et al. (2023) y Morán (2024). Sin embargo, 417 especies se encuentran en categorías de alto riesgo: 184 "Vulnerables" (VU), 118 "En Peligro" (EN) y 15 "En Peligro Crítico" (CR). Este panorama, junto con la presencia de 34 especies en "Datos Deficientes" (DD) y cuatro clasificadas como "Extintas en la Naturaleza" (EW), refuerza la necesidad de priorizar esfuerzos de conservación, monitoreo y recolección de datos. Los hallazgos subrayan la vulnerabilidad de la flora de Morona Santiago y la necesidad de acciones inmediatas para proteger especies clave, garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas locales y contribuir al manejo integral de la biodiversidad amazónica.

## Conclusión

De los 20,004 registros de plantas documentados en Morona Santiago, solo 12,263 especies han sido identificadas, lo que pone en evidencia una importante brecha en el conocimiento sobre la diversidad vegetal de la provincia y resalta la necesidad de un mayor esfuerzo en la documentación taxonómica.

La distribución de registros dentro de las áreas protegidas de Morona Santiago refleja una cobertura de protección desigual. Mientras algunas áreas presentan una representación significativa con 1,802 especies registradas, otras muestran una baja representación, lo que resalta la necesidad de fortalecer los esfuerzos de conservación en regiones menos estudiadas.

La evaluación según las categorías de conservación de la UICN indica que 4,285 especies (66.7%) permanecen sin clasificar, lo que señala una carencia crítica en la evaluación del estado de conservación. Este hallazgo destaca la urgencia de realizar análisis detallados para estas especies, con el fin de implementar estrategias de conservación más efectivas.

## Referencias bibliográficas

- Chamberlain, S. A., & Szöcs, E. (2013). taxize: taxonomic search and retrieval in R. *F1000Research*, 2.
- Cobos, M. E., Jiménez, L., Nuñez-Penichet, C., Romero-Alvarez, D., & Simões, M. (2018). Sample data and training modules for cleaning biodiversity information. *Biodiversity Informatics*, 13, 49–50.
- Comer, P. J., Valdez, J., Pereira, H. M., Acosta-Muñoz, C., Campos, F., Bonet García, F. J., Claros, X., Castro, L., Dallmeier, F., & Domic Rivadeneira, E. Y. (2022). Conserving Ecosystem Diversity in the Tropical Andes. *Remote Sensing*, 14(12), 2847.
- Enquist, B. J., Feng, X., Boyle, B., Maitner, B., Newman, E. A., Jørgensen, P. M., Roehrdanz, P. R., Thiers, B. M., Burger, J. R., & Corlett, R. T. (2019). The commonness of rarity: Global and future distribution of rarity across land plants. *Science Advances*, 5(11), eaaz0414. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz0414>
- Guevara-Andino, J. E., Pitman, N. C. A., Ulloa Ulloa, C., Romoleroux, K., Fernández-Fernández, D., Ceron, C., Palacios, W., Neill, D. A., Oleas, N., & Altamirano, P. (2019). Trees of Amazonian Ecuador: a taxonomically verified species list with data on abundance and distribution. *Ecology*, 100(12), e02894.
- Herrera-Feijoo, R. J. (2024). Principales amenazas e iniciativas de conservación de la biodiversidad en Ecuador. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 33–56.

- Herrera-Feijoo, R. J., Torres, B., López-Tobar, R., Tipán-Torres, C., Toulkeridis, T., Heredia-R, M., & Mateo, R. G. (2023). Modelling Climatically Suitable Areas for Mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and Their Shifts across Neotropics: The Role of Protected Areas. *Forests*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/f14020385>
- Hijmans, R. J., Bivand, R., van Etten, J., Forner, K., Ooms, J., & Pebesma, E. (2022). *Package 'terra.'*
- Hijmans, R. J., Guarino, L., Bussink, C., Mathur, P., Cruz, M., Barrientes, I., & Rojas, E. (2004). *Diva-gis*. Vsn.
- Hu, X., Huang, B., Verones, F., Cavalett, O., & Cherubini, F. (2021). Overview of recent land-cover changes in biodiversity hotspots. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 19(2), 91–97.
- Hughes, A. C., Orr, M. C., Ma, K., Costello, M. J., Waller, J., Provoost, P., Yang, Q., Zhu, C., & Qiao, H. (2021). Sampling biases shape our view of the natural world. *Ecography*, 44(9), 1259–1269. <https://doi.org/10.1111/ecog.05926>
- Kleemann, J., Koo, H., Hensen, I., Mendieta-Leiva, G., Kahnt, B., Kurze, C., Inclan, D. J., Cuenca, P., Noh, J. K., & Hoffmann, M. H. (2022). Priorities of action and research for the protection of biodiversity and ecosystem services in continental Ecuador. *Biological Conservation*, 265, 109404.
- Lang, P. L. M., Willems, F. M., Scheepens, J. F., Burbano, H. A., & Bossdorf, O. (2019). Using herbaria to study global environmental change. *New Phytologist*, 221(1), 110–122. <https://doi.org/10.1111/nph.15401>
- López-Tobar, R., Herrera-Feijoo, R. J., Mateo, R. G., García-Robredo, F., & Torres, B. (2023). Botanical Collection Patterns and Conservation Categories of the Most Traded Timber Species from the Ecuadorian Amazon: The Role of Protected Areas. *Plants*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/plants12183327>
- MAATE. (2023). *Sistema Nacional de Indicadores Ambientales y Sostenibilidad (SINIAS)*.
- Morán-Loor, B. (2024). *Estudio multitemporal de cambio de uso del suelo, patrones de distribución de plantas y su estatus de conservación en la provincia de Pastaza*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Nic Lughadha, E., Bachman, S. P., Leão, T. C. C., Forest, F., Halley, J. M., Moat, J., Acedo, C., Bacon, K. L., Brewer, R. F. A., Gâteblé, G., Gonçalves, S. C., Govaerts, R., Hollingsworth, P. M., Krisai-Greilhuber, I., de Lirio, E. J., Moore, P. G. P., Negrão, R., Onana, J. M., Rajaovelona, L. R., ... Walker, B. E. (2020). Extinction risk and threats to plants and fungi. *Plants People Planet*, 2(5), 389–408. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10146>
- Torres Navarrete, B., Vargas Burgos, J. C., Fischer, R., & Günter, S. (2020). *Deforestación en Paisajes Forestales tropicales del Ecuador: bases científicas para perspectivas políticas* (U. E. Amazónica (ed.); 1st ed.). Instituto Nacional de Biodiversidad - INABIO.