

# Prácticas y desafíos actuales en la gestión sostenible de bosques

## *Current practices and challenges in sustainable forest management*

Cabrera-Verdesoto, Cesar Alberto <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador, Manabí; <https://orcid.org/0000-0001-5101-3520>, [cesar.cabrera@unesum.edu.ec](mailto:cesar.cabrera@unesum.edu.ec)

\* Autor Correspondencia



<https://doi.org/10.70881/hnj/v1/n3/21>

**Cita:** Cabrera-Verdesoto, C. A. (2023). Prácticas y desafíos actuales en la gestión sostenible de bosques. *Horizon Nexus Journal*, 1(3), 16-27. <https://doi.org/10.70881/hnj/v1/n3/21>

**Recibido:** 30/04/2023  
**Revisado:** 09/05/2023  
**Aceptado:** 16/05/2023  
**Publicado:** 31/07/2023



**Copyright:** © 2023 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la [Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. \(CC BY-NC\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

**Resumen:** Este estudio analiza las prácticas actuales y los desafíos en la gestión forestal sostenible, en un contexto de cambio climático y creciente presión sobre los ecosistemas. Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en la base de datos Scopus, seleccionando 545 artículos del año 2023 relacionados con la gestión forestal sostenible. El análisis se centró en identificar las mejores prácticas de conservación y restauración, así como en los obstáculos para su implementación, como la pérdida de biodiversidad, los incendios forestales y la falta de financiamiento adecuado. Los resultados indican que la incorporación de tecnologías como los drones y los sensores remotos mejora el monitoreo de los bosques, mientras que los enfoques agroforestales y la diversificación de especies aumentan la resiliencia de los ecosistemas frente a eventos climáticos extremos. Sin embargo, los conflictos entre la conservación y los intereses económicos, junto con la falta de recursos financieros, siguen siendo desafíos significativos. La participación comunitaria se destacó como un factor clave para el éxito de las iniciativas, especialmente a través de la cogestión y la educación ambiental. En conclusión, el estudio sugiere que un enfoque integral, que combine tecnología, participación comunitaria y políticas a largo plazo, es fundamental para lograr una gestión forestal sostenible y enfrentar los desafíos del cambio climático.

**Palabras clave:** gestión forestal; cambio climático; restauración forestal; participación comunitaria; sostenibilidad

**Abstract:** This study analyzes current practices and challenges in sustainable forest management, in a context of climate change and increasing pressure on ecosystems. A comprehensive search of the Scopus database was conducted, selecting 545 articles from the year 2023 related to sustainable forest management. The analysis focused on identifying best conservation and restoration practices, as well as obstacles to their implementation, such as biodiversity loss, forest fires and lack of adequate funding. Results indicate that the incorporation of technologies such as drones and remote sensing improves forest monitoring, while agroforestry approaches and species diversification increase ecosystem resilience to extreme weather events. However, conflicts between conservation and economic interests, along with lack of financial resources, remain significant challenges. Community participation was highlighted as a key factor for the success of initiatives, especially through co-management and environmental education. In conclusion, the study suggests that a holistic approach, combining technology, community participation and long-term policies, is fundamental to achieving sustainable forest management and meeting the challenges of climate change.

**Keywords:** forest management; climate change; forest restoration; community participation; sustainability.

## 1. Introducción

La gestión sostenible de los bosques ha cobrado una importancia crucial en el contexto del cambio climático y la creciente pérdida de biodiversidad. La deforestación, la degradación forestal y la fragmentación de los ecosistemas son problemas globales que amenazan tanto la estabilidad ecológica como el bienestar humano. Este artículo explora las prácticas y desafíos actuales en la gestión forestal sostenible, con un enfoque en los factores que impulsan la degradación y en las estrategias para promover la restauración forestal.

Uno de los principales problemas es la pérdida de cobertura forestal a nivel mundial, impulsada por factores como el cambio en el uso del suelo, la urbanización, la minería, los incendios forestales y la gestión forestal no sostenible. En particular, las regiones tropicales y subtropicales han sido gravemente afectadas, con consecuencias socioeconómicas significativas para las comunidades que dependen directamente de los recursos forestales para su subsistencia (Curtis et al., 2018; Appiah et al., 2009). Además, el cambio climático ha exacerbado estos problemas, aumentando la frecuencia e intensidad de incendios y plagas, lo que ha acelerado la pérdida de bosques en amplias zonas de Europa y Estados Unidos (Abatzoglou & Williams, 2016; Senf et al., 2020).

