



PROTEGER EL RESERVORIO DE CARBONO IGNORADO

Una agenda política para los pastizales
y las sabanas



Editorial

WWF Alemania (fundación sin ánimo de lucro, representante legal: Meike Rothschädl), Reinhardtstraße 18, D-10117 Berlín

Fecha

November 2025

Coordinación

Leonie Meier (WWF Alemania)

Autores

Nigel Dudley (Equilibrium Research)

Editores

Sairandhri Lapalika (IUCN), Daniela Gomel (Fundación Vida Silvestre Argentina), María Eugenia Periago (Fundación Vida Silvestre Argentina), Sofía Alejandra Rincón Bermúdez (WWF Colombia) Martina Fleckenstein (WWF International), Leonie Meier (WWF Alemania), Peer Cyriacks (WWF Alemania)

Diseño

Epoq Studio | epoqstudio.com

Fotografía

Portada: Thomas Szajner; p. 2/3: Julian Manrique/WWF Colombia; p. 4: Christopher Boyer; p. 5: Fundación Vida Silvestre Argentina; p. 6: Fundación Vida Silvestre Argentina; p. 7: Julian Manrique/WWF Colombia; p. 8: Andrew Parkinson; p. 9: Maxime Aliaga; p. 10: Thomas Szajner; p. 11: Bruno Ferreiro/WWF-Paraguay; p. 12: Day's Edge Production; p. 12: Julian Manrique/WWF Colombia; p. 13: Silas Ismael; p. 14: Mario Beade/Fundación Vida Silvestre Argentina

Este documento de política se elaboró en el marco del proyecto “Salvaguardar los ecosistemas subvalorados: proteger, manejar y restaurar los pastizales y las sabanas en Argentina, Colombia y Paraguay”, financiado por la Iniciativa Internacional del Clima (IKI) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Acción Climática, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania (BMUKN).

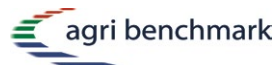


Fomentado por:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección del Clima,
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear

en virtud de una decisión
del Bundestag alemán



Leibniz-Zentrum für
Agrarlandschaftsforschung
(ZALF) e.V.

© 2025 WWF Alemania, Berlín.

La reproducción total o parcial de esta publicación
solo se permite con el consentimiento previo del editor.





ÍNDICE

MENSAJES CLAVE	4
1. INTRODUCCIÓN: LAS SABANAS Y LOS PASTIZALES SON IMPORTANTES RESERVORIOS DE CARBONO	5
2. ANÁLISIS: LAS RESERVAS DE CARBONO EN PASTIZALES Y SABANAS SIGUEN SIENDO POCO CONOCIDAS Y CON FRECUENCIA ESTÁN BAJO AMENAZA	6
2.1 Las reservas de carbono en pastizales y sabanas requieren políticas de gestión activa	7
2.2 Las reservas de carbono en pastizales y en sabanas están amenazadas por iniciativas climáticas inadecuadas	9
2.3 Conservación de pastizales y sabanas naturales y restauración de pastizales y sabanas degradados	10
3. RECOMENDACIONES	11
REFERENCIAS	14

MENSAJES CLAVE



Los pastizales y sabanas almacenan importantes reservas de carbono a nivel global, principalmente en forma de carbono orgánico del suelo. Si bien almacenan menos carbono por hectárea que los bosques, en áreas propensas a incendios pueden ser una opción más confiable.



Estas reservas de carbono requieren una gestión activa, que incluya optimizar la intensidad del pastoreo, la selección del tipo de ganado, el establecimiento de áreas de reserva, la protección de especies nativas y el control de especies invasoras.



Las sabanas y los pastizales aportan múltiples servicios ecosistémicos que ayudan a la adaptación al cambio climático, incluidos la seguridad hídrica y alimentaria, la estabilización del suelo y el control de la desertificación.



Sin embargo, **muchas reservas de carbono en pastizales y sabanas están amenazadas por su conversión a otros usos del suelo**, incluyendo la “aforestación”, entendida como el establecimiento de plantaciones forestales en pastizales y sabanas naturales.



La conservación de los pastizales y sabanas naturales y la restauración de aquellos ya degradados generarían múltiples beneficios para la estabilización del clima, la conservación de la biodiversidad y otros servicios ecosistémicos.

Las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) pueden contribuir promoviendo políticas clave sobre carbono en pastizales:

- 01** Reconocer a los pastizales y las sabanas como reservas de carbono importantes y estables e incorporarlos en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés).
- 02** Integrar los pastizales en todas las convenciones de Río (*CMNUCC*, *CNUCLD* y *CDB*), los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas, impulsando su protección, gestión sostenible y restauración.
- 03** Eliminar los incentivos perversos para la producción de cultivos y la aforestación bajo acciones de mitigación climática.
- 04** Apoyar a las comunidades de pequeños productores, pastores y transhumantes —su cultura y sistemas productivos— como actores clave para garantizar un manejo sostenible y climático de los pastizales y las sabanas en el mundo.
- 05** Proteger los sistemas ecológicos que sostienen los pastizales y sabanas y previenen la expansión de especies leñosas (árboles) como, por ejemplo, el manejo tradicional del fuego y las especies nativas que modelan el ecosistema.

