



8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a  
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

**Cataluña | Catalunya - 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022**

**ISBN 978-84-941695-6-4**

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

---

Organiza



## Escenarios de corta centrados en la conservación de la biodiversidad en bosques protegidos del norte de Vietnam. Efectos sobre el valor del hábitat y el rendimiento económico.

SEGALINA, G.<sup>1,2</sup>, NGUYEN DANG, C.<sup>3</sup> y SIERRA DE GRADO, R.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ETSIA, Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid 44, 34004 Palencia, España

<sup>2</sup> IuFOR, Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible. Universidad de Valladolid. Avda. de Madrid 44, 3004 Palencia, España

<sup>3</sup> Facultad de ciencias forestales, Universidad de Agricultura y Selvicultura de Thai Nguyen, Vietnam.

### Resumen

La superficie forestal en Vietnam ha tenido un aumento general desde los años 90. A pesar de eso, las políticas estrictas han causado la marginalización de las áreas forestales y el desplazamiento de la deforestación a los países vecinos. Este estudio está ubicado en el marteloscopio establecido en el año 2018 en el marco del proyecto BioEcoN, en un bosque regenerado en el norte de Vietnam.

Nuestro objetivo es comparar los efectos económicos y del valor del hábitat para la biodiversidad de diferentes criterios de cortas. El valor de hábitat se ha evaluado utilizando los microhábitats relacionados con los árboles (TreMs) como bioindicadores.

Nuestros resultados muestran la influencia del criterio de conservación de la biodiversidad sobre el valor del hábitat en las dos simulaciones de corta. Los árboles codominantes resultaron en tener el valor de hábitat más alto. Sin embargo, el criterio de conservación de la biodiversidad tiene un efecto marginal sobre el beneficio económico. Este último resultado, junto con la relación positiva entre diámetro a la altura del pecho y el valor del hábitat, muestra que es posible un punto de encuentro entre la rentabilidad y la conservación de la biodiversidad.

### Palabras clave

Microhábitat de árboles, marteloscopio, biodiversidad, valor económico, valor de hábitat.

### 1. Introducción

La deforestación sigue siendo una gran amenaza para algunos países tropicales, mientras que otros, como Vietnam, están experimentando un crecimiento forestal general (Pekka et al. 2006). En Vietnam, la Política Forestal Nacional promulgada desde la década de 1990 ha llevado a un aumento notable de la superficie forestal nacional, pero también a un enorme aumento de las importaciones de madera de otros países como Camboya y Tailandia (International Trade Center 2019), provocando un desplazamiento de la deforestación (Meyfroidt 2009).

La Ley de Protección y Desarrollo Forestal de Vietnam de 1991 clasificó la superficie forestal nacional en tres tipos: bosques de uso especial, de protección y de producción. Los bosques de uso especial incluyen las áreas protegidas y tienen un papel principal en el cumplimiento de las obligaciones de la Convención sobre Biodiversidad (United Nations 1992). En los bosques de protección y uso especial, la utilización de los recursos forestales se limita en gran medida a unos pocos productos forestales no madereros (Prime Minister of Vietnam 2007), lo que da lugar a una serie de problemas y conflictos (Kimdung et al. 2013; Thi Hoan 2014). Entre ellos, la población local pasó a depender de los fondos estatales (Tan 2006). Al mismo tiempo, la asignación presupuestaria para respaldar dicha política es limitada y no es lo suficientemente eficaz para eliminar la tala ilegal (Chatham House 2020), por lo que un tipo diferente de manejo forestal que involucre el uso sostenible puede brindar soluciones beneficiosas para todos, es decir, una gestión forestal que pueda lograr tanto la conservación de la biodiversidad como beneficios socioeconómicos (Quang y Ph 2005). La alternativa entre los extremos de la prohibición de cualquier tipo de uso y las plantaciones con

biodiversidad reducida y de silvicultura intensiva, puede ser un uso y manejo sostenible de los bosques que puede proporcionar algunos ingresos sin comprometer la conservación de la biodiversidad.