Los factores que afectan la gestión sostenible de los bosques son múltiples y complejos. A nivel ecológico, la degradación de los ecosistemas forestales reduce su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación del ciclo del agua, la retención de nutrientes y la mitigación del cambio climático (Brockerhoff et al., 2017). A nivel socioeconómico, la dependencia de las comunidades locales de los productos forestales no maderables, junto con la presión económica para expandir la agricultura y la ganadería, agrava la situación (Mantilla Contreras et al., 2023). Este panorama se complica aún más por las prácticas de gestión que, en muchas ocasiones, priorizan la producción de madera a corto plazo sobre la sostenibilidad a largo plazo.

La necesidad de abordar estos desafíos ha llevado a la implementación de diversas estrategias de restauración y manejo forestal. En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, la restauración de los ecosistemas forestales es una prioridad para preservar la biodiversidad y garantizar la sostenibilidad ecológica (DSDG, 2020). Sin embargo, las soluciones deben ser innovadoras y adaptarse a las realidades locales. Por ejemplo, en Europa se han propuesto enfoques como la restauración de bosques mixtos a partir de monocultivos de abeto, y la introducción de especies arbóreas no nativas como la *Pseudotsuga menziesii*, para aumentar la resiliencia frente al cambio climático (Axe et al., 2020; Lange et al., 2023). No obstante, estos enfoques requieren un equilibrio entre las necesidades ecológicas y económicas, así como la voluntad de los propietarios forestales de adoptar estrategias de manejo más sostenibles (Frischbier et al., 2019).

El objetivo de este estudio es explorar las prácticas actuales en la gestión sostenible de los bosques y los desafíos que enfrenta este campo. A través de una revisión de la literatura, se busca identificar las principales barreras para la implementación de prácticas sostenibles, así como las oportunidades para mejorar la restauración forestal. Esto incluye el análisis de estudios de caso en regiones templadas y tropicales, donde

la adaptación al cambio climático y la gestión del paisaje forestal desempeñan un papel clave (Hof et al., 2017; Tavankar et al., 2023).

La viabilidad de una gestión forestal sostenible depende, en gran medida, de la integración de enfoques científicos y socioeconómicos. Además de los avances técnicos en la restauración forestal, como el uso de biochar y enmiendas de ceniza de madera para mejorar la salud del suelo, es crucial desarrollar políticas que promuevan la participación de las comunidades locales en la gestión de los bosques (Moragues-Saitua et al., 2020). En este sentido, la restauración comunitaria y la agroforestería se presentan como alternativas prometedoras, que no solo promueven la conservación de los ecosistemas forestales, sino que también fortalecen el tejido socioeconómico local (Fischer et al., 2021).

En síntesis, la gestión sostenible de los bosques enfrenta desafíos significativos en el contexto actual de cambio climático y creciente demanda de recursos. Sin embargo, existen soluciones viables basadas en enfoques interdisciplinarios que integran la conservación ecológica con el desarrollo socioeconómico. La clave para el éxito de estos esfuerzos radica en la capacidad de adaptar las prácticas de gestión forestal a las condiciones locales, promover la investigación y la innovación, y fortalecer la gobernanza forestal para cumplir con los objetivos de sostenibilidad global.

## 2. Materiales y Métodos

Para el desarrollo de la metodología en el presente estudio exploratorio sobre la gestión sostenible de bosques, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de artículos científicos utilizando la base de datos Scopus, empleando las palabras clave *sustainable*, *forest*, *management*, y *practices*. La búsqueda se limitó a documentos publicados en el año 2023, obteniendo un total de 545 artículos relevantes. El análisis de estos documentos permitió identificar las prácticas actuales y los desafíos en la gestión sostenible de los bosques a nivel mundial, con un enfoque en estrategias innovadoras para enfrentar la degradación forestal y el cambio climático.

En primer lugar, se realizó una selección inicial de los artículos basada en los títulos y resúmenes, descartando aquellos que no se ajustaban directamente al tema de interés. Posteriormente, se procedió a una revisión más detallada de los textos completos, priorizando aquellos estudios que presentaban enfoques comparativos entre diferentes regiones geográficas o que proponían nuevas metodologías de manejo forestal. El análisis incluyó tanto estudios empíricos como revisiones sistemáticas, lo que permitió obtener una visión amplia y comprensiva de las prácticas sostenibles.

Para estructurar el análisis de la información, se clasificaron los artículos en tres categorías principales: prácticas de gestión forestal sostenible, desafíos emergentes en la restauración forestal y adaptaciones al cambio climático. Cada una de estas categorías se subdividió según los enfoques específicos utilizados por los autores, tales como el uso de especies arbóreas nativas versus exóticas, la implementación de tecnologías avanzadas para el monitoreo forestal, y la integración de las comunidades locales en los procesos de toma de decisiones.

