



9CFE-1462

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: 978-84-941695-7-1



Las especies maderables amazónicas muestran características ecológicas distintivas frente a las no maderables

HERRERA-ALVAREZ X. (1), BLANCO J.A. (1), ORTEGA- LÓPEZ L. (2), PHILLIPS O.L. (3, 8), SULLIVAN M.J.P. (4), TER STEEGE H. (5, 6), RIVAS-TORRES G. (7)

(1) Institute for Multidisciplinary Research in Applied Biology, Dep. Sciences, Public University of Navarre, España.

(2) Population and Environment Research Group, Universidad Regional Amazónica Ikiam, Av. Muyuna S/N, Tena, Ecuador.

(3) University of Leeds, Reino Unido.

(4) Manchester Metropolitan University, Reino Unido.

(5) Naturalis Biodiversity Center, Leiden, Países Bajos.

(6) Quantitative Biodiversity Dynamics, Department of Biology, Utrecht University, Utrecht, Países Bajos.

(7) Estación de Biodiversidad Tiputini, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad San Francisco de Quito - USFQ, Quito, Ecuador.

Resumen

Los bosques amazónicos están amenazados principalmente debido a actividades para recolectar madera tropical. A pesar de la importancia de la madera amazónica, poco se sabe sobre los atributos ecológicos que hacen que una especie se clasifique como maderable, en especial cuando se comparan todas las especies arbóreas amazónicas. En este contexto, el objetivo de este estudio fue el de clasificar las especies de árboles amazónicos según su uso como maderable y evaluar cómo los diferentes rasgos ecológicos se relacionan con la consideración de la especie como especie maderable mediante la creación de un índice de “maderabilidad”.

Para ello se creó una base de datos combinando información de redes de investigación en bosques tropicales (i.e. ForestPlots y ATDN), instituciones internacionales (i.e. UICN, CITES), autoridades forestales amazónicas y literatura científica publicada. Se comprobó que las especies maderables representan el 17,6% de la flora arbórea amazónica. Además, la maderabilidad de las especies arbóreas amazónicas está relacionada con la hiperdominancia de cada especie a nivel local, su distribución en los tipos de bosque de más fácil acceso, la densidad de la madera, el tipo de usos que ha recibido en el pasado y presente, y el grado de conservación según las categorías IUCN.

Palabras clave



Especies maderables, bosques tropicales, Amazonía, manejo forestal, conservación.

1. Introducción

Los bosques tropicales representan los ecosistemas más diversos y productivos de la Tierra (FORESTPLOTS.NET ET AL., 2021). Estos bosques han servido durante mucho tiempo como fuentes de reserva de carbono y biodiversidad. Sin embargo, los bosques amazónicos se enfrentan actualmente a mayores desafíos, ya que las recientes anomalías de temperatura han intensificado fenómenos naturales, como El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), empujándolos más allá del umbral observado previamente (BENNETT ET AL., 2023).

Además, otras perturbaciones antropogénicas como la deforestación y la degradación también están teniendo un fuerte impacto en estos bosques. En este contexto, los efectos de la tala también pueden persistir durante décadas y modificar la producción de madera y captación de carbono en estos bosques (RIUTTA ET AL., 2018). La combinación de sequías generadas por eventos ENSO y fragmentación debido a la tala dificulta la recuperación de los bosques en los trópicos (en términos de crecimiento) (NUNES ET AL., 2021). Sin embargo, la tala comercial depende de los mercados de madera, y las ventas de madera tropical dependen principalmente de su demanda (BOAMPONG ET AL., 2015). La demanda en el mercado de estas especies tropicales se ha concentrado en especies tradicionalmente vendidas durante décadas. Además, se ha reportado que las especies maderables recomendadas en las operaciones de tala son especies más abundantes (número de individuos) y tienen un diámetro mayor que el mínimo explotable (TEMGOUA ET AL., 2020).

En cuanto a la región amazónica, la mayoría de las especies maderables suelen estar concentradas en un grupo tradicional específico de especies según sus propiedades técnicas aceptables (físicas o mecánicas), procesamiento, acabado, enchapado, durabilidad natural, tratabilidad y uso final. Por lo general, el único atributo ecológico mencionado está relacionado con la presencia de la especie (COMVALIUS, 2001). Algunos de los principales factores que influyen en la selección de un árbol como adecuado para el uso humano (es decir, para muebles, carpintería y construcción) son la durabilidad, la apariencia, la calidad, la procesabilidad, el asesoramiento de expertos, la idoneidad para el uso final, la sostenibilidad de la cosecha y la disponibilidad en el mercado (BOAMPONG ET AL., 2015).