Nos planteamos la hipótesis de que algunas operaciones selvícolas podrían llevarse a cabo sin afectar gravemente la biodiversidad y el funcionamiento de los bosques. Una de las estrategias propuestas es a través del cortas basadas en criterios que favorezcan la conservación de la biodiversidad. Esto proporcionaría a la población local ingresos adicionales y daría un paso hacia la gestión sostenible de las áreas forestales protegidas, como se indica en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 15 de las Naciones Unidas (United Nations 2015). Para ayudar en la toma de decisiones para las cortas en un bosque, es necesario evaluar las compensaciones entre el valor económico de cada árbol y su valor para la biodiversidad.

Para evaluar la biodiversidad, asignamos un valor de hábitat a cada árbol, utilizando los microhábitats relacionados con los árboles (TreMs), que son bioindicadores para definir la presencia de aquellas especies especializadas que los utilizan como sustratos o hábitat al menos durante una parte de sus ciclo de vida (Larrieu et al. 2018; Santopuoli et al. 2019). Estos incluyen cavidades, heridas, madera muerta, epífitos y otras características.

## 2. Objetivos

Nuestro objetivo es contribuir a la gestión y conservación de los bosques tropicales secundarios en Vietnam. Específicamente, el objetivo es analizar el hábitat y el valor económico de los árboles, y luego comparar los efectos de cuatro escenarios de corte sobre las ganancias económicas y el valor del hábitat.

## 3. Metodología

El área de estudio está ubicada en la Estación Melinh para la Biodiversidad, a unos 50 km de distancia de Hanoi y limita con el Parque Nacional Tam Đảo. La vegetación es bosque cerrado siempre verde húmedo tropical. El clima es tropical y varía a lo largo del año con un clima húmedo estacional. La precipitación media anual es de 1600 mm y la temporada de lluvias es de abril a octubre con más del 90% de la misma (Vu 2009). La Estación Melinh se estableció en 1999 y pertenece al Instituto de Ecología y Recursos Biológicos (Hanoi), que apoya la educación y la investigación científica. En esa área, los botánicos han registrado 1.227 especies de plantas vasculares, 670 géneros, 172 familias y 6 divisiones.

En 2018, se estableció un marteloscopio en el marco del Proyecto BioEcoN (Erasmus +, Capacitación en el campo de la Educación Superior), por parte de la Universidad de Agricultura y Silvicultura de Thai Nguyen, socia de este Proyecto (<http://bioecon.UE/>). Toda la parcela (1 ha) pertenece a la Estación Melinh para la Biodiversidad y tiene buena accesibilidad. Su altitud oscila entre los 69 y los 83 m.s.n.m. La parcela se dividió en 16 subparcelas cuadradas de 25x25 metros cada una. El área del marteloscopio es casi completamente plana, excepto por las subparcelas 1.1, 2.1 y 3.1 que se encuentran en la base de una pendiente.

Se registraron todos los árboles vivos con un diámetro a la altura del pecho (DBH) igual o mayor a 7 cm. Las variables registradas incluyen identificación del árbol (Id), especie, DBH (cm), altura total del árbol (m), altura del árbol en la base de la copa (m), estado de la madera, estado de salud del árbol, y microhábitats de los árboles (TreMs). Identificamos un total de 58 especies de árboles en la parcela. Todos los datos se tomaron entre febrero y mayo de 2019.

Encontrar información para asignar un valor económico a los árboles dentro del marteloscopio requirió un proceso de revisión de la literatura: el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Comercio, Departamento General de Aduanas, en 1995 publicaron una circular conjunta sobre la simplificación y regulación del comercio de madera. Identificaron las 354 especies de árboles más valiosas y menos amenazadas en el mercado y las dividieron en ocho clases de madera. Después de la publicación de ese documento, las empresas vietnamitas podrían establecer precios de compra de acuerdo con la clase de madera, superando así la necesidad de evaluar cada una de las 354 especies de árbol.