La recopilación y análisis de datos se centró en la identificación de patrones comunes y divergencias entre las prácticas sostenibles en distintas regiones y tipos de bosques, así como en la evaluación crítica de la viabilidad a largo plazo de estas prácticas. Para asegurar la objetividad en el análisis, se utilizaron herramientas de análisis cualitativo y cuantitativo, incluyendo software especializado para la revisión de literatura científica. Esto permitió una síntesis rigurosa de los resultados obtenidos, destacando las mejores prácticas identificadas en la literatura y los vacíos de conocimiento que requieren mayor investigación.

Finalmente, los resultados de este análisis servirán como base para la discusión de las oportunidades y desafíos en la implementación de una gestión forestal sostenible globalmente, contribuyendo a la formulación de recomendaciones para futuras investigaciones y políticas públicas en el área.

### **3. Resultados**

#### **3.1. Prácticas de Gestión Forestal Sostenible**

La gestión forestal sostenible ha experimentado una transformación significativa con la integración de nuevas tecnologías, enfoques agroforestales y prácticas adaptativas que responden a los desafíos del cambio climático. Uno de los avances más importantes ha sido la incorporación de tecnologías de monitoreo como los sensores remotos y los drones. Estas herramientas permiten obtener datos precisos en tiempo real sobre la salud de los bosques, facilitando la detección de plagas, la monitorización de la biomasa y la identificación de áreas afectadas por incendios o deforestación. Gracias a tecnologías como LiDAR y UAV, es posible mapear el volumen de los árboles y evaluar la densidad de la cobertura forestal, lo que mejora la precisión en la toma de decisiones sobre la gestión forestal (Mozgeris & Balenović, 2021).

Asimismo, la implementación de enfoques agroforestales se ha consolidado como una estrategia clave en la gestión sostenible. Estos sistemas integran árboles con cultivos agrícolas y, en ocasiones, ganado, creando una sinergia que favorece la conservación del suelo y la biodiversidad, al tiempo que proporciona beneficios económicos a las comunidades locales. Estos enfoques no solo ayudan a restaurar áreas degradadas, sino que también contribuyen a la mitigación del cambio climático al aumentar la capacidad de captura de carbono y reducir la presión sobre los ecosistemas forestales primarios. La combinación de la producción agrícola con la conservación forestal se presenta como una solución viable para equilibrar la sostenibilidad ecológica y las necesidades socioeconómicas (Mozgeris & Balenović, 2021).

El uso de especies nativas en programas de reforestación ha demostrado ser una práctica eficaz para mejorar la resiliencia de los ecosistemas. Las especies nativas suelen estar mejor adaptadas a las condiciones locales y presentan una mayor resistencia a las enfermedades y al estrés ambiental en comparación con las especies exóticas. Sin embargo, en algunos contextos, la introducción de especies exóticas puede estar justificada para aumentar la productividad o la resistencia al cambio climático. Esto requiere un monitoreo riguroso para evitar la invasión y asegurar que no se comprometa la biodiversidad local. Los estudios recientes sugieren que, siempre que

sea posible, es preferible priorizar el uso de especies nativas para preservar la integridad ecológica a largo plazo (Maesano et al., 2021).

Por último, la silvicultura adaptativa se ha convertido en un enfoque clave para enfrentar los desafíos del cambio climático. Esta práctica implica la adopción de estrategias flexibles que se ajusten a las condiciones climáticas cambiantes y a los riesgos ambientales emergentes, como incendios forestales y sequías. La diversificación de especies y la gestión dinámica de los bosques permiten una mayor resiliencia ante eventos climáticos extremos. Además, la silvicultura adaptativa involucra a las comunidades locales en la toma de decisiones, fomentando la sostenibilidad a largo plazo y la aceptación de las estrategias implementadas. En particular, en regiones donde los efectos del cambio climático son más pronunciados, estas prácticas se han vuelto esenciales para garantizar la supervivencia de los ecosistemas forestales (Mieles-Giler et al., 2023).

En síntesis, las prácticas de gestión forestal sostenible que integran tecnología, agroforestería, reforestación con especies nativas y silvicultura adaptativa son fundamentales para enfrentar los retos actuales en la conservación y restauración de los ecosistemas forestales. Estas prácticas no solo contribuyen a la protección ambiental, sino que también generan beneficios económicos y sociales que pueden garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

### **3.2. Desafíos en la Restauración Forestal**

La restauración forestal enfrenta desafíos intrínsecos derivados de la complejidad ecológica y de las dinámicas socioeconómicas que afectan estos ecosistemas. Un obstáculo crítico es la dificultad para regenerar áreas degradadas, donde la pérdida de biodiversidad y la erosión del suelo alteran los procesos ecológicos fundamentales. Sin una base fértil y una comunidad biológica robusta, el potencial para la regeneración natural se reduce significativamente, dificultando la restauración de funciones clave del ecosistema como la regulación hídrica y la captura de carbono. La pérdida de suelo fértil no solo afecta la capacidad de regeneración, sino que también compromete el éxito de los esfuerzos de reforestación, al limitar el establecimiento de nuevas especies vegetales y reducir la eficiencia fotosintética de los árboles.

