



COP30 - BELÉM BRAZIL
**EL EJEMPLO
SUECO**

EL PODER DE LA REFORESTACIÓN



Los brezales áridos de calluna en el sur de Suecia en 1912



La misma zona en 2022



I. La historia de las muchas plantas verdes

NUEVOS COMIENZOS EN EL SUR DE SUECIA DE LOS BREZALES ÁRIDOS A LA GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE

En 1850, Suecia era un país muy pobre. La sobrepoblación en la mitad sur de Suecia obligó a más de 1,5 millones de suecos a emigrar, lo que representaba más de una cuarta parte de la población total. La causa principal fue la falta de alimentos, ya que el estado de la agricultura era deplorable. Para obtener leña, carbón vegetal y materiales de construcción, los bosques se habían talado sin replantación. Esto provocó que antiguas tierras forestales se utilizaran como pastos, transformando vastas zonas boscosas en brezales de calluna —hermosos, pero estériles— que solo ofrecían un pastoreo escaso.

Imágenes: La primera fotografía (Fuente: Archivo histórico de la Sociedad Forestal) y la segunda (Fotógrafo: Harald Säll) ilustran los resultados de la replantación.

En el norte de Suecia, los productos forestales se convirtieron en una mercancía de exportación relevante en la segunda mitad del siglo XIX. Esto puso de relieve la necesidad de restaurar los recursos forestales del país mediante la replantación sistemática tras la tala. También inspiró a la gente del sur a comenzar a plantar árboles jóvenes en los brezales de calluna para protegerlos del pastoreo. Particularmente importante fue Skogssällskapet (“La Sociedad Forestal”), fundada en 1912 con el propósito de promover la gestión forestal y reforestar las tierras empobrecidas del sur de Suecia.

El punto de inflexión formal para la silvicultura sueca llegó con la Ley Forestal de 1903, reconocida como la primera ley forestal moderna del mundo. El principio central de dicha ley era la replantación obligatoria de árboles después de la tala. Sin embargo, el concepto de “escasez de bosques” ya había sido identificado en el siglo XVII. En 1855, se creó un comité forestal para prevenir la degradación futura de los recursos forestales. Durante ese período, ya aumentaba la conciencia sobre la importancia de los bosques para el país, pero no fue hasta 1903 que se promulgó una legislación integral.



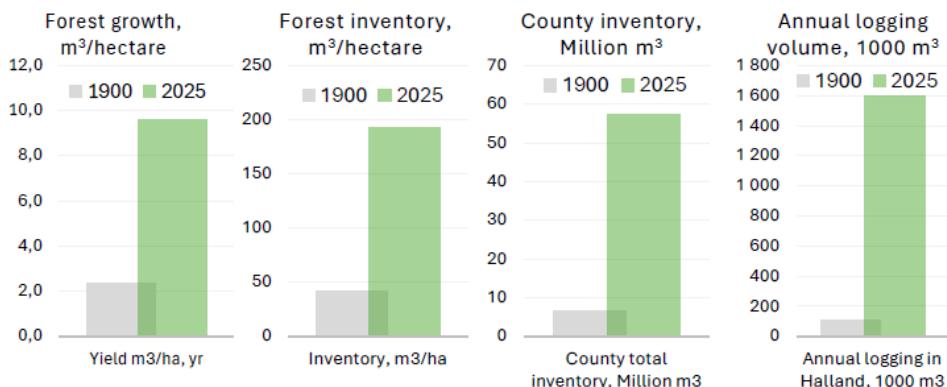
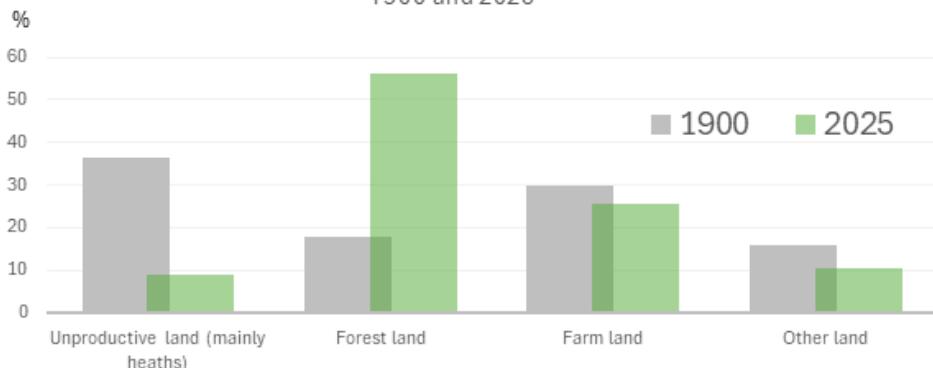
Imagen: Imagen de escolares y mujeres plantando árboles en un brezal de calluna en el sur de Suecia, 1922.