POLÍTICAS CLAVE SOBRE CARBONO EN PASTIZALES

1. INTRODUCCIÓN:

LAS SABANAS Y LOS PASTIZALES SON IMPORTANTES RESERVORIOS DE CARBONO

Los pastizales y sabanas bien manejados y conservados desempeñan funciones clave —aunque a menudo poco reconocidas— para enfrentar y mitigar el cambio climático. Sus beneficios se derivan de la provisión de servicios ecosistémicos que contribuyen a la adaptación climática y —como es nuestro principal foco aquí— porque almacenan y capturan enormes reservas de carbono.



Hasta el **90%** del carbono de los pastizales y sabanas se almacena bajo tierra, en las raíces y en forma de carbono orgánico del suelo.

La magnitud de los pastizales a nivel mundial* los convierte en un importante reservorio global,¹ ya que contienen entre el 25 % y el 35 % del carbono terrestre,^{2, 3, 4} y desempeñan un papel clave en la mitigación del cambio climático.⁵ En Tanzania, por ejemplo, aunque las sabanas de miombo almacenan solo entre el 10 % y el 20 % del carbono por unidad de área que se encuentra en los bosques cerrados, su enorme extensión las convierte, en conjunto, en un reservorio de carbono muy importante.⁶

Hasta el 90 % del carbono de los pastizales y sabanas se almacena bajo tierra, en las raíces y en forma de carbono orgánico del suelo (SOC, por sus siglas en inglés).^{7, 8, 9, 10} La diversidad vegetal de los pastizales y las sabanas parece estar positivamente correlacionada con el SOC —particularmente en climas cálidos y áridos— debido, entre otras razones, a que incrementa la actividad microbiana.^{11, 12, 13, 14}

Los pastizales y las sabanas naturales, por lo tanto, capturan y almacenan más carbono que los paisajes agrícolas modernos plantados con una sola especie de pasto.¹⁵ La presencia de herbívoros y depredadores influye en el almacenamiento de carbono, ya que ambos grupos contribuyen al equilibrio y mantenimiento de un ecosistema saludable.^{16, 17, 18} La protección del SOC es más efectiva cuando se combina con estrategias de conservación, como la protección de pastizales antiguos, la restauración de sabanas y pastizales degradados y la restauración adecuada.^{19, 20, 21, 22}

*Aquí empleamos el término “pastizal” como abreviatura para referirnos a pastizales, sabanas y muchos sistemas de pastoreo; es decir, cualquier área cuya vegetación esté compuesta predominantemente por gramíneas —pastos— nativas no cultivadas, plantas afines a las gramíneas, hierbas o arbustos.



2. ANÁLISIS

**LAS RESERVAS DE CARBONO EN
PASTIZALES Y SABANAS SIGUEN SIENDO
POCO CONOCIDAS Y CON FRECUENCIA
ESTÁN BAJO AMENAZA**

2. ANÁLISIS

LAS RESERVAS DE CARBONO EN PASTIZALES Y SABANAS SIGUEN SIENDO POCO CONOCIDAS Y CON FRECUENCIA ESTÁN BAJO AMENAZA

Muchos gobiernos aún desconocen la magnitud y la importancia de las reservas de carbono en los pastizales y las sabanas naturales. La disponibilidad de estadísticas precisas se ve limitada por desacuerdos sobre los límites entre pastizales, bosques y humedales,²³ por la variabilidad en la captura y el almacenamiento de carbono entre los diferentes ecosistemas de pastizal,^{24, 25, 26} y por la falta de precisión del uso de datos satelitales para estimar el carbono orgánico del suelo (*SOC*) en sabanas y pastizales.²⁷ La cartografía local del carbono puede ayudar a superar la insuficiencia de las estadísticas globales.²⁸ Cabe resaltar que, en zonas con alto riesgo de incendios, los pastizales pueden ser un reservorio de carbono más confiable que los bosques,^{29, 30} ya que los incendios de baja temperatura característicos de los pastizales no liberan grandes cantidades de *SOC*,^{31, 32} ni destruyen los microorganismos del suelo,³³ mientras que los incendios forestales más intensos pueden generar mayores emisiones totales.

2.1 Las reservas de carbono en pastizales y sabanas requieren políticas de gestión activa

En casi todo el mundo, los pastizales están en riesgo, experimentando tasas más altas de conversión,^{34, 35, 36} fragmentación^{37, 38} y degradación^{39, 40, 41} que cualquier otro bioma. A estas presiones se suman la contaminación,^{42, 43, 44, 45} y la presencia de especies invasoras, incluidas especies exóticas.^{46, 47, 48} Además, algunos esfuerzos de conservación forestal mal planificados han generado filtraciones o desplazamiento de la expansión agrícola hacia los pastizales y las sabanas.⁴⁹

Las sabanas y pastizales remanentes deben manejarse de manera que maximicen su contenido de *SOC* y otros beneficios climáticos.⁵⁰ Tanto el sobrepastoreo⁵¹ como el subpastoreo⁵² pueden ser perjudiciales; por ello, en los sistemas de pastoreo manejados, es importante optimizar la intensidad del pastoreo. La gestión del carbono puede implicar adaptar el manejo del ganado según las condiciones.⁵³ La selección del ganado también es relevante: distintas especies e incluso diferentes razas tienen patrones de pastoreo diferentes que pueden afectar la salud de los pastizales; en general, si se utilizan animales domésticos, deberían asemejarse lo más posible a los herbívoros naturales que han evolucionado en el ecosistema.^{54, 55, 56} No obstante, el pastoreo con ganado no es adecuado en todos los ecosistemas de pastizal.^{57, 58}





Las sabanas y los pastizales
almacenan entre

**el 25% y
el 35%**
del carbono terrestre.

**Para obtener información sobre otros servicios ecosistémicos de los pastizales y sabanas, incluidos la seguridad alimentaria e hídrica, la reducción del riesgo de desastres, los beneficios para la salud humana y sus valores socioculturales asociados, puede consultar [From Roots to Riches](#) (De las raíces a la riqueza, en español), de WWF (2025).

