



Artículo original / Original article

Evaluación ecológica de especies arbóreas de la concesión minera SARAYACU en Madre de Dios

Ecological assessment of tree species in the SARAYACU mining concession in Madre de Dios

Rosario Bernaola-Paucar^{1,3*} , Luis Nieto-Ramos² , Carlos Nieto-Ramos¹ 

¹Universidad Nacional Amazónica de Madre de
Dios, Perú

²Universidad Andina del Cusco, Perú

³Universidad Nacional Autónoma Altoandina
de Tarma, Perú

*Autor de correspondencia: rbernaola@unaat.edu.pe

Recibido: 09/10/2025

Aceptado: 21/12/2025

Publicado: 25/01/2026

Resumen: La investigación caracterizó la estructura del componente arbóreo de la concesión minera SARAYACU, ubicada en la cuenca del río Inambari, Madre de Dios, mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI). Se realizaron inventarios forestales y se registraron 582 individuos de especies con interés comercial. *Euterpe precatoria* presentó el mayor IVI, seguida por *Iriartea deltoidea* y *Tetragastris altissima*; estas y otras siete especies concentraron el 90,39 % del IVI total. Según su valor económico, el 3 % de las especies correspondió a la categoría alta, el 14 % a la media, el 8 % a la potencial y el 75 % a la baja. Los resultados muestran una elevada diversidad acompañada por la dominancia ecológica de un grupo reducido de especies. Pese a las alteraciones asociadas con la actividad minera, persiste un conjunto arbóreo funcional que puede contribuir a procesos de restauración. Esta evidencia aporta criterios para orientar la conservación y el manejo forestal sostenible de paisajes amazónicos degradados.

Palabras clave: bosque tropical; diversidad arbórea; ecosistemas; manejo forestal sostenible; minería.

Abstract: The study characterized the tree component of the SARAYACU mining concession, located in the Inambari River basin in Madre de Dios, using the Importance Value Index (IVI). Forest inventories recorded 582 individuals belonging to species of commercial interest. *Euterpe precatoria* had the highest IVI, followed by *Iriartea deltoidea* and *Tetragastris altissima*; together with seven other species, they accounted for 90.39% of the total IVI. In economic terms, 3% of the species were classified as high-value, 14% as medium-value, 8% as potentially valuable, and 75% as low-value. The findings reveal high diversity combined with the ecological dominance of a small group of species. Despite mining-related disturbances, a functional tree assemblage persists and may support restoration processes. This evidence provides criteria for conservation and sustainable forest management in degraded Amazonian landscapes.

Keywords: ecosystems; mining; sustainable forest management; tree diversity; tropical forest

1. Introducción

La Amazonía peruana, particularmente la región de Madre de Dios, es reconocida por su extraordinaria diversidad biológica, albergando más de 1,600 especies de árboles en sus bosques de tierras bajas (Dueñas Linares & Garate Quispe, 2018). No obstante, esta riqueza ecológica enfrenta serias amenazas debido a la creciente presión de actividades humanas, entre las que la minería de oro destaca como la principal causa de deforestación y degradación ambiental (Garate-Quispe et al., 2021; Luque-Ramos, 2021). Esta actividad, muchas veces desarrollada al margen de la legalidad, genera impactos directos como la tala indiscriminada de árboles, la alteración de cursos fluviales y la contaminación por mercurio, afectando no solo a la flora, sino también a la fauna silvestre, especialmente a mamíferos y aves (Alva-Avila et al., 2023; Velásquez Zapata, 2020; Zaldumbide Verdezoto, 2023).