Seleccionamos la lista de precios proporcionada por el sitio web de la empresa Chúc mùng nǎm mói porque era la lista de precios online más actualizada y completa que pudimos encontrar en ese momento y tenía referencia a un estudio de Nguyẽn (2018). La lista se consultó el 16 de junio de 2019 y muestra los precios de los árboles en pie por  $m^3$  en diferentes clases de madera. No proporcionó ninguna información sobre posibles reducciones del precio de compra en función de la calidad de la madera (rectitud y presencia de defectos) o del diámetro del árbol. La búsqueda para encontrar precios más precisos resultó infructuosa, lo que nos obligó a confiar en los datos de Nguyẽn (2018). Calculamos el valor económico total de los árboles multiplicando la cantidad total de madera (en  $m^3$ ) de cada clase de madera por el precio de compra relativo.

El análisis de datos consistió en asignar a cada árbol un valor de hábitat, calculado para cada árbol en función del número de TreMs registrados, utilizando la fórmula propuesta por Kraus et al. (2018):  $H_i = \sum_{j=1}^n N_j \times s_j \times (R_j + D_j)$  donde  $H_i$  es el valor de hábitat del árbol  $i$ ,  $N_j$  el número de microhábitat tipo  $j$ ,  $R$  es el valor de la rareza de un TreMs,  $D$  es el valor del tiempo que tarda un microhábitat en desarrollarse o estar disponible, y  $S$  es la puntuación de tamaño (tamaño físico de un TreMs) dentro de un tipo de TreMs. El resultado  $H_i$  se expresa entonces en "puntos de hábitat". El valor  $R$  se asignó contando la frecuencia de cada tipo de TreMs y luego cambiando la escala del resultado de uno a cinco, donde uno es la rareza mínima, y cinco es la rareza máxima.

Simulamos cuatro escenarios de corta para comparar sus efectos sobre el área basal y la distribución de árboles, junto con el valor económico y el valor del hábitat (Figura 1). Se usaron dos criterios para definir las cortas (Tabla 1): la posición relativa de los árboles en las clases de copa (codominante o suprimida) y el valor de hábitat del árbol (cualquier valor de hábitat o valor bajo). Esos criterios se aplicaron a nivel de subparcela, lo que significa que cada simulación de corta se implementó individualmente para cada una de las 16 subparcelas. El porcentaje de área basal eliminada fue el  $30\% \pm 1\%$  del total por los cuatro escenarios. Usamos cinco árboles como un número mínimo razonable para la conservación de cada especie de árbol. En consecuencia, cada simulación salvó al menos a cinco individuos de cada especie de árbol. También excluimos todas las especies amenazadas y en peligro de extinción, según la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (IUCN 2019).

#### 4. Resultados

El inventario reveló 805 árboles con un DBH de 7 cm o más. La especie arbórea con mayor DBH fue *Liquidambar formosana* (50,4 cm), seguida por *Pinus massoniana* (47 cm). El volumen total de madera en la parcela se estimó en 89,2  $m^3$ , que al dividirlo por el número de árboles dio un volumen de madera promedio de 0,11  $m^3$  por árbol. La cantidad de madera evaluable fue de 48,2  $m^3$ . La única especie de árbol en peligro de extinción o vulnerable encontrada en el marteloscopio fue *Erythrophleum fordii* (IUCN 2019), que tenía 5 individuos. Todas las demás especies se clasifican en las categorías de "preocupación menor" o "datos insuficientes".

Se encontraron un total de 4755 TreMs de diversos tipos. Los tipos de TreMs más abundantes fueron las criptógamas y fanerógamas epífitas y parásitas, con 2079 registrados por un 52% de los TreMs totales.

Se identificaron 360 árboles con valor económico asociado, que representan el 45% del total de árboles (805) en el marteloscopio. Sin embargo, la ocurrencia fue baja para muchas de esas especies, lo que las hace no cosechables desde una perspectiva de sostenibilidad o conservación. Si solo hay uno o dos árboles de una especie, asumimos que cortarlos puede reducir significativamente sus posibilidades de reproducción.