LA REFORESTACIÓN TRANSFORMÓ LA ECONOMÍA

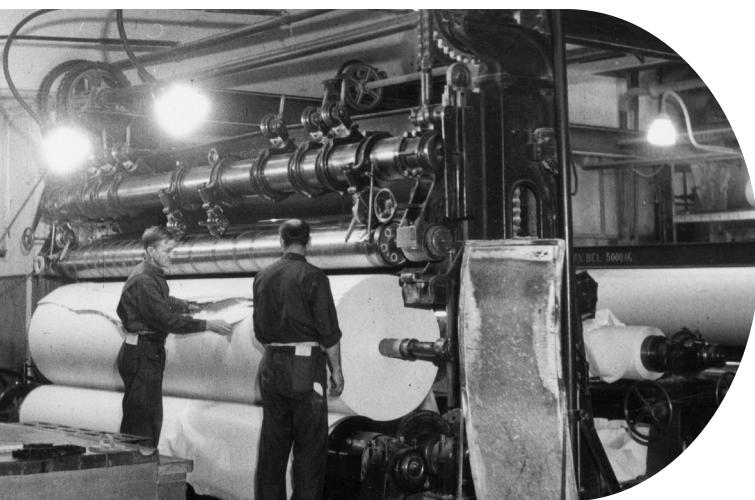
Las pequeñas plantas crecieron rápidamente hasta convertirse en árboles productivos, utilizados no solo como combustible, sino también para madera aserrada, pulpa, cartón, papel, aislamiento y diversos productos químicos destinados a la exportación. La silvicultura y la industria forestal se convirtieron en la columna vertebral de la economía del sur de Suecia. Los gráficos del condado de Halland muestran la transformación^{1,2}:

Land class distribution in the county of Halland
1900 and 2025



Como puede verse en los gráficos, la reforestación ha triplicado la superficie de terreno forestal productivo en el condado de Halland, mientras que el rendimiento anual y el volumen en pie por hectárea se han cuadruplicado. El inventario forestal total es ocho veces mayor y la tala anual es 16 veces superior en 2025 en comparación con 1900.

Hoy, el sector forestal proporciona una base vital para la economía regional, especialmente en las zonas rurales de Halland. La historia inspiradora del poder de muchas pequeñas plantas verdes se repite ahora en todo el mundo —especialmente en Brasil





2. Reforestación Global

POTENCIAL Y HECHOS

El poder de las muchas plantas verdes transformó los brezales empobrecidos del sur de Suecia en bosques ricos, proporcionando medios de vida, hábitats, servicios ecosistémicos y numerosos productos con beneficios climáticos. Pero, ¿cuánta tierra de este tipo está disponible para la regeneración forestal? ¿Cuál es el verdadero potencial de la reforestación para combatir el cambio climático? Los científicos han explorado esta cuestión —aunque, como suele ocurrir, sus respuestas varían. Veamos algunos hallazgos influyentes.

Los bosques en crecimiento capturan y almacenan grandes cantidades de carbono. Por lo tanto, los bosques desempeñan un papel importante en la mitigación del cambio climático, que se debe principalmente al aumento de los niveles de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera. Los bosques gestionados de manera sostenible también producen biomasa que puede sustituir a las materias primas fósiles, cuyo uso está provocando un incremento del CO_2 atmosférico.

También sabemos que, en el pasado, los bosques cubrían áreas mucho más extensas que en la actualidad. En algunos casos, la pérdida de la cubierta forestal es inevitable, ya que los bosques han sido reemplazados por edificaciones, infraestructuras necesarias o tierras agrícolas destinadas a cultivos y producción de alimentos. En otros casos, los bosques simplemente se han talado sin replantarse posteriormente. Estas zonas suelen degradarse y convertirse en pastizales de baja productividad. En ocasiones, se pierden grandes cantidades de suelo fértil debido a la erosión. La reforestación de estas áreas contribuirá a mitigar el cambio climático.