En este escenario de creciente transformación ecológica, la regeneración natural del bosque en zonas abandonadas por la minería presenta respuestas diversas, condicionadas por factores como el tiempo de abandono, la disponibilidad de nutrientes o el grado de fragmentación del paisaje (Garate-Quispe et al., 2021, 2023). Aun así, persisten signos de resiliencia ecológica, lo que plantea interrogantes relevantes sobre el potencial de recuperación de estos ecosistemas. Una de las formas más utilizadas para estimar la relevancia ecológica de las especies arbóreas dentro de un ecosistema es mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI). Esta métrica integra variables como la abundancia relativa, el grado de dominancia y la frecuencia de cada especie, brindando así una visión comprensiva de su papel dentro del bosque (Lamprecht, 1990). Su aplicación ha resultado fundamental en estudios orientados a describir la estructura y composición de formaciones forestales, tanto en áreas conservadas como en zonas sujetas a intervención humana (Castellanos et al., 2008; Corral Rivas et al., 2005). Además, su utilidad se ha extendido al ámbito de la planificación territorial, donde ha servido para identificar especies clave en entornos urbanos y rurales (Graciano-Ávila et al., 2017; Saavedra-Romero et al., 2019; Soler et al., 2012).

Sin embargo, algunos estudios recientes advierten sobre las limitaciones del enfoque tradicional en la estimación del IVI, señalando variaciones espaciales significativas que podrían conducir a interpretaciones erróneas si no se consideran adecuadamente (Travassos de Queiroz et al., 2017). Esta reflexión cobra especial relevancia en áreas sometidas a impactos intensos como las concesiones mineras en la Amazonía, donde la evaluación ecológica debe realizarse con especial atención al contexto local.

El presente estudio se desarrolla en la concesión minera SARAYACU, ubicada en la cuenca del río Inambari, una zona representativa de la actividad minera en Madre de Dios. El problema que se aborda radica en la falta de información sistemática sobre la estructura arbórea remanente en este tipo de áreas, lo que dificulta la formulación de estrategias efectivas de restauración ecológica y aprovechamiento sostenible de los recursos forestales. En este marco, se plantea como hipótesis que, a pesar de las alteraciones antrópicas, aún es posible identificar especies con alto valor ecológico capaces de sostener procesos de recuperación forestal.

El objetivo principal es estimar y analizar el Índice de Valor de Importancia de las especies arbóreas en la concesión SARAYACU, generando información que sirva de base para propuestas de manejo sostenible. El alcance de la investigación se circunscribe al análisis estructural del componente arbóreo mediante inventarios forestales en áreas accesibles de la concesión. Entre las limitaciones identificadas se incluyen las restricciones logísticas para el acceso a ciertas zonas, así como las variaciones fenológicas que podrían dificultar la identificación taxonómica de algunas especies en determinados momentos del año. A pesar de estas limitaciones, los resultados obtenidos pretenden aportar elementos técnicos fundamentales para la planificación forestal y la conservación de la biodiversidad en paisajes degradados por la minería.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El estudio fue llevado a cabo en la concesión minera denominada SARAYACU, situada en el distrito de Inambari, perteneciente a la provincia de Tambopata, en la región amazónica de Madre de Dios. Este territorio se sitúa en las proximidades de las comunidades de Boca Inambari, Huacamayo Chico e Inambarillo. El paisaje predominante corresponde a terrazas con morfología ondulada y sectores planos, conformando un entorno típico de la selva baja amazónica. Las condiciones climáticas son cálidas y húmedas a lo largo del año, con una temperatura media anual cercana a los 25,6 °C y un régimen pluviométrico que supera los 3.000 mm, factores que influyen directamente en los procesos ecológicos del ecosistema forestal. Los suelos de la zona presentan características físico-químicas particulares: son de textura media, con baja capacidad de infiltración, limitada aireación y una marcada acidez, con valores de pH que oscilan entre 3 y 5, lo que restringe el desarrollo de determinadas especies vegetales sensibles a este tipo de condiciones edáficas (Velásquez Zapata, 2020).

2.2. Materiales empleados

Para la caracterización del componente arbóreo, se seleccionaron áreas con cobertura forestal representativa, guiándose por la Carta Nacional 23-Y del Instituto Geográfico Nacional. Las herramientas utilizadas incluyeron una brújula Suunto, un flexómetro de 50 metros, una cinta métrica, una calculadora, una libreta de campo, un GPS Garmin Etrex 30, una cámara fotográfica digital y una computadora portátil para la digitalización de datos. La información cartográfica y las entrevistas semiestructuradas a residentes locales complementaron la selección de las áreas de muestreo.