Aparte de la información presentada anteriormente sobre las especies de madera tropical, no se han identificado más detalles al escribir este trabajo sobre patrones o atributos ecológicos para especies maderables, especialmente en la región amazónica. Por lo tanto, es claro que se necesita una mejor comprensión de lo que hace que una especie de árbol amazónico sea considerado como especie maderable, debido a las importantes implicaciones que tal consideración tiene para los sistemas ecológicos, sociológicos y económicos de la región amazónica en particular, y del mundo en su conjunto.



2. Objetivos

Los principales objetivos de esta investigación fueron: 1) Clasificar por primera vez todas las especies de árboles amazónicos según su uso como especies maderables dentro de cada familia taxonómica, y 2) Evaluar las relaciones entre un conjunto de atributos numéricos y categóricos de todas las especies de árboles amazónicos y un índice de maderabilidad recientemente creado, para comprender los atributos que están más relacionados para que una especie de árbol sea considerada como “maderable”.

3. Metodología

Este estudio se centró en la región amazónica de América del Sur, que se superpone con las fronteras administrativas de nueve países o territorios: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela (considerados en conjunto como la Amazonía Andina); Brasil (la región amazónica); y Guyana, Surinam, Guayana Francesa (considerados en conjunto como la Franja Atlántica).

Para construir el índice, se estableció un valor de “maderabilidad” de 1 (especie maderable) para todas las especies arbóreas listadas en la base de datos MADERA (HERRERA-ALVAREZ ET AL., 2023), mientras que se le dio un valor de 0 (especie no maderable) a todas las demás especies no listadas en dicha base de datos, pero listadas en la base de datos AMAZONIAN TREES (HERRERA-ALVAREZ 2024). De esta manera, el índice de maderabilidad puede usarse como una variable de respuesta numérica (siguiendo una distribución binomial (1/0) para determinar la fuerza de las relaciones entre un atributo ecológico y la consideración de maderabilidad para las especies con tal característica. Por lo tanto, la creación de un índice numérico de este tipo permite la comparación cuantitativa entre diferentes factores y variables que contribuyen a la característica objetivo (NEATE-CLEGG ET AL., 2023). Todas las variables explicativas incluidas en este trabajo se describen en los metadatos de la base de datos AMAZONIAN TREES (HERRERA-ALVAREZ 2024). Estas variables fueron de dos tipos: continuas y categóricas.

Se utilizaron modelos lineales generalizados (GLM) para conocer si el índice de maderabilidad puede predecirse mediante una o más variables explicativas. Cada modelo se realizó de forma independiente utilizando subconjuntos de datos tomados de la base de datos AMAZONIAN TREES excluyendo todas las celdas para las que no había información disponible. Estos subconjuntos se consideraron de forma independiente en cada modelo porque para cada variable había un número diferente de celdas con datos no disponibles.

4. Resultados

La base de datos final de AMAZONIAN TREES, enumeró 6457 registros de especies únicas pertenecientes a 787 géneros y 115 familias de la selva amazónica de tierras bajas (<1000 metros sobre el nivel del mar).



Se encontró una asociación significativa entre la familia botánica y el índice de maderabilidad, lo que indica una distribución desigual de las especies maderables entre las familias de la flora amazónica. Las especies maderables reportadas por los países representaron el 17,6% de la flora arbórea amazónica. Setenta y dos familias presentaron el rango porcentual más alto (2,88-100%) para las especies maderables. Sin embargo, 43 familias representaron menos del 2,88% del total de especies maderables.

De las 4000 especies para las que se disponía de datos poblacionales (TER STEEGE ET AL., 2020), el número estimado de individuos y la uniformidad de sus distribuciones en la región amazónica se asociaron significativamente con el índice de maderabilidad.

Según las 2102 especies para las que se dispone de datos de dinámica poblacional en las 846 parcelas proporcionadas por ForestPlots, los resultados del análisis indicaron que las tasas de mortalidad y reclutamiento no se asociaron significativamente con el índice de maderabilidad.

Considerando los datos sobre hiperdominancia para un subconjunto de 215 especies contenidas en la base de datos AMAZONIAN TREES, para esas especies el estado de hiperdominancia se asoció significativamente con el índice de maderabilidad.