Alternativamente, la cría o el aprovechamiento controlado de herbívoros silvestres puede ser una opción más sostenible. Países como Namibia cuentan con un mercado legal en crecimiento para herbívoros nativos, y la carne de fauna silvestre se considera una estrategia de adaptación al cambio climático.⁵⁹

Se ha reportado que pasar de un pastoreo continuo a uno rotacional aumenta significativamente el SOC,⁶⁰ igual que la transición de una carga ganadera alta a una moderada.^{61, 62} La exclusión temporal del pastoreo^{63, 64} puede tener efectos positivos sobre el SOC⁶⁵, la biodiversidad y otros servicios ecosistémicos,⁶⁶ y debería incorporarse en muchos sistemas ganaderos.

Finalmente, el control de la contaminación —en particular de fertilizantes y diversos pesticidas y herbicidas—, así como el control de especies exóticas invasoras, son factores críticos para potenciar el rol de los pastizales en la mitigación del carbono.

Estos aspectos hacen necesario diversificar los indicadores de éxito en la gestión de los pastizales, de manera que incluyan no solo la mitigación del cambio climático, sino también otros servicios ecosistémicos**, incluida la biodiversidad. Esto, a su vez, influirá en los enfoques de manejo.





2.2 Las reservas de carbono en pastizales y sabanas están amenazadas por iniciativas climáticas inadecuadas

Los múltiples beneficios que ofrecen los pastizales y las sabanas para la mitigación y la adaptación al cambio climático están, en algunos lugares, cada vez más en riesgo debido a los efectos nocivos de ciertas políticas de mitigación climática y de los mercados de carbono.

Algunas estrategias de mitigación del cambio climático están impulsando involuntariamente la conversión de pastizales y sabanas,⁶⁷ el acaparamiento de tierras y el desplazamiento de comunidades locales. Los pastizales y sabanas han sido vistos como una mejor opción para convertir a áreas de cultivo agrícola frente a los bosques, lo que ha generado mayores niveles de pérdida y transformación. Los pastizales degradados,⁶⁸ las sabanas^{69, 70} y pastizales naturales también están siendo confundidos cada vez más con bosques degradados⁷¹ y, en consecuencia, están siendo objeto de plantaciones forestales.^{72, 73} La aforestación destruye buena parte del *SOC* y altera la composición biológica de los pastizales y de las sabanas, cambios que pueden tardar siglos en recuperarse.^{74, 75}

A menudo existe confusión entre **reforestación** (restaurar bosques que han sido eliminados) y **aforestación** (plantar árboles en áreas donde no ha habido cobertura boscosa reciente), así como una sobreestimación del potencial de captura de carbono, un reconocimiento insuficiente de los servicios ecosistémicos de los pastizales y las sabanas y tendencias “neocoloniales” en muchos programas de aforestación, que prestan escasa atención a las necesidades humanas locales.⁷⁶



2.3 Conservación de pastizales y sabanas naturales y restauración de pastizales y sabanas degradados

Una estrategia de “proteger, manejar y restaurar” puede ayudar a los pastizales y a las sabanas a maximizar su potencial de mitigación climática, al tiempo que aporta muchos otros beneficios.

Las áreas protegidas⁷⁷ y otros mecanismos eficaces de conservación basados en áreas (OMEC u “áreas conservadas”)⁷⁸ son herramientas clave para mantener los pastizales y sabanas naturales, especialmente aquellos con presencia de herbívoros y carnívoros silvestres nativos. En los pastizales y sabanas donde operan comunidades pastoriles, esto puede incluir tanto paisajes protegidos (categoría V de manejo de la UICN) como áreas de pastoreo evaluadas como aptas para ser reconocidas como OMEC. Estos enfoques están reconocidos en la Meta 3 del Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal.

La conservación debe planificarse a gran escala: la conectividad es fundamental, especialmente para mamíferos de amplio rango⁷⁹, y la eliminación de barreras lineales puede ser importante.^{80,81} La restauración puede tomar dos formas: crear condiciones que permitan la regeneración natural o implementar acciones más activas, como la siembra, la geoingeniería o las reintroducciones. La primera suele ser más económica y, a menudo, más eficaz. En ambos casos, se requiere un manejo futuro que elimine o modifique las presiones que causaron la degradación.

Los cambios en las prácticas de manejo ganadero pueden ser útiles, incluyendo ajustar la carga animal o introducir la rotación de potreros (o pastoreo rotacional).⁸² El manejo también puede implicar permitir —o incluso imitar— patrones naturales de perturbación, como los regímenes de inundación⁸³ y, particularmente, el fuego; no obstante, la eficacia de este último como herramienta de restauración depende mucho del contexto⁸⁴ y debe basarse ampliamente en el conocimiento local. Las quemas tempranas en la estación seca pueden ser beneficiosas, ya que los incendios suelen ser más pequeños y menos intensos que los grandes incendios que pueden ocurrir más adelante en la temporada, lo que conduce a menores emisiones totales.⁸⁵ La restauración activa incluye riego en tierras secas, uso de camas de resguardo o diques de tierra, excavación de medias lunas (bordes o terrazas semicirculares para retener agua de lluvia) y resiembra. Las fuentes de semillas pueden incluir mezclas comerciales, semillas recolectadas de praderas naturales o heno (en regiones templadas),⁸⁶ o la transferencia de capa superficial del suelo, una práctica frecuentemente eficaz en los trópicos.⁸⁷ La restauración también puede incluir la recuperación o reintroducción de especies animales que desempeñan un papel en el mantenimiento de pastizales y sabanas saludables; por ejemplo, se espera que la reintroducción del bisonte en América del Norte aumente significativamente la captura de CO₂.⁸⁸