2.3. Diseño y técnicas de muestreo

Se delimitaron parcelas de muestreo con forma rectangular, cada una de 100 m de longitud por 10 m de ancho (equivalentes a 0,1 ha), siguiendo un diseño sistemático inspirado en las pautas de Lamprecht (1990) y Castellanos et al. (2008). En cada parcela evaluada se incluyeron todos los ejemplares arbóreos que presentaban un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 10 centímetros, a fin de asegurar una representación adecuada del estrato arbóreo. Para cada ejemplar se consignaron tanto su nombre científico como su denominación común. La identificación taxonómica se realizó directamente en campo, contando con la asistencia de un técnico especializado del Herbario Alwyn Gentry, lo que permitió asegurar la precisión en la clasificación de las especies observadas.

2.4. Variables evaluadas

Para cada especie se recopilieron datos relacionados con tres variables fundamentales: frecuencia, abundancia y dominancia. Estas se obtuvieron a partir del conteo de individuos, su presencia en las diferentes parcelas y el área basal que ocupan. Con base en los datos obtenidos durante el trabajo de campo, se realizó el cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI), una métrica que permite interpretar la relevancia ecológica relativa de cada especie en la dinámica del ecosistema forestal. Este índice se obtuvo mediante la aplicación de la fórmula 1, integrando los componentes de frecuencia, dominancia y abundancia de las especies registradas.

$$IVI = Fr + Dr + Ar$$

Donde: Fr = frecuencia relativa; Dr = dominancia relativa; Ar = abundancia relativa.

Este índice es ampliamente reconocido por su utilidad en el análisis de estructura forestal y priorización de especies para conservación o manejo (Corral Rivas et al., 2005; Saavedra-Romero et al., 2019).

2.5. Procesamiento de datos

Los datos obtenidos fueron sistematizados en Microsoft Excel 2016, desde donde se calcularon los parámetros estructurales mencionados. Se elaboraron cuadros estadísticos con los valores relativos por especie y se organizó la información por categorías de importancia ecológica. Este enfoque permitió estudiar la composición y estructura del bosque en la concesión minera SARAYACU, identificando las especies con mayor representatividad y su distribución dentro del ecosistema intervenido (Travassos de Queiroz et al., 2017).

3. Resultados y discusión

3.1. Resultados

Durante el estudio realizado en la concesión minera SARAYACU, se registraron 582 individuos correspondientes a especies forestales con valor comercial. Entre ellas, se identificó a *Euterpe precatoria* Mart (tabla 1) como la especie con el más alto IVI, consolidándose como dominante en términos de frecuencia, abundancia y área basal.

Tabla 1. Índice de valor de importancia de las especies forestales en la concesión minera SARAYACU

Especies	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	9.97	2.77	4.24	16.97
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	6.53	2.49	5.64	14.66
<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.)	3.78	2.22	5.50	11.49
<i>Pourouma minor</i> Benoist	2.23	1.94	3.52	7.69
<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore)	2.06	1.66	3.86	7.59
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.)	2.75	1.94	2.84	7.53
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	2.41	1.94	2.35	6.70
<i>Neea spruceana</i> Heimerl	2.41	1.94	1.73	6.07
<i>Meliosma herbertii</i> Rolfe	2.06	1.66	2.18	5.90
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	2.58	2.22	0.98	5.77
Subtotal	36.77	20.78	32.84	90.39
Otras especies	63.23	79.22	67.16	209.61
Total	100	100	100	300