En el momento de la toma de datos, el valor económico estimado de los árboles para el marteloscopio era de 3219 USD, el área basal total era de 14,75 m<sup>2</sup> y el valor total del hábitat era de 189'360 puntos de hábitat. Observamos una gran diferencia en el valor del hábitat eliminado entre S1 y S2, lo que refleja la variación tanto en la cantidad como en la calidad de los TreMs eliminados (Figura 2). El valor económico extraído en S2 fue mayor que en S1, aunque el volumen de madera fue el mismo (23 m<sup>3</sup>). También fue significativa la diferencia entre el número de árboles eliminados en S1 y S2, que ascendió a 324 y 288 árboles, respectivamente. La diferencia entre los dos criterios también fue visible en S3 y S4, donde el número de árboles cortados fue mayor en S4 que en S3. En S4, el valor del hábitat eliminado fue mucho más bajo que en S3, y el valor económico en S4 fue cercano al de S2. El mayor valor económico eliminado ocurrió en S3, pero no se observaron grandes diferencias entre los 4 escenarios, donde los ingresos oscilaron entre 500 y 600 USD.

En la Figura 1, es posible apreciar la distribución espacial de los árboles cortados en los diferentes escenarios, en comparación con la situación actual. También podemos ver que los árboles con el área basal más grande a menudo también tienen el valor económico más alto. Por ejemplo, *Pinus massoniana* son árboles muy grandes y altos con grandes cantidades de madera, lo que genera un alto valor económico. Al mismo tiempo, su valor de hábitat es bajo porque tienen pocos TreMs.

## 5. Discusión

El número de TreMs registrados en el marteloscopio (4755), es más de 6 veces superior al registrado en el estudio de Santopuoli et al. 2019 colocado en la región mediterránea (754). Otra diferencia entre los dos estudios es la categoría TreMs más abundante: en nuestro caso, el 52% de TreMs está representado por criptógamas y fanerógamas epífitas y parasitarias, mientras que en el estudio mediterráneo el 42% de TreMs está representado por cavidades. Esto evidencia las importantes diferencias entre el bosque mediterráneo y el tropical. Por ejemplo, vimos que la misma liana puede desarrollar troncos a veces más gruesos que el tronco del árbol de soporte (Jacobs 1976).

Sobre la categoría de TreMs “galerías de insectos y perforaciones”, hubo una alta presencia de termitas en la mayoría de los árboles. Lo que notamos es que esos insectos a veces hacen sus nidos como galerías a lo largo de la corteza y dentro del tronco (Yanagihara et al. 2018), lo que dificulta distinguir entre las galerías solo para insectos y las galerías de insectos más nidos de invertebrados. Además, no fue posible relacionar el estado de salud del árbol con la presencia de dichas termitas porque observamos árboles clasificados como sanos, que estaban completamente cubiertos por galerías de termitas y encontramos árboles débiles en los que la presencia de galerías de insectos era casi nula. Esto significa que el estado de salud de un árbol no solo depende de los TreMs que alberga, sino también de otros factores. Se necesita más investigación para comprender qué factores predicen el estado de salud del árbol.

Los valores económicos y del hábitat, fueron los elementos clave para evaluar esta investigación. El valor económico se calculó con base en el valor de la madera misma, sin considerar

ninguna posibilidad de costos adicionales de aprovechamiento que pudieran reducir los ingresos. Ya está muy documentado que el DBH puede predecir el valor del hábitat (Michel y Winter 2009; Vuidot et al. 2011; Regnery et al. 2013; Asbeck et al. 2019; Santopuoli et al. 2019) pero, como se puede reducir el valor económico de dichos árboles al aumentar del valor de hábitat, no está tan estudiado.

Los diferentes escenarios de corta han mostrado resultados muy diferentes: al comparar S2 y S4, vemos que los parámetros de valor de hábitat, número de árboles y valor económico son más altos en S2. El volumen de madera resultó ser el mismo entre S2 y S4 como se esperaba, porque estamos comparando la extracción de árboles dominados versus codominantes y en S4 estamos eliminando 52 árboles menos que S2. Está muy claro cómo, al incluir el criterio 2 en la selección de árboles, los TreMs eliminados después de la corta se reducen significativamente. Esto se puede apreciar tanto para las comparaciones S1 - S2 como para las comparaciones S3 - S4.