3. RECOMENDACIONES

3. RECOMENDACIONES

Es importante reconocer a los pastizales y sabanas como reservorios de carbono esenciales y estables, y otorgarles mayor prioridad en las negociaciones climáticas y en su inclusión dentro de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC).⁸⁹

- **Garantizar que, cuando corresponda, la captura de carbono en los pastizales y sabanas sea incluida en las NDC de la CMNUCC**, utilizando la herramienta FoodForward NDCs⁹⁰ y promoviendo la conservación, el manejo sostenible y la restauración para fortalecer reservorios de carbono seguros.
- **Integrar los pastizales y las sabanas en las tres convenciones de Río (CMNUCC, CNUCLD y CDB)**, los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas
 - Reducir y eliminar la conversión de pastizales y sabanas nativos, priorizando aquellos más valiosos desde las perspectivas de biodiversidad, servicios ecosistémicos y cultura.⁹¹
 - Apoyar la conservación basada en áreas con financiamiento estable y de largo plazo.
 - Facilitar la investigación, el monitoreo y la implementación de proyectos de restauración en pastizales y sabanas degradados, para recuperar la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y las oportunidades de uso sostenible.
 - Restablecer grandes poblaciones de especies silvestres que se movilicen a través de paisajes extensos, conectados y diversos.





Es importante reconocer a los pastizales y sabanas como reservorios de carbono esenciales y estables, y otorgarles mayor prioridad en las negociaciones climáticas.

- **Abordar los problemas tanto de sobrepastoreo como de subpastoreo**, incluso mediante la eliminación de políticas e incentivos contraproducentes, cuando sea necesario.⁹²
- **Desarrollar programas para abordar las especies invasoras en pastizales y sabanas, en cooperación con los actores locales**, mediante una combinación de prevención, detección temprana, respuesta rápida y control dirigido.⁹³
- **Dejar de lado los incentivos contraproducentes para la producción de cultivos o la aforestación en pastizales y sabanas nativos.** Se debe asegurar que las NDC y los esfuerzos de restauración se adhieran a los principios de la restauración del paisaje forestal, los cuales incluyen no convertir pastizales y sabanas naturales.
- **Apoyar a las comunidades de pequeños productores, pastores y transhumantes —su cultura y sistemas productivos—** mediante planificación participativa del uso del suelo, fortalecimiento de capacidades, enfoques sensibles al género, aseguramiento de la tenencia e integración del pastoreo nómada, la trashumancia y el pastoreo móvil con otros usos del suelo. A medida que las condiciones climáticas empeoran en muchas zonas, el movimiento regular del ganado puede convertirse en una respuesta climática cada vez más importante.
- **Evaluar el valor económico y los beneficios de los servicios ecosistémicos de los pastizales y sabanas**, como el almacenamiento de carbono en el suelo, la seguridad alimentaria, el potencial de adaptación al cambio climático y la diversidad de comunidades de polinizadores.⁹⁴
- **Aumentar la inversión en el seguimiento de la conversión:** los programas de monitoreo regional pueden identificar pastizales y sabanas/hábitats intactos remanentes y las fronteras de conversión, de modo que los recursos puedan dirigirse a esas áreas, incluso para desincentivar la conversión o degradación potencial.⁹⁵