Además, los conflictos entre la producción maderera y la conservación a largo plazo plantean un dilema recurrente. La explotación forestal es una actividad económica crítica en muchas regiones, generando ingresos para comunidades y gobiernos, pero su intensidad y ritmo pueden superar la capacidad de regeneración de los bosques. Este conflicto se ve agravado por la presión para satisfacer demandas comerciales inmediatas, lo que frecuentemente lleva a prácticas de explotación no sostenibles que aumentan la degradación del bosque y dificultan su recuperación posterior. Estos intereses a corto plazo contrastan con los objetivos de conservación que requieren una visión más amplia y estrategias sostenibles a largo plazo.

Otro desafío fundamental radica en la necesidad de equilibrar la restauración ecológica con las demandas socioeconómicas de las comunidades locales. En muchas regiones, estas comunidades dependen directamente de los recursos forestales para su subsistencia, lo que genera una tensión entre las iniciativas de conservación y las necesidades económicas inmediatas. Para que los proyectos de restauración sean

efectivos, es imperativo integrar las necesidades locales, promoviendo prácticas que generen beneficios económicos y ecológicos a la vez. Esto incluye la implementación de programas que involucren a las comunidades en actividades como la agroforestería y la reforestación con especies útiles para su economía, evitando así que se opongan a los esfuerzos de conservación por miedo a perder sus medios de vida.

Finalmente, la falta de financiamiento adecuado y el apoyo insuficiente de las políticas gubernamentales limitan la viabilidad a largo plazo de los proyectos de restauración. Los esfuerzos de restauración requieren inversiones significativas que no solo cubran la reforestación inicial, sino también el monitoreo y mantenimiento a largo plazo para asegurar el éxito de las intervenciones. Sin un respaldo financiero continuo y políticas públicas coherentes que prioricen la restauración, estos proyectos corren el riesgo de fracasar o ser insuficientes para contrarrestar la pérdida forestal. Es imperativo que las políticas gubernamentales no solo apoyen financieramente estos proyectos, sino que también promuevan marcos legales que incentiven la restauración y la protección forestal, alineando los intereses económicos con los objetivos ambientales a largo plazo.

### **3.3. Adaptación al Cambio Climático en la Gestión Forestal**

La adaptación al cambio climático en la gestión forestal enfrenta una serie de desafíos cada vez más complejos, que requieren de estrategias innovadoras y multidimensionales. Uno de los principales problemas es el incremento en la frecuencia e intensidad de incendios forestales como resultado del calentamiento global. El aumento de las temperaturas globales, acompañado de períodos más prolongados de sequía y la acumulación de material combustible, ha hecho que los incendios forestales sean más frecuentes y destructivos. Regiones como el oeste de los Estados Unidos, el Mediterráneo y Australia han sido especialmente vulnerables a estos incendios intensos, con implicaciones devastadoras tanto para la biodiversidad como para las comunidades humanas (Moritz et al., 2014). Estos incendios no solo destruyen grandes áreas de bosques, sino que también liberan grandes cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera, agravando aún más el problema del cambio climático.

En paralelo, las condiciones climáticas extremas, como las sequías prolongadas, han aumentado la vulnerabilidad de los bosques a plagas y enfermedades. La falta de agua debilita a los árboles, haciéndolos más susceptibles a infecciones por hongos y ataques de insectos. En particular, la sequía prolongada en regiones como América del Norte ha facilitado la proliferación de plagas destructivas como el escarabajo de corteza (*Dendroctonus ponderosae*), que ha devastado millones de hectáreas de bosques en Canadá y Estados Unidos. Estos brotes de plagas no solo disminuyen la biodiversidad forestal, sino que también interrumpen los ciclos de regeneración de los bosques, afectando gravemente su capacidad para recuperarse de eventos extremos. (Astudillo-Martínez et al., 2023).