EL POTENCIAL DE LA REFORESTACIÓN

Un estudio de 2019³ estimó que la regeneración forestal global podría reducir significativamente los niveles de CO₂ atmosférico. Se calculó que la cobertura forestal natural de la Tierra podría ser de 8,7 mil millones de hectáreas, pero actualmente es de 5,5 mil millones. Tras excluir tierras agrícolas y áreas urbanas, se estimaron 900 millones de hectáreas disponibles para reforestación. El 50 % de estas áreas se encuentran en Rusia, EE. UU., Canadá, Australia, Brasil y China.

Restaurar estas áreas podría capturar 205 gigatoneladas de carbono (GtC), una cantidad enorme comparada con las aproximadamente 300 GtC de carbono antropogénico en la atmósfera.

Estudios recientes^{4,5} han adoptado una visión más escéptica sobre el potencial de la reforestación. Las razones son principalmente prácticas o basadas en políticas:

- Es posible que se haya subestimado la presión de la agricultura y de otros tipos de desarrollo humano.
- La reforestación indiscriminada puede representar un riesgo de disminución de la biodiversidad en ciertas zonas.
- Las demandas en conflicto de las comunidades locales e indígenas también reducen el potencial disponible.
- La disponibilidad de agua o las propiedades reflexivas de la superficie terrestre (albedo) pueden disminuir.

Después de tener en cuenta estos factores, se determinó que menos de la mitad de la estimación descrita anteriormente —es decir, 389 millones de hectáreas— estaría realmente disponible para la reforestación. Aun así, incluso las estimaciones más escépticas reconocen un potencial significativo para combatir el cambio climático

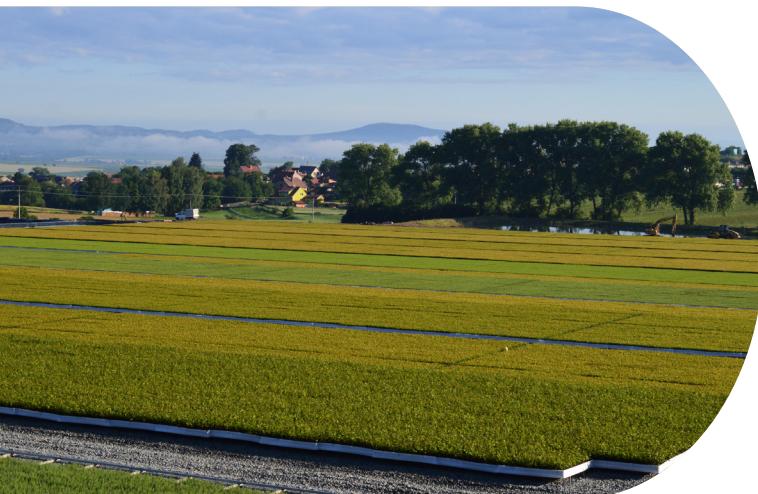
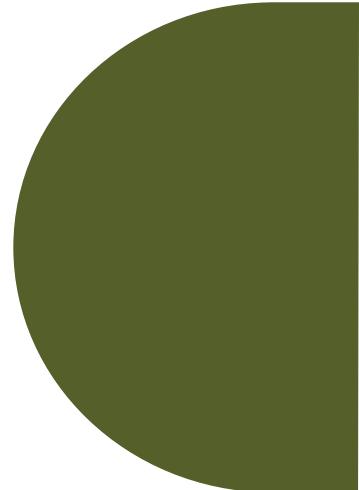


Imagen: Vivero forestal en Letonia – Archivo de BCC AB



mediante la reforestación global. Sin embargo, hasta ahora los compromisos de reforestación asumidos por las naciones han quedado muy por debajo de este potencial reducido.

Para aprovechar plenamente los posibles beneficios climáticos de la reforestación, es esencial que:

- Las naciones se comprometan con una reforestación planificada y responsable de todas las tierras disponibles.
- La biomasa producida no se considere únicamente como un almacén de CO₂ fósil, sino también como un recurso valioso que sustituya a las materias primas de origen fósil.

REGENERACIÓN FORESTAL: UNA PIEZA VITAL DE LA SOLUCIÓN

Después de revisar los estudios actuales sobre la reforestación como estrategia para combatir el cambio climático, es evidente que, aunque es importante, almacenar carbono en los bosques no es suficiente, incluso si se replantara toda la tierra disponible.

Esta estrategia debe complementarse con programas destinados a reducir las emisiones de dióxido de carbono fósil y otros gases de efecto invernadero. Es posible desarrollar alternativas verdes basadas en biomasa que permitan que el carbono recircule desde los productos de nuevo hacia los productores (las plantas verdes). Esto fortalecería el papel de los bosques y, al generar un retorno económico directo de los esfuerzos de reforestación, también impulsaría el progreso y fomentaría la aceptación local.