REFERENCIAS

- 1 ILRI, IUCN, FAO, WWF, UNEP and ILC. 2021. *Rangelands Atlas*. ILRI, Nairobi, Kenia.
- 2 White, R.P., Murray, S. and Rohweder, M. 2000. *Pilot analysis of global ecosystems. Grassland ecosystems*. World Resources Institute, Washington D. C.
- 3 Royal Society. 2001. *The role of land carbon sinks in mitigating global climate change*. Policy Document 10/01. London.
- 4 Bai, Y. and Cotrufo, M.F. 2022. Grassland soil carbon sequestration: Current understanding, challenges and solutions. *Science* 377: 603–608. <https://doi.org/10.1126/science.abo2380>.
- 5 Conant, R. T. 2010. *Challenges and opportunities for carbon sequestration in grassland systems*. FAO, Rom.
- 6 Shirima, D. D., Munishi, P. K. T., Lewis, S. L., Burgess, N. D., Marshall, A. B., Swetnam, R. D. et al. 2011. Carbon storage, structure and composition of miombo woodlands in Tanzania's Eastern Arc Mountains. *African Journal of Ecology* 49: 332–342. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2011.01269.x>.
- 7 Conant, R. T. 2010. Op. cit.
- 8 Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304: 5677. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>.
- 9 Schuman, G. E., Janzen, H. H. and Herrick, J. E. 2002. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental Pollution* 116: 391–396. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00215-9](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00215-9).
- 10 Bai, Y. and Cotrufo, M. F. 2022. Op. cit.
- 11 Spohn, M., Bagchi, S., Biederman, L. A., Borer, E. T., Bråthen, K. A., Bugalho, M. N. et al. 2023. The positive effect of plant diversity on soil carbon depends on climate. *Nature Communications* 14 (1): 6624. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-42340-0>.
- 12 Chen, S., Wang, W., Xu, W., Wang, Y., Wan, H., Chen, D., ... Bai, Y. 2018. Plant diversity enhances productivity and soil carbon storage. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115 (16): 4027–4032. <https://doi.org/10.1073/pnas.1700298114>.
- 13 De Deyn, G. B., Shiel, R. S., Ostle, N. J., McNamara, N. P., Oakley, S., Young, I., ... Bardgett, R. D. 2011. Additional carbon sequestration benefits of grassland diversity restoration. *Journal of Applied Ecology* 48 (3): 600–608. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01925.x>
- 14 Lange, M., Eisenhauer, N., Sierra, C. A., Bessler, H., Engels, C., Griffiths, R. I., ... Gleixner, G. 2015. Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nature Communications* 6: Article 6707. <https://doi.org/10.1038/ncomms7707>.
- 15 Gregg, R., Elias, J. L., Alonso, I., Crosher, I. E., Muto, P. and Morecroft, M. D. 2021. *Carbon storage and sequestration by habitat: A review of the evidence* (zweite Aufl., Natural England Research Report NERR094). Natural England.
- 16 Chaplin-Kramer, R., Miller, C. R., Dee, L. E., Bennett, N. J., Echeverri, A., Gould, R. K. et al. 2025. Wildlife's contributions to people. *Nature Reviews Biodiversity* 1: 68–81. <https://doi.org/10.1038/s44358-024-00006-9>.
- 17 Berghazi, F., Bretagnolle, F., Durand-Bessart, C. and Blake, S. 2023. Megaherbivores modify forest structure and increase carbon stocks through multiple pathways. *Nature* 579: 80–87. <https://doi.org/10.1073/pnas.2201832120>.
- 18 Schmitz, O. J., Raymond, P. A., Estes, J. A., Kurz, W. A., Holtgrave, G. W., Ritchie, M. E. et al. 2014. Animating the carbon cycle. *Ecosystems* 17: 344–359. <https://doi.org/10.1007/s10021-013-9715-7>.
- 19 Moilanen, A., Anderson, B. J., Eigenbrod, F., Heinemeyer, A., Roy, D. B., Gillings, S. et al. 2011. Balancing alternative land uses in conservation prioritization. *Ecological Applications* 21 (5): 1419–1426. <https://doi.org/10.1890/10-1865.1>.
- 20 Thomas, C. D., Anderson, B. J., Moilanen, A., Eigenbrod, F., Heinemeyer, A., Quaife, T. et al. 2013. Reconciling biodiversity and carbon conservation. *Ecology Letters* 16 (SUPPL.1): 39–47. <https://doi.org/10.1111/ele.12054>.
- 21 Yang, Y., Tilman, D., Furey, G. and Lehman, C. 2019. Soil carbon sequestration accelerated by restoration of grassland biodiversity. *Nature Communications* 10: 718. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08636-w>.
- 22 Slodowicz, D., Humbert, J. Y. and Arlettaz, R. 2019. The relative effectiveness of seed addition methods for restoring or re-creating species rich grasslands: a systematic review protocol. *Environmental Evidence* 8: 28. <https://doi.org/10.1186/s13750-019-0174-2>.
- 23 Dixon, A. P., Faber-Langendoen, D., Josse, C., Morrison, J. and Loucks, C. J. 2014. Distribution mapping of world grassland types. *Journal of Biogeography* 41 (11): 2003–2019. <https://doi.org/10.1111/jbi.12381>.
- 24 Scurlock, J. M. O. and Hall, D. O. 1998. The global carbon sink: a grassland perspective. *Global Change Biology* 4: 229–233. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.1998.00151.x>