Para las 4318 especies de la base de datos AMAZONIAN TREES para las que había datos categorías de la Lista Roja de la UICN disponibles (IUCN, 2023), el índice de maderabilidad mostró una asociación significativa con el estado de conservación. El análisis post hoc por pares indicó diferencias significativas entre las dos categorías en los extremos del rango de clasificación (es decir, preocupación menor y en peligro crítico). No hubo diferencias significativas entre el resto de las combinaciones por pares para las categorías de la Lista Roja de la UICN.

Considerando las 666 especies para las cuales se dispone de datos de usos comerciales (IUCN, 2023), el índice de maderabilidad mostró una asociación significativa con esta variable.

En cuanto a las 2102 especies disponibles para analizar las variables de biomasa y densidad de madera, la variable de biomasa se asoció positivamente con el índice de maderabilidad. Sin embargo, la densidad de madera tuvo una relación negativa.

En el subconjunto de 215 especies considerando el principal tipo de bosque en el que se encontraban estas especies, se observó que esta variable estaba significativamente asociada con el índice de maderabilidad. Además, el análisis post hoc por pares mostró diferencias significativas entre las especies encontradas en bosques de tierra firme (el tipo de bosque con el índice de maderabilidad más



alto) y las especies encontradas en bosques de Varzea (el tipo de bosque con el valor más bajo del índice de maderabilidad).

5. Discusión

Los resultados presentados aquí han demostrado por primera vez que atributos ecológicos específicos como la riqueza, la población, la biomasa, la densidad de la madera, la dinámica del bosque y el estado de conservación según los datos de la UICN de la flora arbórea amazónica juegan un papel importante en la determinación de su clasificación como especies maderables, como lo reconocen las autoridades nacionales amazónicas.

Se encontró que las especies maderables reportadas por las autoridades forestales nacionales representan solo el 17,6% del total de especies arbóreas amazónicas. Sin embargo, este conjunto relativamente pequeño de especies maderables necesita ser analizado en profundidad considerando que existen importantes mercados nacionales e internacionales de madera asociados a ellas (ANDRADE ET AL., 2022).

La mayoría de las familias incluyen especies maderables y no maderables, y las especies maderables representaron entre el 2,8% y el 100% de las especies de cada familia.

Las especies consideradas como maderables pueden estar distribuidas entre la mayoría de las familias presentes en la Amazonía, y no solamente concentradas en un conjunto específico de familias. Sin embargo, es necesario realizar más análisis filogenéticos para explorar la naturaleza de estas especies maderables y las familias más ricas en asociación con su señal evolutiva en los diferentes tipos de bosques y regiones de la Amazonía. Esta cuestión, sin embargo, está más allá del alcance de la investigación presentada aquí.

Las especies de árboles catalogadas por las autoridades nacionales como especies maderables fueron identificadas como las de mayor abundancia entre toda la flora arbórea amazónica. Estudios previos han descrito que tanto los constructores de viviendas locales como los mercados internacionales tienden a preferir especies comunes en lugar de raras (WASSINK, 1982). Sin embargo, contrario a lo esperado, las especies maderables también mostraron una tendencia a distribuirse con mayor presencia a nivel local en lugar de homogéneamente a lo largo de la cuenca amazónica. Tales resultados indican que estas especies son principalmente dominantes a nivel local, pero también que algunas especies maderables podrían mostrar plasticidad ecológica en la región amazónica (FIRMINO ET AL., 2020), estando bien adaptadas a algunas condiciones de crecimiento en una subregión. Además, se encontró que las especies maderables eran principalmente hiperdominantes (abundantes y frecuentes a nivel local). Este resultado es consistente con los patrones de hiperdominancia de la flora amazónica descritos por TER STEEGE ET AL. (2013).



Este resultado también puede indicar un legado de interacción entre el hombre y el bosque durante miles de años de ocupación hasta la actualidad (LEVIS ET AL., 2012; FERREIRA ET AL., 2019; LEVIS ET AL., 2018; MCMICHAEL ET AL., 2017). Las especies localmente dominantes podrían ser un legado de esta interacción, ya que el papel de las personas ha sido clave en la selección de árboles útiles. Al mismo tiempo, la selección de especies maderables por parte de los países en el período posterior a la colonización europea podría combinar una herencia de conocimiento ancestral con el mantenimiento de mercados previamente existentes que algunas de estas especies ya tenían en todo el mundo.