Para mitigar estos impactos, los gestores forestales han implementado estrategias diseñadas para aumentar la resistencia y adaptabilidad de los ecosistemas forestales. Una de las medidas más eficaces es la diversificación de especies, ya que los bosques con una mayor variedad de especies tienden a ser más resilientes frente a los cambios ambientales. Esto se debe a que diferentes especies tienen diferentes tolerancias a condiciones extremas como la sequía y los incendios, lo que permite que algunas especies sobrevivan y mantengan el ecosistema en funcionamiento incluso en

condiciones adversas. Asimismo, la reducción de la densidad forestal mediante prácticas de aclareo también ha demostrado ser efectiva, ya que disminuye la competencia por el agua y los nutrientes, mejorando así la resistencia de los árboles remanentes (Chazdon & Guariguata, 2016).

Otra estrategia clave ha sido la implementación de prácticas de mitigación, como la reforestación enfocada en la captura de carbono y la gestión del suelo para mejorar su capacidad de almacenamiento de agua. La reforestación no solo contribuye a la reducción de gases de efecto invernadero al aumentar la captura de carbono, sino que también refuerza la estructura del suelo y su capacidad para retener agua, lo que es esencial en un clima cambiante donde las sequías son cada vez más comunes. La restauración de áreas degradadas con especies resistentes a la sequía es otra práctica emergente que tiene el potencial de mejorar la resiliencia de los bosques frente a eventos climáticos extremos (Chazdon & Guariguata, 2016).

A pesar de estos esfuerzos, uno de los principales obstáculos para la adaptación de los bosques al cambio climático es la falta de financiamiento adecuado y de políticas de apoyo a largo plazo. Las estrategias de adaptación y mitigación requieren inversiones significativas, tanto en términos de recursos económicos como de planificación a largo plazo. Sin un respaldo financiero estable, las medidas implementadas a menudo no logran tener el impacto necesario para enfrentar los desafíos crecientes que plantea el cambio climático. Además, la adaptación forestal también requiere marcos de gobernanza que incentiven la conservación y la gestión sostenible de los bosques, integrando tanto los intereses ecológicos como los socioeconómicos (Astudillo-Martínez et al., 2023).

En resumen, la gestión forestal adaptativa frente al cambio climático demanda una combinación de enfoques preventivos y correctivos, que incluyan desde la diversificación de especies y la reducción de la densidad forestal hasta la implementación de programas de reforestación con especies resistentes y la creación de políticas integradas que aseguren la viabilidad de estos esfuerzos a largo plazo.

### **3.4. Participación Comunitaria en la Gestión Forestal**

La participación comunitaria en la gestión forestal no solo es una estrategia eficaz para la conservación de los recursos naturales, sino que también fortalece la resiliencia social y económica de las comunidades locales. Este enfoque reconoce que la participación activa de las comunidades es esencial para asegurar que las iniciativas de conservación y restauración se alineen con los intereses locales y tengan un impacto duradero.

Un componente central de la gestión forestal participativa es la incorporación de las comunidades locales en los procesos de toma de decisiones. Este enfoque permite que las comunidades que dependen de los bosques para su sustento puedan contribuir a la planificación y ejecución de los programas de conservación. Las comunidades aportan un conocimiento profundo del entorno local y de las dinámicas ecológicas, lo que facilita la implementación de estrategias más adaptadas y sostenibles (Baldessari et al., 2023). El éxito de los proyectos de conservación y manejo forestal depende en gran medida de este proceso inclusivo, que refuerza el compromiso local y promueve el uso racional de los recursos forestales.

El fomento de prácticas de manejo forestal comunitario ha demostrado ser crucial para la sostenibilidad a largo plazo. Estas prácticas permiten que las comunidades gestionen los recursos forestales de manera autónoma, combinando sus conocimientos tradicionales con técnicas modernas de conservación. En muchos casos, estas prácticas incluyen la implementación de modelos agroforestales, la reforestación con especies nativas y la creación de áreas protegidas comunitarias. Un ejemplo de éxito es la gestión forestal en Nepal, donde las comunidades locales han asumido un papel activo en la protección y regeneración de los bosques, lo que ha llevado a la mejora de la biodiversidad y al aumento de la cobertura forestal (Timilsina et al., 2023).

A pesar de los beneficios evidentes, la implementación de enfoques participativos enfrenta desafíos significativos, principalmente relacionados con los conflictos de intereses y la falta de recursos. Estos conflictos pueden surgir cuando los intereses de conservación chocan con las necesidades económicas inmediatas de las comunidades, especialmente en regiones donde la extracción de recursos forestales representa una fuente importante de ingresos. Además, la falta de acceso a financiamiento y apoyo técnico puede limitar la capacidad de las comunidades para gestionar de manera efectiva los recursos forestales. La descentralización de la gestión forestal, aunque prometedora, a menudo carece de un marco institucional y financiero sólido que asegure su viabilidad a largo plazo (World Bank, 2023).