- 25 Rees, R. M., Bingham, I. J., Baddeley, J. A. and Watson, C. A. 2005. The role of plants and land management in sequestering soil carbon in temperate arable and grassland ecosystems. *Geoderma* 128: 130–154. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.12.020>.
- 26 Fan, J., Zhong, H., Harris, W., Yu, G., Wang, S., Hu, Z. and Yue, Y. 2008. Carbon storage in the grasslands of China based on field measurements of above- and below-ground biomass. *Climatic Change* 86: 375–396. <https://doi.org/10.1007/s10584-007-9316-6>.
- 27 Nieto, L., Houborg, R., Tivet, F., Olson, B. J. S. C., Prasad, P. V. V. and Ciampitti, I. A. 2024. Limitations and future perspectives for satellite-based soil carbon monitoring. *Environmental Challenges* 14: 100839. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.100839>.
- 28 Lange, M. and Suarez, C. F. 2013. EU biofuel policies in practice: A carbon map for the Llanos Orientales in Colombia. Kiel Institute for the World Economy. Kiel, Germany.
- 29 Dass, P., Houlton, B. Z., Wang, Y. and Warlind, D. 2018. Grasslands may be more reliable carbon sinks than forests in California. *Environmental Research Letters* 13: 074027. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00215-9](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00215-9).
- 30 Borer, E. T. and Risch, A. C. 2025. Planning for the future: Grasslands, herbivores, and nature-based solutions. *Journal of Ecology* 112 (11): 2442–2450. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14323>.
- 31 Novara, A., Gristina, L., Rühl, J., Pasta, S., D'Angelo, G., La Mantia, T. et al. 2013. Grassland fire effect on soil organic carbon reservoirs in a semiarid environment. *Solid Earth* 4: 381–385. <https://doi.org/10.5194/se-4-381-2013>.
- 32 Stavi, I., Barkai, D., Knoll, Y. M., Abu Glin, H., Katra, I., Brook, A. et al. 2017. Fire impact on soil-water repellency and functioning of semi-arid croplands and rangelands: Implications for prescribed burnings and wildfires. *Geomorphology* 280: 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.12.015>.
- 33 Allen McGranahan, D., Wonkka, C. L., Dangi, S., Spiess, J. W. and Geaumont, B. 2022. Mineral nitrogen and microbial responses to soil heating in burned grassland. *Geoderma* 424: 116023. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116023>.
- 34 Dudley, N., Eufemia, L., Petersen, I., Fleckenstein, M., Campari, J., Rincón, S. et al. 2020. *Grassland and savannah ecosystems: An urgent need for conservation and sustainable management*. WWF Germany, Berlin.
- 35 WWF. 2022. *Valuing grasslands: Critical ecosystems for nature, climate and people*. Discussion paper. WWF. Retrieved from : <https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/valuing-grasslands-critical-ecosystems-for-nature--climate-and-people.pdf>.
- 36 Osborne, C. P., Charles-Dominique, T., Stevens, N., Bond, W. J., Midgley, G. and Lehmann, C. E. R. 2018. Human impacts in African savannas are mediated by plant functional traits. *New Phytologist* 220: 10–24. <https://doi.org/10.1111/nph.15236>.
- 37 McInturff, A., Xu, W., Wilkinson, C. E., Dejid, N. and Brashares, J. S. 2020. Fence ecology: Frameworks for understanding the ecological effects of fences. *BioScience* 70: (11): 971–985. <https://academic.oup.com/bioscience/article/70/11/971/5908036>.
- 38 Trepel, J., le Roux, E., Abraham, A. J., Buitenwerf, R., Kamp, J., Kristensen, J. A. et al. 2024. Meta-analysis shows that wild large herbivores shape ecosystem properties and promote spatial heterogeneity. *Nature Ecology & Evolution* 8: 705–716. <https://doi.org/10.1038/s41559-024-02327-6>.
- 39 Zhang, M., Sun, J., Wang, Y., Li, Y. and Duo, J. 2025. State-of-the-art and challenges in global grassland degradation studies. *Geography and Sustainability* 6 (2): 100229. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2024.08.008>.
- 40 SSun, J., Wang, Y., Piao, S., Liu, M., Han, G., Li, J. et al. 2022. Toward a sustainable grassland ecosystem worldwide. *The Innovation* 3 (4): 100265. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2022.100265>.
- 41 UNCCD. (2017). *Global Land Outlook*. Bonn.
- 42 Gravuer, K., Gennet, S. and Throop, H. L. 2019. Organic amendment additions to rangelands: A meta-analysis of multiple ecosystem outcomes. *Global Change Biology* 25 (3), 1152–1170. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/gcb.14535>.
- 43 Harpole, W. S., Sullivan, L. L., Lind, E. M., Firn, J., Adler, P. B., Borer, E. T. et al. 2016. Addition of multiple limiting resources reduces grassland diversity. *Nature* 537 (7622): 93–96. <https://doi.org/10.1038/nature19324>.
- 44 Bobbink, R., Hornung, M. and Roelofs, J. G. M. 1998. The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. *Journal of Ecology* 86: 717–738. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.1998.8650717.x>.
- 45 Walker, J., Mathews, B. J. and Rohner, P. T. 2024. Context-dependent effects of ivermectin residues on dung insects: Interactions with environmental stressors, size, and sex in a sepsid fly (*Sepsis neocynipsea*). *bioRxiv* 11: 18. <https://doi.org/10.1101/2024.11.18.623968>.
- 46 Musil, C. F., Milton, S. J. and Davis, G. W. 2005. The threat of alien invasive grasses to lowland Cape floral diversity: an empirical appraisal of the effectiveness of practical control strategies. *South African Journal of Science* 101: 337–344.
- 47 D'Antonio, C. M. and Vitousek, P. M. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecological Systematics* 23: 63–87.