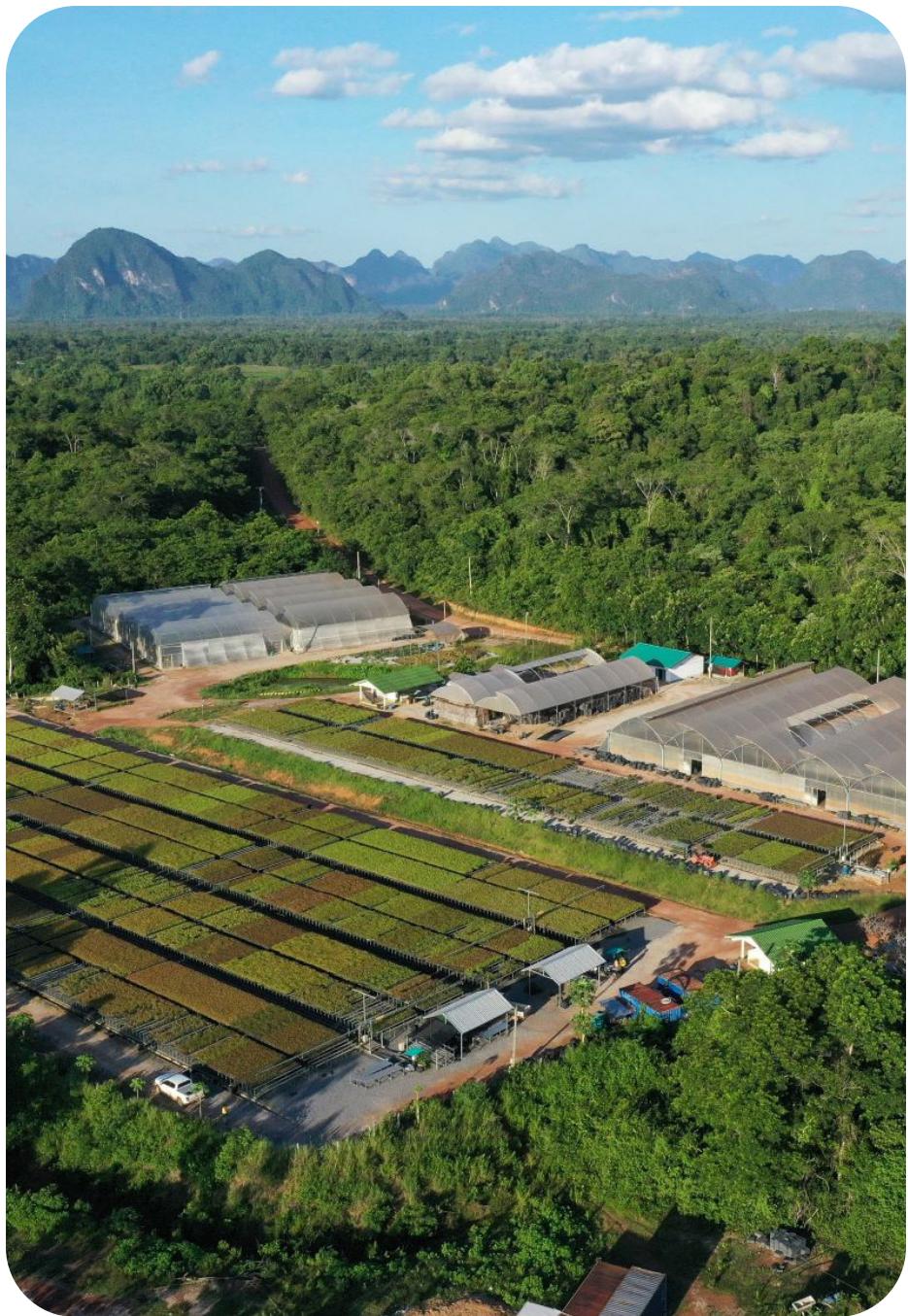


Imagen: Vivero forestal en Laos – Archivo de BCC AB

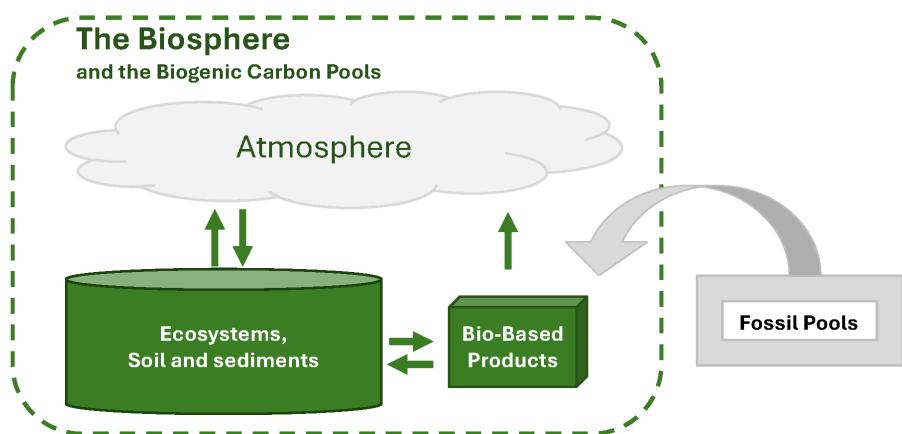
3. Beneficios climáticos de los bosques

CARBONO Y CLIMA

Fundamentalmente, los beneficios climáticos de los bosques y de los productos forestales se basan en la gestión del carbono. El carbono es un elemento clave para la vida en la Tierra y circula continuamente dentro de la biosfera —el ámbito que abarca todos los organismos vivos—. Dentro de este sistema, el carbono existe en tres grandes reservorios:

1. En la atmósfera, principalmente como dióxido de carbono (CO_2), el gas de efecto invernadero dominante.
2. En los organismos vivos, y como carbono orgánico presente en la hojarasca, el suelo y los sedimentos.
3. En los productos de origen biológico, donde el carbono se almacena después de la cosecha.

El carbono se mueve constantemente entre estos reservorios. Cuando la cantidad de carbono disminuye en uno, aumenta en otro en la misma proporción —por lo tanto, la cantidad total de carbono dentro de estos tres reservorios permanece esencialmente constante—.



Sin embargo, cuando el carbono se libera desde fuentes externas a la biosfera, el equilibrio se altera. Por ejemplo, la quema de combustibles fósiles moviliza carbono que ha permanecido almacenado durante millones de años, lo que incrementa las concentraciones de CO_2 en la atmósfera y provoca el cambio climático, sin reducir el carbono almacenado en los otros dos reservorios.