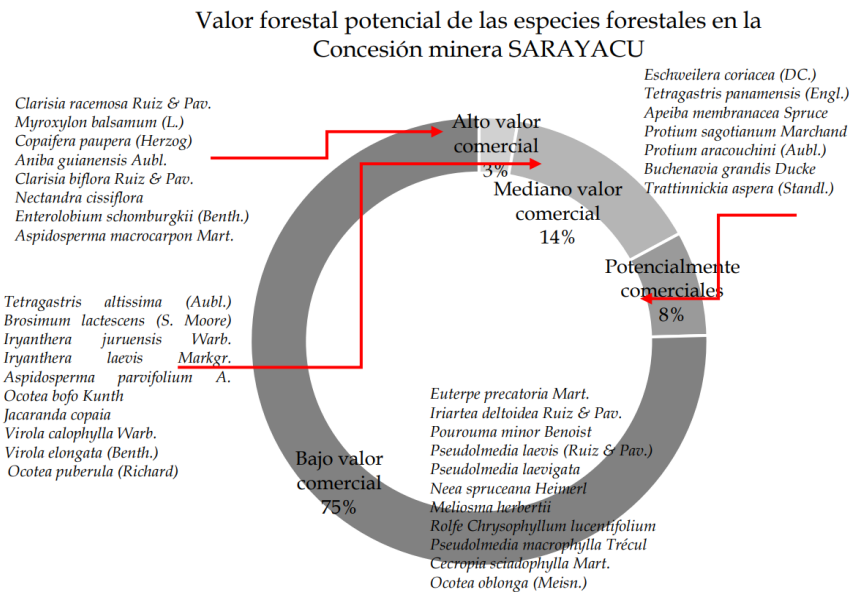


Figura 1. Índice de valor forestal potencial de las especies forestales en la concesión minera SARAYACU.

El análisis estructural permitió reconocer un grupo de diez especies que, en conjunto, representan el 90,39 % del IVI total. Este grupo está conformado por *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea*, *Tetragastris altissima*, *Pourouma minor*, *Brosimum lactescens*, *Pseudolmedia laevis*, *Pseudolmedia laevigata*, *Neea spruceana*, *Meliosma herbertii* e *Iryanthera juruensis* (tabla 1 y figura 1). La elevada representación de estas especies dentro de la estructura del bosque sugiere una marcada capacidad de adaptación a las condiciones edáficas y climáticas particulares del área evaluada, además de una potencial importancia ecológica y funcional en la dinámica del ecosistema.

En términos de valor económico, el inventario muestra una heterogeneidad significativa. Según Silvestre (2016), tan solo el 3 % de las especies registradas corresponden a especies maderables clasificadas como de alto valor comercial, mientras que un 14 % posee un valor comercial medio. Por otro lado, un 8 % corresponde a especies con valor potencial aún no plenamente aprovechado, y el 75 % restante incluye especies de bajo valor comercial (figura 1). Esta distribución revela una elevada diversidad florística, aunque con una abundancia relativa baja por especie, lo cual podría estar relacionado con la presión antrópica o con las condiciones propias del ecosistema intervenido.