El valor de hábitat promedio de los árboles marcados dentro de cada escenario (Tabla 1) muestra que, a pesar de que el valor de hábitat eliminado más alto es el S1, esto se debe a que estamos eliminando más árboles para obtener el 30 % del área basal y, en general, el hábitat el valor aumenta ligeramente con el DBH. El factor determinante es la combinación del área basal eliminada y el criterio 1 sobre árboles dominados/codominantes.

Finalmente, recomendáramos la corta desde arriba de S4 en lugar de la corta desde abajo de S2 porque estamos eliminando 52 árboles menos, pero la misma cantidad de volumen de madera. Al mismo tiempo, el valor económico eliminado es muy similar (544 vs. 524 USD), lo que hace que S4 sea más eficiente que S2 en términos de ingresos por árbol eliminado. La diferencia en el valor del hábitat eliminado es irrisoria si tenemos en cuenta que son solo 4'500 puntos de hábitat por el total de 189'360 (2%).

Teniendo en cuenta los resultados discutidos anteriormente, este estudio demuestra que estimar el valor del hábitat de cada árbol dentro del marteloscopio es fácil. No podemos decir lo mismo de estimar el valor económico que resultó ser una tarea muy complicada. También demostramos lo fácil que es evaluar los efectos del corta sobre la biodiversidad. La comparación entre el beneficio económico y la conservación de TreMs entre los escenarios muestra una situación de ganar-ganar ya que los dos objetivos coinciden.

Al mismo tiempo, este estudio abre a otras preguntas: ¿cómo evolucionará el valor forestal en el futuro? Por ejemplo, si hoy tenemos ingresos económicos elevados, en el futuro podríamos tener madera de menor valor, lo que nos haría volver al problema original de que la gente cosechaba solo árboles de alto valor.

Sobre este estudio hay más actos en revistas y en los archivos de la Universidad de Valladolid (Segalina et al., 2020; Segalina, 2019).

## 6. Conclusiones

La política de protección forestal en Vietnam hizo que evaluar el valor económico de cada árbol fuera una tarea muy controvertida: solo el 45% del número total de árboles eran comercializables.

Entre los cuatro escenarios de corta, es evidente la contribución de los criterios de conservación de la biodiversidad en la gestión forestal haciéndonos preferir S2 y S4 en lugar de S1 y S3. Al mismo tiempo, S4 resultó ser el mejor para la conservación de la biodiversidad. El mejor escenario en términos de ingresos y eficiencia fue S3. A pesar de eso, S4 es el mejor compromiso entre el beneficio y las medidas de conservación del hábitat.

Este estudio compara el valor del hábitat y el valor económico entre diferentes simulaciones de corta, pero no puede pronosticar la respuesta del bosque. Un mayor conocimiento sobre qué especies de árboles tendrían más posibilidades de crecer después de las intervenciones prescritas, permitiría mejorar nuestra comprensión de este vasto ecosistema, definiendo instrucciones más precisas para la intervención forestal.

## 7. Agradecimientos

El primer agradecimiento es para el proyecto BioEcoN y su contacto de la Universidad de Valladolid Prof. Dr. Felipe Bravo Oviedo que fueron la base para este proyecto.

Al Dr. Son Ho Ngoc Vicedecano de la facultad de Silvicultura de la universidad de Thai Nguyen que jugó un papel importante para hacer posible esta investigación.

Un agradecimiento especial para el Dr. Chung Do Hoang y el Dr. Hung Nguyen Tuan por su apoyo incondicional en la preparación de los datos de Marteloscopio y el viaje de campo.

## 8. Bibliografía

Asbeck, T.; Pyttel, P.; Frey, J.; & Bauhus, J.; 2019. Predicting abundance and diversity of tree-related microhabitats in Central European montane forests from common forest attributes. *Forest Ecology and Management*, 432, 400-408.

Chatham House; 2020. <https://www.forestgovernance.chathamhouse.org>.

International Trade Centre (ITC) 2019. Calculations based on UN Comtrade statistics. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1.

IUCN. 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1. <http://www.iucnredlist.org>

Kim Dung, N; Bush, S; Mol, A.P.J.; 2013. Administrative Co-management: The case of special-use forest conservation in Vietnam. *Environmental Management* 51: 616-630.