Se encontró que las categorías de conservación menos amenazadas según la clasificación de la UICN (Preocupación menor, Riesgo menor/Preocupación menor y Riesgo menor/Dependiente de la conservación) fueron las que tenían la relación más fuerte con el índice de maderabilidad. Esto no es sorprendente y está de acuerdo con los resultados ya mostrados para los números de población (es decir, relaciones significativas con el tamaño de la población, la uniformidad de la distribución, la hiperdominancia o la biomasa; véase más adelante). Sin embargo, es importante destacar que también algunas especies catalogadas como maderables se identificaron incluso en las categorías más amenazadas (es decir, En peligro y En peligro crítico).

En cuanto a los usos de las especies arbóreas, las especies “Multipropósito” y “Productos Forestales Maderables” fueron las más fuertemente asociadas al índice de maderabilidad. Este resultado confirma el variado uso de estas especies más allá de la madera, y no solo en los países amazónicos occidentales como lo indicaron previamente HERRER-JAUREGUI ET AL. (2013), sino también en toda la región amazónica. La gestión y conservación de especies maderables amenazadas es aún más compleja cuando más usos son identificados por las personas. Esto es especialmente importante en los bosques amazónicos en los que ha habido una interacción directa entre las comunidades indígenas y las especies arbóreas durante siglos o milenios, además de la explotación forestal en tiempos coloniales y postcoloniales. Dichos legados persisten en la actualidad, afectando a la distribución de las especies arbóreas y su dinámica poblacional (LEVIS ET AL., 2017).

En cuanto a las variables de biomasa, nuestros resultados sugieren que las especies maderables también representan la mayor proporción de biomasa en la flora amazónica. En la práctica, considerando que la madera en los mercados generalmente se mide en unidades de volumen (pies cúbicos, metros cúbicos, etc.) y que la industria maderera puede hacer un uso más rentable de los árboles más grandes (más fácilmente mecanizables, se crean piezas de madera más grandes y se generan menos desechos en relación con la masa del tronco), los árboles más grandes y altos podrían ser más atractivos en las operaciones de tala (CASSENS, 2004), y, por lo tanto, las especies que alcanzan tamaños mayores serían más propensas a ser consideradas como maderables. Estos atributos generales de los árboles maderables más altos también han sido reportados por NILS ET AL. (2012).



Considerando la densidad de la madera, los valores más altos del índice de maderabilidad se asociaron principalmente con valores bajos de densidad. Estas especies podrían ser parte de bosques secundarios creados por el manejo previo de los bosques amazónicos, tanto durante los períodos precolonial, colonial y postcolonial. Este resultado también es consistente con hallazgos previos relacionados con las tasas de crecimiento de especies de baja densidad en los bosques amazónicos (ROZENDAAL ET AL, 2020), y las preferencias del mercado de madera por especies de baja densidad, principalmente porque son fáciles de manipular y trabajar (GENTRY Y VASQUEZ, 1988).

Finalmente, se encontró una relación más débil entre el índice de maderabilidad y las especies que se distribuyen típicamente en lugares más difíciles de alcanzar para las operaciones de cosecha comercial. La explicación podría estar relacionada con los dos principales modos de transporte en la región amazónica, que son las vías fluviales y las carreteras (DOS SANTOS ET AL., 2016). También es importante señalar que la silvicultural juega un papel clave en la dinámica de la expansión de la frontera agrícola en la Amazonía (ARISMA ET AL., 2013), ya que genera una fuerte presión hacia la fragmentación del bosque. Debido a las operaciones de corta intrínsecas (es decir, apertura de caminos madereros, áreas de procesamiento, etc.), dichas operaciones generalmente resultan en la deforestación de más terreno del estrictamente necesario para talar la madera objetivo (WALKER ET AL., 2013). En consecuencia, la corta de árboles puede basarse también en la ubicación geográfica del árbol en zonas accesibles, además de su especie u otros atributos ecológicos.

6. Conclusiones

En conclusión, estos resultados evidencian claramente que se necesitan enfoques tanto locales como regionales para la gestión forestal sostenible. Sin embargo, los resultados sugieren que la “madera” es una definición oportunista creada por el ser humano que no se basa totalmente en atributos ecológicos, aunque puede estar fuertemente relacionada con algunos de ellos (es decir, abundancia, biomasa, categorías de la Lista Roja de la UICN, densidad de la madera, entre otros).