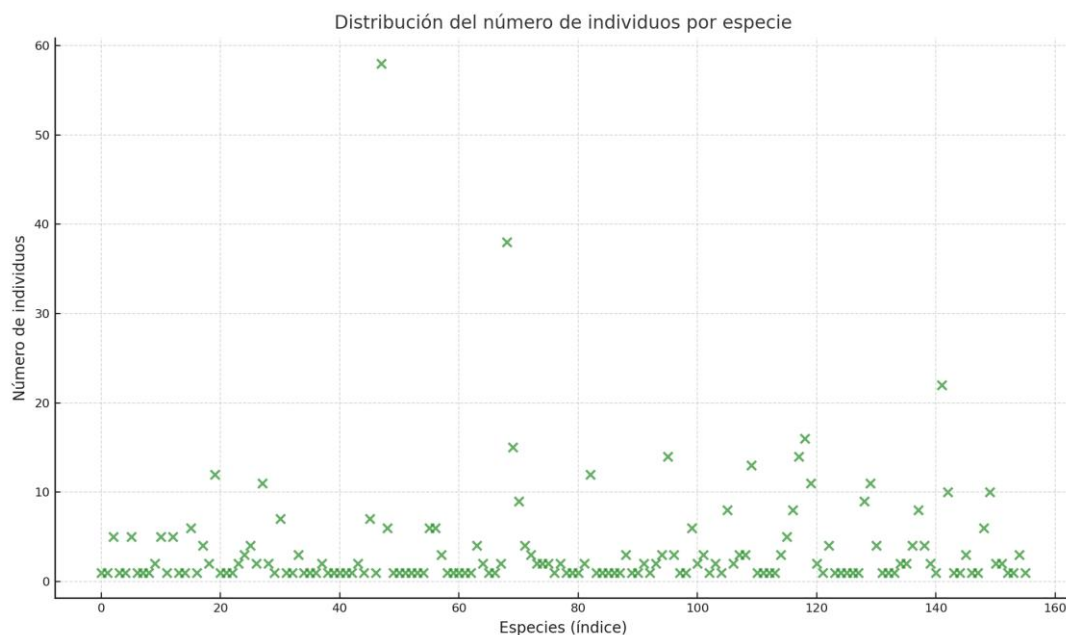


Figura 2. Dispersión del número de individuos de las especies forestales en la concesión minera SARAYACU.

La figura 2 muestra una distribución mayoritaria de especies con bajo valor comercial, confirmando la tendencia observada en el inventario general. Esta configuración plantea desafíos importantes para la planificación de aprovechamiento forestal, especialmente en términos de sostenibilidad ecológica y viabilidad económica de futuras intervenciones silviculturales.

3.2. Discusión

Los resultados obtenidos en la concesión minera SARAYACU muestran una estructura forestal fuertemente concentrada en un número reducido de especies. En particular, *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea* y *Tetragastris altissima* explican en conjunto el 90,39 % del IVI, lo que evidencia un patrón marcado de dominancia. Este comportamiento suele observarse en bosques tropicales bajo intervención, donde ciertas especies con alta plasticidad ecológica — pioneras, generalistas o tolerantes a condiciones de sombra y suelos alterados — incrementan su presencia tras disturbios como la minería, la apertura de claros y la extracción selectiva. En Madre de Dios se han reportado tendencias comparables, con elevada abundancia y dominancia de estas especies en ambientes

influenciados por actividades antrópicas (Alvarez et al., 2021; Garate-Quispe, Canahuire-Robles, et al., 2024).

La predominancia de *Euterpe precatoria* no solo sugiere una alta capacidad de respuesta frente a condiciones perturbadas, sino que también resalta su relevancia ecológica y social. Conocida localmente como huasaí, esta palma es aprovechada por comunidades amazónicas por sus frutos y por diversos usos del fuste y follaje; por ello, su manejo sostenible resulta determinante para evitar presiones de sobreuso y asegurar procesos adecuados de regeneración natural (Escate Lay et al., 2021). En este contexto, su alta densidad en áreas intervenidas podría convertirse en una oportunidad para programas de restauración, ya sea como especie facilitadora en etapas tempranas (aporte de biomasa, sombra y microhábitats) o como componente de estrategias de manejo forestal con enfoque de sostenibilidad.

En contraste, la escasa presencia de especies maderables de alto valor comercial (apenas 3 % de las registradas) sugiere un legado de extracción previa y, probablemente, limitaciones en el reclutamiento y establecimiento de estas especies bajo el régimen actual de perturbación. Este patrón coincide con reportes en la Amazonía peruana donde la tala selectiva reduce la abundancia de especies valiosas, simplifica la composición florística y afecta la trayectoria sucesional del bosque (Alvarez et al., 2021; Román-Dañobeytia et al., 2021). Por tanto, resulta prioritario incorporar prácticas de manejo que favorezcan su recuperación, como protección de árboles semilleros, control de presiones de aprovechamiento, enriquecimiento con plantones nativos y acciones orientadas a mejorar las condiciones del micrositio para la germinación y supervivencia.