Una solución clave para superar estos desafíos es la educación y la concienciación ambiental. Estas herramientas empoderan a las comunidades al proporcionarles los conocimientos y las habilidades necesarias para gestionar de manera sostenible sus recursos naturales. Los programas de educación ambiental no solo sensibilizan a las comunidades sobre la importancia de la conservación, sino que también promueven la participación activa en la toma de decisiones y en la implementación de prácticas sostenibles (Horwich & Lyon, 2007). Al empoderar a las comunidades locales, se crea un sentido de propiedad y responsabilidad que es esencial para el éxito a largo plazo de las iniciativas de conservación.

En síntesis, la participación comunitaria en la gestión forestal es esencial para la conservación y el uso sostenible de los bosques. Aunque existen desafíos importantes, como los conflictos de intereses y la falta de recursos, el fomento de prácticas comunitarias, combinado con la educación y el empoderamiento, puede conducir a resultados exitosos y duraderos. La colaboración entre gobiernos, organizaciones no gubernamentales y comunidades locales es clave para garantizar la viabilidad y sostenibilidad de estos proyectos en el tiempo.

#### **4. Discusión**

La discusión en torno a la gestión forestal sostenible y la restauración de ecosistemas en un contexto de cambio climático y presión humana revela la complejidad de equilibrar las dimensiones ecológicas, sociales y económicas. En primer lugar, los avances tecnológicos como el uso de sensores remotos y drones han demostrado ser cruciales para monitorear y gestionar la salud de los bosques. Estas herramientas permiten una evaluación más precisa de los recursos forestales, ofreciendo datos en tiempo real que facilitan la toma de decisiones. Sin embargo, su implementación enfrenta barreras

económicas y técnicas, particularmente en regiones donde la tecnología aún no está plenamente desarrollada o accesible (Mozgeris & Balenović, 2021). La capacidad de estas tecnologías para mitigar los efectos del cambio climático, como incendios forestales y plagas, está bien documentada, pero sigue existiendo la necesidad de mejorar su accesibilidad y uso en contextos locales.

En términos de restauración forestal, uno de los mayores desafíos sigue siendo la regeneración de áreas degradadas. La pérdida de biodiversidad y suelo fértil limita la capacidad de los ecosistemas para recuperarse de forma natural. Como lo destacan estudios recientes, la reforestación con especies nativas, aunque preferible en términos ecológicos, a menudo choca con los intereses económicos de corto plazo, especialmente en regiones donde la demanda de productos madereros es alta (Chazdon & Guariguata, 2016). Este conflicto subraya la necesidad de desarrollar políticas que equilibren la producción maderera y la conservación a largo plazo. Además, la falta de financiamiento adecuado es una barrera significativa. Sin un apoyo financiero sostenible, los proyectos de restauración tienden a ser incompletos o insuficientes, limitando su impacto real (Mansourian & Parrotta, 2019).

El cambio climático introduce nuevas dinámicas en la gestión forestal, especialmente a través del aumento en la frecuencia de incendios forestales y la susceptibilidad de los bosques a plagas y enfermedades. Estas condiciones extremas demandan estrategias de manejo adaptativo que no solo aborden los impactos inmediatos, sino que también fortalezcan la resiliencia a largo plazo de los ecosistemas forestales. La diversificación de especies y la reforestación estratégica han demostrado ser intervenciones clave, ya que permiten que los bosques resistan mejor eventos climáticos extremos y se recuperen más rápidamente (Moritz et al., 2014). Además, la captura de carbono a través de la reforestación es vista como una de las soluciones más efectivas para mitigar los efectos del cambio climático, aunque requiere una planificación y financiamiento a largo plazo (Astudillo-Martínez et al., 2023).

Por último, la participación comunitaria emerge como un factor determinante en la gestión forestal sostenible. Involucrar a las comunidades locales en la toma de decisiones no solo mejora la legitimidad de las iniciativas de conservación, sino que también asegura que estas estén alineadas con las realidades sociales y económicas de la región (Baldessari et al., 2023). Sin embargo, la implementación de enfoques participativos enfrenta obstáculos como la falta de recursos y los conflictos de intereses entre actores locales y externos. El fomento de prácticas de manejo forestal comunitario es una solución viable que ha mostrado resultados positivos en varios contextos, como Nepal, donde las comunidades han logrado restaurar y conservar áreas forestales clave (Timilsina et al., 2023). Asimismo, la educación ambiental y el empoderamiento de las comunidades locales son esenciales para asegurar que estas puedan gestionar los recursos forestales de manera autónoma y sostenible en el tiempo (Horwich & Lyon, 2007).