- 48 Grice, A. C. 2006. The impacts of invasive plant species on the biodiversity of Australian rangelands. *The Rangeland Journal* 28 (1): 27–35. <https://doi.org/10.1071/RJ06014>.
- 49 Veldman, J. W., Overbeck, G. E., Negreiros, D., Mahy, G., Le Stradic, S., Fernandes, G. W. et al. 2015. Tyranny of trees in grassy biomes. *Science* 347: 484–485. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.347.6221.484-c>.
- 50 Dondini, M., Martin, M., De Camillis, C., Uwizeye, A., Soussana, J.-F., Robinson, T. et al. 2023. *Global assessment of soil carbon in grasslands—From current stock estimates to sequestration potential*. FAO Animal Production and Health Paper No. 187. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc3981en>.
- 51 Mysterud, A. 2006. The concept of overgrazing and its role in management of large herbivores. *Wildlife Biology* 12 (2): 129–141. [https://doi.org/10.2981/0909-6396\(2006\)12\[129:TCOOAI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2981/0909-6396(2006)12[129:TCOOAI]2.0.CO;2).
- 52 Mantero, G., Morresi, D., Marzano, R., Motta, R., Mladenoff, D. J. and Garbarino, M. 2020. The influence of land abandonment on forest disturbance regimes: a global review. *Landscape Ecology* 35: 2723–2744. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01147-w>.
- 53 McSherry, M. E. and Ritchie, M. E. 2013. Effects of grazing on grassland soil carbon: a global review. *Global Change Biology* 19 (5): 1347–1357. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/gcb.12144>.
- 54 Pereira, F. C., Maxwell, T. M. R., Smith, C. M. S., Charters, S., Mazzetto, A. M. and Gregorini, P. 2023. Designing grazing systems that enhance the health of New Zealand high-country grasslands. *Cleaner Environmental Systems* 11: 100151. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2023.100151>.
- 55 Worms, P. and Neely, C. 2022. Pastoralism: Climate-smart, effective grassland management. Regreening Africa Insights series volume 1. World Agroforestry, Nairobi, Kenya. Retrieved from: : regreeningafrica.org/wp-content/uploads/2022/12/Insights-series_grasslands_22_12_22.pdf.
- 56 Minea, G., Mititelu Ionuș, O., Gyasi Agyei, Y., Ciobotaru, N. and Rodrigo Comino, J. (2022). Impacts of grazing by small ruminants on hillslope hydrological processes: A review of European current understanding. *Water Resources Research* 58 (3): e2021WR030716.
- 57 Dudinszky, N., Cabello, M. N., Grimoldi, A. A., Schalamuk, S. and Golluscio, R. A. 2019. Role of grazing intensity on shaping arbuscular mycorrhizal fungi communities in Patagonian semiarid steppes. *Rangeland Ecology & Management* 72 (4), 692–699. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2019.02.007>.
- 58 Del Valle, H. F., Elissalde, N. O., Gagliardini, D. A. und Milovich, J. 1998. Status of desertification in the Patagonian region: Assessment and mapping from satellite imagery. *Arid Land Research Management* 12: 95–121. <https://doi.org/10.1080/15324989809381502>.
- 59 Hauptfleisch, M., Baum, N., Liehr, S., Hering, R., Kraus, R., Tausenfreund, M. et al. 2024. Trends and barriers to wildlife-based options for sustainable management of savanna resources: The Namibian case. In: von Maltitz, G. P. et al. *Sustainability of Southern African Ecosystems under Global Change*. Ecological Studies Series Vol. 248. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10948-5_18.
- 60 Byrnes, R. C., Eastburn, D. J., Tate, K. W. and Roche, L. M. 2018. A global meta-analysis of grazing impacts on soil health indicators. *Journal of Environmental Quality* 47 (4): 758–765. <https://doi.org/10.2134/jeq2017.08.0313>.
- 61 Wang, H., Dong, Z., Guo, J., Li, H., Li, J., Han, G. et al. 2017. Effects of grazing intensity on organic carbon stock characteristics in *Stipa breviflora* desert steppe vegetation soil systems. *The Rangeland Journal* 39 (3): 169–177.
- 62 Fedrigo, J. K., Ataide, P. F., Azambuja Filho, J., Oliveira, L. V., Jaurena, M., Laca, E. A. et al. 2018. Temporary grazing exclusion promotes rapid recovery of species richness and productivity in a long-term overgrazed Campos grassland. *Restoration Ecology* 26 (4): 677–685. <https://doi.org/10.1111/rec.12635>.
- 63 Deng, L., Shangguan, Z.-P., Wu, G.-L. and Chang, X.-F. 2017. Effects of grazing exclusion on carbon sequestration in China's grassland. *Earth-Science Reviews* 173: 84–95. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.08.008>.
- 64 Liu, M., Zhang, Z., Sun, J., Wang, Y., Wang, J. Tsunekawa, A. et al. 2020. One-year grazing exclusion remarkably restores degraded alpine meadow at Zoige, eastern Tibetan Plateau. *Global Ecology and Conservation* 22: e00951. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00951>.
- 65 Wang, L., Gan, Y., Wiesmeier, M., Zhao, G., Zhang, R. Han, G. et al. 2018. Grazing exclusion—An effective approach for naturally restoring degraded grasslands in Northern China. *Land Degradation & Development* 29 (1): 57–67. <https://doi.org/10.1002/ldr.3191>.
- 66 Zhu, H., Fu, B., Wang, S., Zhu, L., Zhang, L., Jiao, L. et al. 2015. Reducing soil erosion by improving community functional diversity in semi-arid grasslands. *Journal of Applied Ecology* 52 (4): 1063–1072. <https://www.jstor.org/stable/43869277>.
- 67 Berg, K., Dudley, N. and Hawley, J. 2022. *The Importance of Grasslands, Savannahs and Rangelands in Global Climate Change Strategies*. WWF International. Retrieved from: : [wwfint.awsassets.panda.org/downloads/the_importance_of_grasslands_and_savannahs_in_climate_change_strategies.pdf](https://www.fint.awsassets.panda.org/downloads/the_importance_of_grasslands_and_savannahs_in_climate_change_strategies.pdf).
- 68 Bond, W. J. 2019. *Open Ecosystems: ecology and evolution beyond the forest edge*. Oxford University Press, Oxford.
- 69 Valkó, O., Zmiorski, M., Biurrun, I., Loos, J., Labadessa, R. and Venn, S. 2016. Ecology and conservation of steppes and semi-natural grasslands. *Hacquetia* 12: 5–15. <https://doi.org/10.1515/hacq-2016-0021>.