Se necesita un mejor mecanismo y un acuerdo sobre los criterios para las especies maderables, incluida la estandarización taxonómica permanente, protocolos comunes para la identificación de especies a nivel regional e información ecológica y comercial en un enfoque pan-amazónico. Para lograr este objetivo, diferentes actores clave en este tema necesitan mejorar su comunicación y trabajar juntos.

7. **Agradecimientos** Agradecemos a los socios de las redes de monitoreo permanente de bosques Rainfor y ForestPlots por compartir sus datos para hacer posible esta investigación.

8. Bibliografía

ANDRADE, F. W. C., PINTO, T. I., MOREIRA, L. DA S., DA PONTE, M. J. M., LOBATO, T. DA C., DE SOUSA, J. T. R., & MOUTINHO, V. H. P; 2022. The Legal Roundwood



Market in the Amazon and Its Impact on Deforestation in the Region between 2009–2015. *Forests*, 13(4), 1–11.

ARIMA, E. Y., WALKER, R. T., SALES, M., SOUZA JR., C., & PERZ, S. G. (2013). The Fragmentation of Space in the Amazon Basin. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 74(6), 699–709.

BENNETT, A.C., RODRIGUES DE SOUSA, T., MONTEAGUDO-MENDOZA, A. ET AL; 2023. Sensitivity of South American tropical forests to an extreme climate anomaly. *Nat. Clim. Chang.* 13, 967–974

BOAMPONG, E., EFFAH, B., ANTWI, K., ASAMOAH, J. N., & ASANTE, A. B; 2015. Factors Influencing the Choice of Timber for Furniture and Joinery Production in Ghana. *European Journal of Engineering and Technology*, 3(5), 48–59.

CASSENS, DL; 2004. Factores que afectan la calidad de los troncos de madera dura para enchapado frontal. Purdue University, West Lafayette, IN.

COMVALIUS, L.B; 2001. Surinamese timber species: characteristics and utilization: recent information with brief descriptions of the main timber species of Suriname. CELOS Publisher. Página 243. Paramaribo, Suriname.

DOS SANTOS, A., LUÍS, L. H., DE LIMA BRAGA, M., BRACONNOT VELLOSO, P., & GHAMRI-DOUDANE, Y; 2016. Characterization of a delay and disruption tolerant network in the Amazon basin. *Vehicular Communications*, 35–43.

FERREIRA, M. J., LEVIS, C., IRIARTE, J., & CLEMENT, C. R; 2019. Legacies of intensive management in forests around pre-columbian and modern settlements in the madeira-tapajós interfluvio, Amazonia. *Acta Botanica Brasilica*, 33(2), 212–220.

FIRMINO, T. P., BARBEIRO, C., ROMAGNOLO, M. B., & PASTORINI, L. H. 2020. *Gallesia integrifolia* (Spreng.) harms. growth under different shade and water availability conditions. *Floresta e Ambiente*, 27(3), 1–9.

FORESTPLOTS.NET, BLUNDO, C., CARILLA, J., GRAU, R., MALIZIA, A., MALIZIA, L., OSINAGA-ACOSTA, O., BIRD, M., BRADFORD, M., CATCHPOLE, D., FORD, A., GRAHAM, A., HILBERT, D., KEMP, J., LAURANCE, S., LAURANCE, W., ISHIDA, F. Y., MARSHALL, A., WAITE, C., ... TRAN, H. D; 2021. Taking the pulse of Earth's tropical forests using networks of highly distributed plots. *Biological Conservation*, 260 (May).

GENTRY, A. H., & VASQUEZ, R; 1988. Where have all the Ceibas gone? A case history of mismanagement of a tropical forest resource. *Forest Ecology and Management*,



23(1), 73–76.

HERRERA-ALVAREZ, X. 2024. A modern approach to the concept of timber species from an Amazonian perspective. PhD thesis. Universidad Pública de Navarra, Pamplona.

HERRERA-ALVAREZ, X., BLANCO, J. A., PHILLIPS, O. L., GUADALUPE, V., ORTEGA-LÓPEZ, L. D., STEEGE, H., RIVAS-TORRES, G. 2023. MADERA: A standardized pan-Amazonia, dataset for tropical timber species. *Ecology*, 104(9), 1-12.