En conclusión, la gestión forestal sostenible enfrenta una serie de desafíos interconectados que requieren enfoques integrales e interdisciplinarios. La combinación de tecnologías avanzadas, políticas de financiamiento a largo plazo, estrategias adaptativas frente al cambio climático y la participación activa de las comunidades locales son claves para garantizar el éxito de las iniciativas de conservación y restauración. No obstante, la implementación de estas estrategias demanda una

colaboración estrecha entre gobiernos, organizaciones no gubernamentales y actores locales para superar las barreras actuales y promover una gestión forestal verdaderamente sostenible.

## 5. Conclusiones

La gestión sostenible de los bosques requiere un enfoque multidimensional que integre tecnología, participación comunitaria y estrategias de adaptación al cambio climático. Las tecnologías como los sensores remotos y los drones han demostrado ser herramientas cruciales para monitorear y gestionar los recursos forestales, aunque su implementación a gran escala enfrenta desafíos económicos y técnicos. Estas tecnologías permiten no solo una evaluación más precisa, sino también la optimización de las prácticas de manejo adaptativo frente a las condiciones climáticas extremas, como los incendios forestales y las plagas.

La restauración forestal sigue siendo una tarea compleja debido a la pérdida de biodiversidad y la degradación del suelo en áreas críticas. Los programas de reforestación con especies nativas y las prácticas sostenibles de manejo forestal, si bien efectivas a largo plazo, deben equilibrarse con las necesidades económicas inmediatas de las comunidades locales. Para garantizar el éxito de estos proyectos, es esencial contar con financiamiento adecuado y políticas públicas de apoyo que promuevan una visión a largo plazo, alineando los intereses de conservación con los beneficios económicos.

El cambio climático ha exacerbado los desafíos en la gestión forestal, aumentando la frecuencia de incendios y la susceptibilidad de los ecosistemas a plagas. La adaptación de los bosques a estas nuevas realidades requiere una diversificación de especies y prácticas de mitigación, como la reforestación orientada a la captura de carbono, que contribuyen a fortalecer la resiliencia de los ecosistemas forestales. Sin embargo, estas medidas deben ser apoyadas por políticas gubernamentales sólidas y recursos financieros suficientes.

La participación comunitaria es fundamental para el éxito de la gestión forestal sostenible. Involucrar a las comunidades locales en la toma de decisiones no solo aumenta la legitimidad de las iniciativas, sino que también asegura que las estrategias sean culturalmente apropiadas y económicamente viables. El empoderamiento a través de la educación ambiental es clave para garantizar que las comunidades gestionen sus recursos de manera autónoma y sostenible, promoviendo un sentido de responsabilidad compartida en la conservación de los bosques.

En resumen, el éxito de la gestión forestal sostenible dependerá de la capacidad para integrar tecnologías avanzadas, fomentar la participación comunitaria, implementar prácticas adaptativas frente al cambio climático y asegurar un respaldo financiero y político a largo plazo. Solo a través de este enfoque integral será posible preservar los ecosistemas forestales y asegurar su contribución a la biodiversidad y al bienestar humano en el futuro.