GESTIÓN DE LOS BOSQUES PARA CONTRARRESTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO

En peso seco, más del 50 % de la biomasa leñosa está compuesta por carbono, asimilado del CO₂ atmosférico mediante la fotosíntesis. Los bosques pueden almacenar enormes cantidades de carbono porque los árboles son grandes y longevos. Al plantar y cultivar bosques, se incrementa la reserva de carbono del ecosistema, reduciendo así la concentración de CO₂ en la atmósfera. Implementada a escala global, esta estrategia podría ralentizar de manera significativa tanto el ritmo como la magnitud del cambio climático.

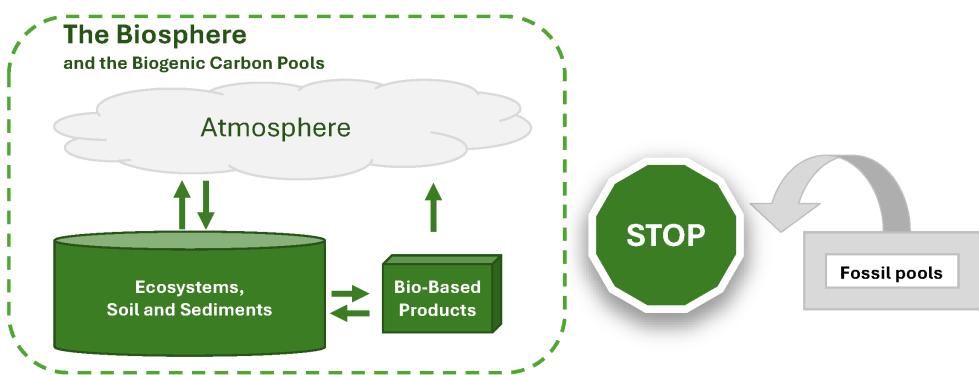
Sin embargo, a medida que los bosques maduran, alcanzan finalmente una etapa de clímax, en la que la absorción de carbono mediante el crecimiento se equilibra con el carbono liberado por la mortalidad y descomposición de los árboles. En esta fase, los bosques se vuelven neutros en carbono —mantienen el carbono almacenado, pero dejan de contribuir a la reducción del CO₂ atmosférico—. En contraste, la continua dependencia de fuentes de carbono fósil añade nuevo carbono a la biosfera, lo que acelera aún más el cambio climático.