Kraus, D.; Schuck, A.; Krumm, F.; Bütler Sauvain, R.; Cosyns, H.; Courbaud, B.; ... Wilhelm, G.; 2018. Seeing is building better understanding-the Integrate+ Marteloscopes (No. REP\_WORK). Integrate+ Technical Paper.

Larrieu, L.; Paillet, Y.; Winter, S.; Bütler, R.; Kraus, D.; Krumm, F.; ... Vandekerkhove, K.; 2018. Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization. *Ecological Indicators*, 84, 194-207.

Meyfroidt, P.; Lambin, E.F.; 2009. Forest transition in Vietnam and displacement of deforestation abroad. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(38), 16139-16144.

Michel, A.K.; Winter, S.; 2009. Tree microhabitat structures as indicators of biodiversity in Douglas-fir forests of different stand ages and management histories in the Pacific Northwest, USA. *Forest Ecology and Management*, 257(6), 1453-1464.

Ministry of agriculture and rural development & Ministry of trade, general department of customs, Hanoi; 1995. Bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn-bộ thương mại-tổng cục hải quan.

Ministry of agriculture and rural development, Hanoi; 2000. Tên cây rừng việt nam, bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn vụ khoa học công nghệ chất lượng sản phẩm. Agriculture publishing house.

Nguyễn, T.H.; 2018. <https://www.chucmungnammoi.vn>

Pekka, O.; Thomas, R.; 2006. Innovation as a source of competitive advantage in wood products manufacturing industries. Proceedings of the 1st cost action e51 joint mc and wg meeting. 67-87.

Prime Minister of the socialist republic of Vietnam; 2007. Viet Nam forestry development strategy 2006 - 2020 (Promulgated and enclosed with the Decision No. 18/2007/QĐ-TTg, dated 5 February 2007).

Quang, N.; Ph, T.; 2005. Quang N, Ph T. 2005. Trends in forest ownership, forest resources tenure and institutional arrangements: are they contributing to better forest management and poverty reduction? The case of Viet Nam. <http://www.fao.org/forestry/10582-08d5469cf92f69afa4aa73e8843aff998.pdf>

Regnery, B.; Couvet, D.; Kubarek, L.; Julien, J.F.; Kerbiriou, C.; 2013. Tree microhabitats as indicators of bird and bat communities in Mediterranean forests. Ecological Indicators, 34. 221-230.

Santopuoli, G.; di Cristofaro, M.; Kraus, D.; Schuck, A.; Lasserre, B.; Marchetti, M.; 2019. Biodiversity conservation and wood production in a Natura 2000 Mediterranean forest. A trade-off evaluation focused on the occurrence of microhabitats. iForest 12. 76-84.

Segalina, G., 2019. Thinning operations focusing on biodiversity conservation in protected forest of northern Vietnam. Effects on habitat value and economic yield.

Segalina, G.; Dang, C.N.; Sierra de Grado, R.; 2020. Thinning scenarios to reconcile biodiversity conservation and socio-economic co-benefits in protected forest of Vietnam: Effects on habitat value and timber yield. *Asian Journal of Forestry*, 4(1).

Tan, N.Q.; 2006. Trends in forest ownership, forest resources tenure and institutional arrangements: are they contributing to better forest management and poverty reduction? case study from Vietnam. Understanding Forest Tenure in South and Southeast Asia–Forestry Policy and Institutions. 355-407.

Thi Hoan, L.; 2014. Forest resources and forestry in Vietnam. *Journal of Vietnamese Environment* 6 (2): 171-177.

United Nations; 1992. Convention on Biological Diversity.

United Nations; 2015. Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)

Vietnam, S.R.; 2007. Vietnam forestry development strategy 2006 - 2020. Development, 2020(18).

Vu, L.V.; 2009. Diversity and similarity of butterfly communities in five different habitat types at Tam Dao National Park, Vietnam. *Journal of Zoology* 277. 15-22.

Vuidot, A.; Paillet, Y.; Archaux, F.; Gosselin, F.; 2011. Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats. *Biological Conservation* 144. 441-450.