Finalmente, la alta proporción de especies de bajo valor comercial (75 %) no debe interpretarse como un indicador de menor importancia, sino como una expresión de la diversidad funcional típica de los bosques amazónicos. Muchas de estas especies cumplen roles críticos en el mantenimiento del ecosistema (ciclaje de nutrientes, estabilidad del suelo, provisión de alimento y refugio para fauna, y regulación del microclima), lo que incrementa la resiliencia del bosque frente a nuevas perturbaciones y variabilidad ambiental. En esa línea, diversos autores subrayan que las estrategias de conservación y restauración deben integrar no solo criterios económicos, sino también dimensiones ecológicas y culturales, especialmente en territorios amazónicos donde el bosque sostiene medios de vida y servicios ecosistémicos esenciales (Escate Lay et al., 2021; Garate-Quispe, Herrera-Machaca, et al., 2024).

4. Conclusiones

La presente investigación evidenció que, dentro de la elevada diversidad florística registrada en la concesión minera SARAYACU, un grupo reducido de especies domina la estructura del bosque, patrón característico de ecosistemas tropicales. Las especies con mayor IVI reflejan una adaptación sobresaliente a las condiciones locales, lo que las posiciona como clave para el equilibrio ecológico y la recuperación postperturbación. Los resultados obtenidos proporcionan elementos clave que respaldan la planificación y ejecución de acciones orientadas al manejo sostenible del bosque, orientando tanto la conservación de especies prioritarias como el aprovechamiento sostenible de los recursos. Integrar esta perspectiva ecológica con las actividades extractivas resulta indispensable para garantizar la sostenibilidad del territorio a largo plazo.

Agradecimiento

Al personal técnico forestal del Herbario Alwyn Gentry.

Financiamiento

El proyecto fue financiado por los fondos concursables del VRI.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de interés en relación a nuestro trabajo.

Contribución de autoría

Los autores declaran haber realizado todas las etapas de la investigación y redacción del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Alva-Avila, R. O., Falcon Briones, I. D., Hinsbi-Aguirre, N. A., Ramírez-Vega, C. A., Saravia-Inocencio, J. F., Valverde-Ashcalla, S. L., & Malca-Casavilca, N. (2023). Deforestación en Madre de Dios: Un infierno para la biodiversidad. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 26(51), 1–8. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v26i51.24189>
- Alvarez, C., Manrique, S., Vela, M., Cardozo, J., Callo, J., Bravo, P., Castañeda, I., & Alvarez, J. (2021). Floristic composition, structure and tree diversity of an Amazon forest in Peru. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 73–82. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.009>
- Castellanos, J. F., Treviño, E. J., Aguirre, Ó. A., Jiménez, J., Musalem, M., & López, R. (2008). Estructura de bosques de *Pinus patula* bajo manejo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Madera y Bosques*, 14(2), 51–63. <https://doi.org/10.21829/myb.2008.1421212>
- Corral Rivas, J. J., Aguirre Calderón, O. A., Jiménez Pérez, J., & Corral Rivas, S. (2005). Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural del Bosque Mesófilo de Montaña El Cielo, Tamaulipas, México. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 14(2), 217–228. <https://pdfs.semanticscholar.org/6072/ca77a050e591f18722395e761d5811c60c29.pdf>
- Dueñas Linares, H., & Garate Quispe, J. (2018). Diversidad, dominancia y distribución arbórea en Madre de Dios, Perú. *Revista Forestal Del Perú*, 33(1), 4–23. <https://doi.org/10.21704/rfp.v33i1.1152>
- Escate Lay, C. Z., da Cruz, J., Blair-Matos, C., Luzeiro, J. A. A., Matos, J. C. S., de Oliveira, M. C., Bernardes Filho, L. A., & Barbosa, A. P. (2021). Traditional knowledge of açai (*Euterpe precatoria* Mart. — Arecaceae) usage in the Sustainable Development Reserve Piagaçu Purus, Amazonas, Brazil. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 6(1), 127–134. <https://doi.org/10.22161/ijeab.61.17>
- Garate-Quispe, J., Canahuire-Robles, R., Alarcón-Aguirre, G., Dueñas-Linares, H., & Román-Dañobeytia, F. (2024). Changes in floristic and vegetation structure in a chronosequence of abandoned gold-mining lands in a tropical Amazon forest. *Heliyon*, 10(9), e29908. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29908>
- Garate-Quispe, J., Canahuire-Robles, R., Surco-Huacachi, O., & Alarcón-Aguirre, G. (2021). Desarrollo estructural y composición florística arbórea en áreas afectadas por minería aurífera en la Amazonía peruana: a 20 años de su reforestación. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92, e9234373. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3437>
- Garate-Quispe, J., Herrera-Machaca, M., Pareja Auquipata, V., Alarcón Aguirre, G., Baez Quispe, S., & Carpio-Vargas, E. E. (2024). Resilience of aboveground biomass of secondary forests following the abandonment of gold mining activity in the southeastern Peruvian Amazon. *Diversity*, 16(4), 233. <https://doi.org/10.3390/d16040233>
- Garate-Quispe, J., Velásquez Ramírez, M., Becerra-Lira, E., Baez-Quispe, S., Abril-Surichaqui, M., Rodríguez-Achata, L., Muñoz-Ushñahua, A., Nascimento Herbay, P., Fernandez-Mamani, Y., Alarcon-Aguirre, G., Herrera-Machaca, M., Hilares Vargas, L., Corvera Gomringer, R., & del Castillo Torres, D. (2023). Influence of distance from forest edges on