HERRERO-JÁUREGUI, C., GUARIGUATA, M. R., CÁRDENAS, D., VILANOVA, E., ROBLES, M., LICONA, J. C., & NALVARTE, W; 2013. Assessing the extent of “conflict of use” in multipurpose tropical forest trees: A regional view. *Journal of Environmental Management*, 130, 40–47.

IUCN; 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 3.1. <https://www.iucnredlist.org>. Gland, Switzerland (Accessed: December 2023).

LEVIS, C., DE SOUZA, P. F., SCHIETTI, J., EMILIO, T., DA VEIGA PINTO, J. L. P., CLEMENT, C. R., ET AL; 2012. Historical human footprint on modern tree species composition in the Purus-Madeira interfluvium, Central Amazonia. *PLoS One* 7, e48559.

LEVIS, C ET AL., Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. *Science* 355,925-931(2017).

LEVIS, C., FLORES, B. M., MOREIRA, P. A., LUIZE, B. G., ALVES, R. P., FRANCO-MORAES, J., LINS, J., KONINGS, E., PEÑA-CLAROS, M., BONGERS, F., COSTA, F. R. C., & CLEMENT, C. R; 2018. How people domesticated Amazonian forests. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5(JAN).

MCMICHAEL, C. N. H., MATTHEWS-BIRD, F., FARFAN-RIOS, W., & FEELEY, K. J; 2017. Ancient human disturbances may be skewing our understanding of Amazonian forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(3), 522–527.

NEATE-CLEGG, M. H. C., TONELLI, B. A., YOUNGFLESH, C., WU, J. X., MONTGOMERY, G. A., ŞEKERCIOĞLU, Ç. H., & TINGLEY, M. W; 2023. Traits shaping urban tolerance in birds differ around the world. *Current Biology*, 33(9), 677-1688.

NILS, B., LAMBERT, K. Y., PHILIPPE, L., BONAVENTURE, S., JULIEN, P., KASSO, D., FOUSSÉNI, F., & JEAN- LOUIS, D; 2012. Ecology of *Pericopsis elata* (Fabaceae), an Endangered Timber Species in Southeastern Cameroon. *Biotropica*, 44(6), 840–847.



NUNES, M. H., JUCKER, T., RIUTTA, T., SVÁTEK, M., KVASNICA, J., REJŽEK, M., MATULA, R., MAJALAP, N., EWERS, R. M., SWINFIELD, T., VALBUENA, R., VAUGHN, N. R., ASNER, G. P., & COOMES, D. A; 2021. Recovery of logged forest fragments in a human-modified tropical landscape during the 2015-16 El Niño. *Nature Communications*, 12(1), 1–11.

RIUTTA, T., MALHI, Y., KHO, L. K., MARTEWS, T. R., HUARACA HUASCO, W., KHOO, M. S., TAN, S., TURNER, E., REYNOLDS, G., BOTH, S., BURSLEM, D. F. R. P., TEH, Y. A., VAIRAPPAN, C.S., MAJALAP, N., & EWERS, R. M; 2018. Logging disturbance shifts net primary productivity and its allocation in Bornean tropical forests. *Global Change Biology*, 24(7), 2913–2928.

ROOSEVELT, A. C. (2013). The Amazon and the Anthropocene: 13,000 years of human influence in a tropical rainforest. *Anthropocene*, Volume 4, pages 69-87.

TEMGOUA, L. F., MOMO SOLEFACK, M. C., NYONG, P. A., & TADJO, P. (2020). Floristic diversity and exploitable potential of commercial timber species in the Cobaba community forest in Eastern Cameroon: implications for forest management. *Forest Science and Technology*, 16(2), 56–67.

TER STEEGE, H., PRADO, P.I., LIMA, R.A.F.D. ET AL; 2020. Biased-corrected richness estimates for the Amazonian tree flora. *Sci Rep* 10, 10130.

TER STEEGE ET AL; 2013. Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. *Science* 342.

WALKER, R., ARIMA, E., MESSINA, J., SOARES-FILHO, B., PERZ, S., VERGARA, D., SALES, M., PEREIRA, R., & CASTRO, W; 2013. Modeling spatial decisions with graph theory: Logging roads and forest fragmentation in the Brazilian Amazon. *Ecological Applications*, 23(1), 239–254.

WASSINK, J. T; 1982. Chapter 27. Criteria for the choice of tropical timber species with emphasis on non-technical and non-economic aspects (R. A. A. Oldeman (ed.); p. 405). Springer Science+Business Media Dordrecht.