Yanagihara, S.; Suehiro, W.; Mitaka, Y.; Matsuura, K.; 2018. Age-based soldier polyethism: old termite soldiers take more risks than young soldiers. *Biology letters*, 14(3).

Tabla 1. Criterios utilizados para simular las cortas y valor de hábitat medio de los árboles eliminados.

Scenario	Criterion1	Criterion 2	Valor de habitat medio
S1	Arboles dominados	Cualquier valor de habitat	199.50
S2	Arboles dominados	Bajo valor de habitat	161.37
S3	Arboles codominantes	Cualquier valor de habitat	230.80
S4	Arboles codominantes	Bajo valor de habitat	177.86

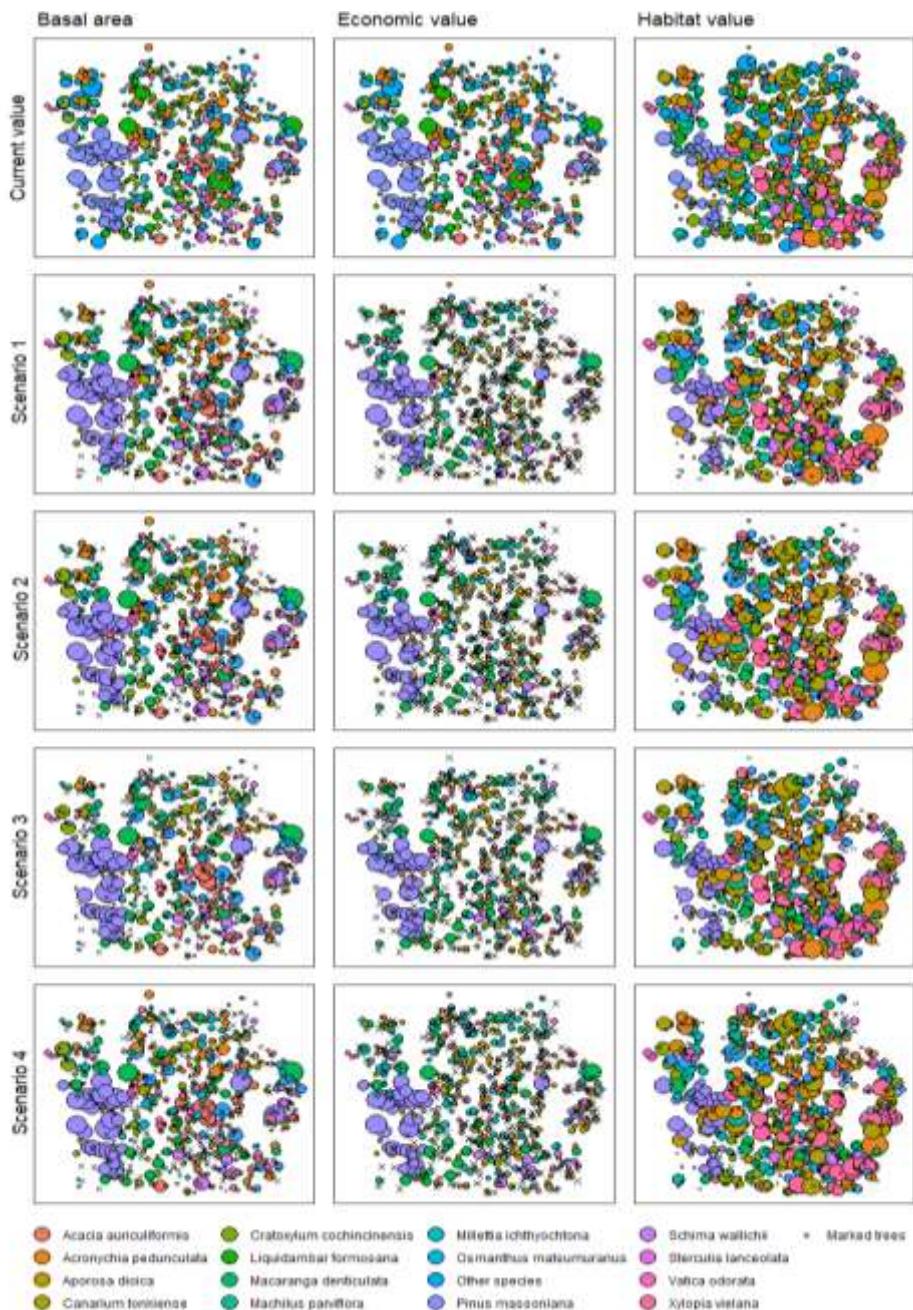