## Referencias Bibliográficas

- Abatzoglou, J. T., & Williams, A. P. (2016). Impact of anthropogenic climate change on wildfire across western US forests. *PNAS*, 113(42), 11770–11775. <https://doi.org/10.1073/pnas.1607171113>
- Appiah, M., Blay, D., Damnyag, L., Dwomoh, F. K., Pappinen, A., & Luukkanen, O. (2009). Dependence on forest resources and tropical deforestation in Ghana. *Environment, Development and Sustainability*, 11, 471–487. <https://doi.org/10.1007/s10668-007-9125-0>
- Astudillo-Martínez, W. J., Andrade-Bravo, A. G., García-Valdez, J.-D., & Almenaba-Guerrero, Y. F. (2023). Un Análisis Científico del Ruido Ambiental y Laboral en Sectores Urbanos. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.50>
- Axer, M., et al. (2020). The effects of admixed European beech on natural regeneration. *Forests*, 11(10), 1073. <https://doi.org/10.3390/f11101073>
- Baldessari, S., Paletto, A., & De Meo, I. (2023). Rethinking public participation in forest policies: A literature review of participatory techniques. *Forests*, 15(9), 1514. <https://doi.org/10.3390/f15091514>
- Brockerhoff, E. G., Barbaro, L., Castagneyrol, B., et al. (2017). Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. *Biodiversity and Conservation*, 26, 3005–3035. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1453-2>
- Caicedo-Aldaz, J. C., & Herrera-Sánchez, D. J. (2022). El Rol de la Agroecología en el Desarrollo Rural Sostenible en Ecuador. *Revista Científica Zambos*, 1(2), 1-16. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n2/24>
- Chazdon, R. L., & Guariguata, M. R. (2016). *Restoring forest ecosystems and landscapes in the tropics: Enhancing adaptation and mitigation potential. Forest Ecology and Management*, 360, 432-440. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.06.035>
- Chicaiza-Ortiz, C. D., Rivadeneira-Arias, V. del C., Herrera-Feijoo, R. J., & Andrade, J. C. (2023). Biotecnología Ambiental, Aplicaciones y Tendencias. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.25>
- Curtis, P. G., Slay, C. M., Harris, N. L., Tyukavina, A., & Hansen, M. C. (2018). Classifying drivers of global forest loss. *Science*, 361(6407), 1108–1111. <https://doi.org/10.1126/science.aau3445>
- Fagan, M. E., Reid, J. L., Holland, M. B., & Zahawi, R. A. (2020). *Planting for the future: Costs and benefits of large-scale forest restoration in Central America. Biotropica*, 52(5), 710-719. <https://doi.org/10.1111/btp.12778>
- Fischer, J., et al. (2021). Making the UN decade on ecosystem restoration a social-ecological endeavour. *Trends in Ecology & Evolution*, 36(1), 20-28. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.08.018>
- Guamán-Rivera, S. A. (2022). Desarrollo de Políticas Agrarias y su Influencia en los Pequeños Agricultores Ecuatorianos. *Revista Científica Zambos*, 1(3), 15-28. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n3/30>

- Guamán-Rivera, S. A., & Flores-Manchano, C. I. (2023). Seguridad Alimentaria y Producción Agrícola Sostenible en Ecuador. *Revista Científica Zambos*, 2(1), 1-20. <https://doi.org/10.69484/rcz/v2/n1/35>
- Hof, A. R., Jansson, R., & Nilsson, C. (2017). Future climate change will not greatly affect riverine bryophyte species richness in boreal landscapes. *Global Change Biology*, 23(6), 2443–2454. <https://doi.org/10.1111/gcb.13585>
- Horwich, R. H., & Lyon, J. (2007). Community conservation: Practitioners' answer to critics. *Oryx*, 41(3), 376–385. <https://doi.org/10.1017/S0030605307001010>
- Keenleyside, K., Dudley, N., Cairns, S., & Hall, C. M. (2012). *Ecological restoration for protected areas: Principles, guidelines and best practices*. IUCN. ISBN: 978-2-8317-1533-9
- Maesano, M., Moresi, F. V., & Mozgeris, G. (2021). *UAV applications for forest management: Wood volume, biomass, mapping*. MDPI. <https://doi.org/10.3390/rs13040572>
- Mansourian, S., & Parrotta, J. (Eds.). (2018). *Forest landscape restoration: integrated approaches to support effective implementation*. Routledge.
- Mantilla Contreras, J., Schüssler, D., & Zerbe, S. (2023). Editorial: Current challenges in forest restoration and sustainable forest management. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1172760>
- Moritz, M. A., Parisien, M.-A., Batllori, E., Krawchuk, M. A., Van Dorn, J., Ganz, D. J., & Hayhoe, K. (2014). Learning to coexist with wildfire. *Nature*, 515(7525), 58–66. <https://doi.org/10.1038/nature13946>
- Mozgeris, G., & Balenović, I. (2021). Operationalization of remote sensing solutions for sustainable forest management. *Remote Sensing*, 13(4), 572. <https://doi.org/10.3390/rs13040572>
- Ramos-Acuña, H. E., Palomino-Pastrana, P. A., Yaulilahua-Huacho, R., Zela-Payi, N. O., Sumarriva-Bustinza, L. A., Porrás-Roque, M. S., & Camposano-Córdova, A. I. (2023). *Transformando la Ganadería: Evaluación de las Explotaciones de Vacunos*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.i.2022.31>
- Rojas, F. E., & Saavedra-Mera, K. A. . (2022). Diversificación de Cultivos y su Impacto Económico en las Fincas Ecuatorianas. *Revista Científica Zambos*, 1(1), 51-68. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n1/21>
- Vargas-Fonseca, A. D., Borja-Cuadros, O. M., & Cristiano-Mendivelso, J. F. (2023b). *Introducción a la estructura ecológica principal del Distrito Capital y su región ambiental: Conceptos fundamentales, ordenamiento territorial e instrumentos jurídicos*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.i.2022.34>
- World Bank. (2023). *Participation in forest and conservation management*. <https://openknowledge.worldbank.org>

## CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.