- 70 Fernandes, G. W., Coelho, M. S., Machado, R. B., Ferreira, M. E., Aguiar, L. M. S., Dirzo, R. et al. 2016. Afforestation of savannas: An impending ecological disaster. *Natureza & Conservação, Brazilian Journal of Nature Conservation* 14: 146–151. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.08.002>.
- 71 Kumar, D., Pfeiffer, M., Gaillard, C., Langan, L., Martens, C. and Scheiter, S. 2024. Misinterpretation of Asian savannas as degraded forest can mislead management and conservation policy under climate change. *Biological Conservation* 241: 108293. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108293>.
- 72 Mansourian, S., Stanturf, J. A., Derkyi, M. A. A. and Engel, V. L. 2017. Forest landscape restoration: increasing the positive impacts of forest restoration or simply the area under tree cover? *Restoration Ecology* 25: 178–183. <https://doi.org/10.1111/rec.12489>.
- 73 Buisson, E., Archibald, S., Fidelis, A. and Suding, K. N. 2022. Ancient grasslands guide ambitious goals in grassland restoration. *Science* 377 (594–598). <https://doi.org/10.1126/science.abo4605>.
- 74 Bond, W. J., Stevens, N., Midgley, G. F. and Lehmann, C. E. R. 2019. The trouble with trees: Afforestation plans for Africa. *Trends in Ecology & Evolution* 34 (11): 963–965. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.08.003>.
- 75 Bastin, J. F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D. et al. 2019. The global tree restoration potential. *Science* 365: 76–79. <https://doi.org/10.1126/science.aax0848>.
- 76 Briske, D. D., Vetter, S., Coetsee, C. and Turner, M. D. 2024. Rangeland afforestation is not a natural climate solution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 22: e2727. <https://doi.org/10.1002/fee.2727>.
- 77 Dudley, N. (ed.) 2008. *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. IUCN, Gland, Schweiz.
- 78 Jonas, H. D., Wood, P. and Woodley, S. (Hrsg.) 2024. *Guidance on other effective area-based conservation measures (OECMs)*. IUCN WCPA Good Practice Series, No.36. IUCN, Gland, Schweiz.
- 79 Hilty, J., Worboys, G. L., Keeley, A., Woodley, S., Lausche, B., Locke, H. et al. 2020. *Guidelines for conserving connectivity through ecological networks and corridors*. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 30. IUCN, Gland, Schweiz.
- 80 Nandintsetseg, D., Bracis, C., Olson, K. A., Böhning-Gaese, K., Calabrese, J. M., Chimeddorj, B. et al. 2019. Challenges in the conservation of wide-ranging nomadic species. *Journal of Applied Ecology* 56 (8): 1916–1926. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13380>.
- 81 Ament, R., Clevenger, A. and van der Ree, R. (eds.) 2023. *Addressing ecological connectivity in the development of roads, railways and canals*. IUCN WCPA Technical Report Series No. 5. IUCN, Gland, Schweiz.
- 82 Díaz de Otálora, X., Epelde, L., Arranz, J., Garbisu, C., Ruiz, R. and Mandaluniz, N. 2021. Regenerative rotational grazing management of dairy sheep increases springtime grass production and topsoil carbon storage. *Ecological Indicators* 125: 107484. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107484>.
- 83 Rothenbücher, J. and Schaefer, M. 2005. Conservation of leafhoppers in floodplain grasslands – Trade-off between diversity and naturalness in a Northern German National Park. *Journal of Insect Conservation* 9: 335–349. <https://doi.org/10.1007/s10841-005-0514-0>.
- 84 Thomas, P. A., Buisson, E., Porto, A. B., Overbeck, G. E. and Müller, S. C. 2025. Burn them all? Use and efficacy of fire as a tool for grassland restoration. *Restoration Ecology* 33 (7): e70118. <https://doi.org/10.1111/rec.70118>.
- 85 Lipsett-Moore, G. J., Wolff, N. H. and Game, E. T. 2018. Emissions mitigation opportunities for savanna countries from early dry season fire management. *Nature Communications* 9: 2247. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04687-7>.
- 86 Slodowicz, D., Humbert, J.-Y. and Arlettaz, R. 2019. Op. cit.
- 87 Silveira, F. A. O. et al. 2020. Op. cit.
- 88 Roman, J. 2023. *Eat, Poop, Die: How Animals Make Our World*. Profile Books Ltd, London.
- 89 Berg, K., Dudley, N. and Hawley, J. 2022. Op. cit
- 90 <https://foodforwardndcs.panda.org>.
- 91 <https://www.cbd.int/gbf>.
- 92 Dudley, N., Stolton, S. and Timmins, H. L. 2023. Overgrazing as a Wicked Problem. *Equilibrium Research Briefing*, http://www.equilibriumconsultants.com/upload/document/Overgrazing_as_a_wicked_problem_-_Briefing_-_August_2023.pdf.
- 93 Phillips-Mao, L. 2017. *Restoring Your Degraded Grassland to Conservation Prairie*. The Nature Conservancy, Environment and Natural Resources Trust Fund and Department of Natural Resources.
- 94 Pergola, M., De Falco, E. and Cerrato, M. 2024. Grassland ecosystem services: Their economic evaluation through a systematic review. *Land* 13 (8): 1143. <https://doi.org/10.3390/land13081143>.
- 95 <https://brasil.mapbiomas.org/en>.



Por qué estamos aquí

La misión de WWF es detener la degradación del ambiente natural de nuestro planeta, y construir un futuro en el que la humanidad viva en armonía con la naturaleza.