Figura 1. Escenarios de corta y distribuciones espaciales del área basal de los árboles (Basal área) ( $m^2$ ), valor económico (Economic value) (dólares americanos), y valor de hábitat (Habitat value) (puntos de hábitat). Los colores representan las 15 especies más abundantes, mientras que todas las 43 especies restantes están agrupadas bajo el nombre "Other species". Los árboles eliminados están marcados con una "x".

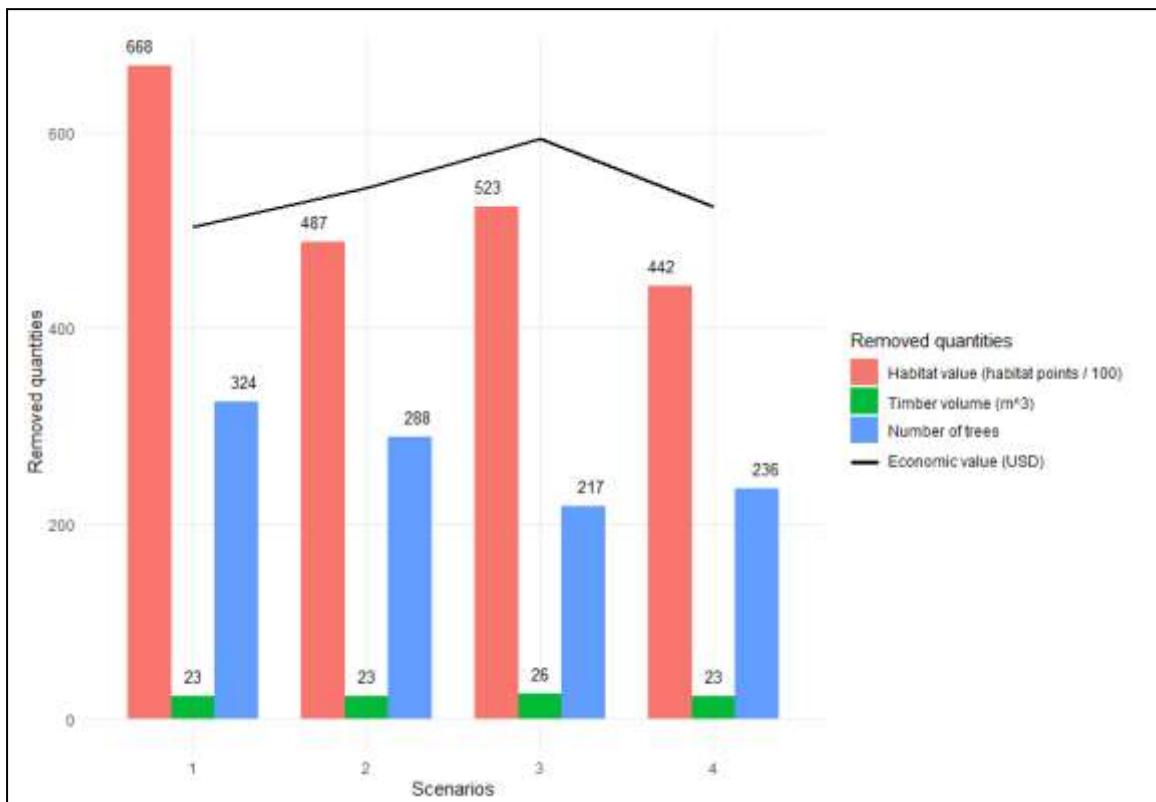


Figura 2. Comparación entre los 4 escenarios. Cantidad removida (Removed quantities) del valor de hábitat dividido por 100 (habitat value), volumen de madera (timber volume), número de árboles (number of trees), y valor económico (economic value).