- spontaneous vegetation succession following small-scale gold mining in the southeast Peruvian Amazon. *Diversity*, 15(6), 793. <https://doi.org/10.3390/d15060793>
- Graciano-Ávila, G., Aguirre-Calderón, Ó., Alanís-Rodríguez, E., & Luján-Soto, J. (2017). Composición, estructura y diversidad de especies arbóreas en un bosque templado del noroeste de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 535–542. <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1114>
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. <https://books.google.com/books?id=1H0JywAACAAJ>
- Luque-Ramos, L. (2021). Análisis de la deforestación de la Amazonia peruana: Madre de Dios. *Revista Innova Educación*, 3(3), 198–212. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.03.013>
- Román-Dañobeytia, F., Cabanillas, F., Lefebvre, D., Farfán, J., Alferez, J., Polo-Villanueva, F., Llacsahuanga, J., Vega, C. M., Velásquez, M., Corvera, R., Condori, E., Ascorra, C., Fernandez, L. E., & Silman, M. R. (2021). Survival and early growth of 51 tropical tree species in areas degraded by artisanal gold mining in the Peruvian Amazon. *Ecological Engineering*, 159, 106097. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.106097>
- Saavedra-Romero, L. de L., Hernández-de la Rosa, P., Alvarado-Rosales, D., Martínez-Trinidad, T., & Villa-Castillo, J. (2019). Diversidad, estructura arbórea e índice de valor de importancia en un bosque urbano de la Ciudad de México. *Polibotánica*, (47), 25–37. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.47.3>
- Silvestre, S. N. F. y de F. (2016). *Metodología para la determinación del valor al estado natural de la madera para el pago del derecho de aprovechamiento y los valores al estado natural de la madera*. Diario Oficial El Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1447339-1>
- Soler, P. R., Berroterán, J. L., Gil, J. L., & Acosta, R. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los Llanos Centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 62(1–4). <https://agris.fao.org/search/en/providers/123898/records/647470a979cbb2c2c1b14251>
- Travassos de Queiroz, W., Silva, M., Jardim, F., Vale, R., Valente, M., & Pinheiro, I. (2017). Índice de valor de importância de espécies arbóreas da floresta nacional do Tapajós via análises de componentes principais e de fatores. *Ciência Florestal*, 27(1), 47–59. <https://doi.org/10.5902/1980509826446>
- Velásquez Zapata, G. Y. (2020). Problemas medioambientales de la minería aurífera ilegal en Madre de Dios (Perú). *Observatorio Medioambiental*, 23, 229–241. <https://doi.org/10.5209/obmd.73177>
- Zaldumbide Verdezoto, M. A. (2023). El impacto en el ambiente producido por la minería ilegal en el Ecuador. *RECIMUNDO*, 7(4), 351–358. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(4\).oct.2023.351-358](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(4).oct.2023.351-358)