UNA SOLUCIÓN CLIMÁTICA A LARGO PLAZO

La biomasa forestal puede utilizarse en la mayoría de las aplicaciones que actualmente dependen de materias primas fósiles. Cuando los bosques se gestionan de manera sostenible —asegurando que la tala y el crecimiento se mantengan en equilibrio a largo plazo—, pueden seguir proporcionando beneficios climáticos significativos tanto a través de la silvicultura como de las industrias basadas en los recursos forestales. Este enfoque ofrece tres ventajas principales:

- 1. Absorción sostenida de carbono:** los bosques se talan antes de alcanzar su etapa de clímax. Una vez replantados, los nuevos árboles continúan absorbiendo CO₂ de la atmósfera.
- 2. Almacenamiento ampliado de carbono:** aumenta la reserva de carbono contenida en los productos de origen biológico, manteniendo el carbono fuera de la atmósfera durante largos períodos.
- 3. Reducción de las emisiones fósiles:** un mayor uso de materias primas renovables y biológicas limita la extracción y liberación de carbono fósil, reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero.



El uso de biomasa producida de manera sostenible como materia prima en lugar de fuentes fósiles ofrece una oportunidad para reducir la entrada de carbono fósil a la atmósfera.

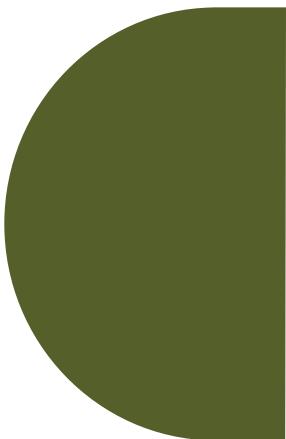
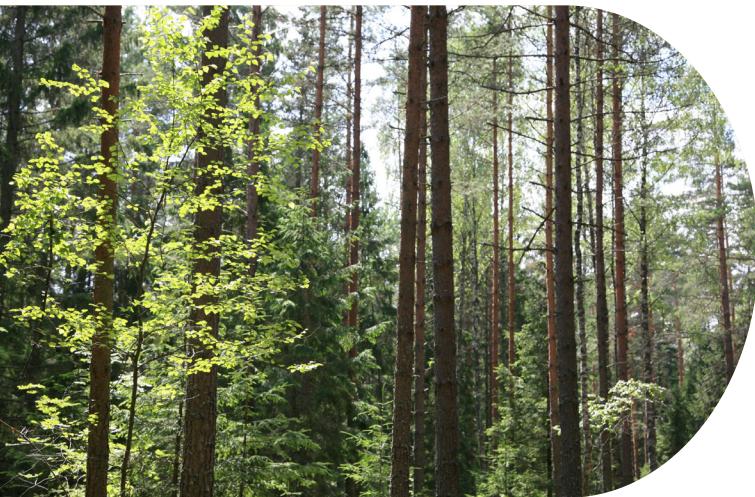
4. Maximizar los beneficios climáticos de los productos forestales

Aumentar las reservas de carbono tanto en los bosques en pie como en los productos forestales redistribuye el carbono dentro de la biosfera, reduciendo así los niveles de dióxido de carbono atmosférico. Los bosques gestionados de forma sostenible y las industrias basadas en los recursos forestales desempeñan un papel fundamental en esta redistribución. Reconociendo este potencial, se promueven ampliamente los esfuerzos para aumentar el volumen en pie de los bosques del mundo y para ampliar las existencias de productos de madera de larga duración. La estrategia subyacente consiste en capturar la mayor cantidad posible de carbono procedente de las emisiones fósiles y almacenarlo en los árboles y en productos duraderos.

Sin embargo, los beneficios climáticos de los productos forestales van más allá del simple almacenamiento de carbono. Igualmente importante es su papel en la sustitución de materiales con una mayor intensidad fósil. Al ofrecer alternativas de origen biológico, los productos forestales reducen la dependencia de insumos fósiles y, por tanto, ayudan a frenar las emisiones responsables de los actuales altos niveles de dióxido de carbono atmosférico. Por lo tanto, evaluar el impacto climático del sector forestal requiere más que medir la cantidad neta de carbono almacenado en los ecosistemas y los productos. También es esencial tener en cuenta las emisiones evitadas derivadas de la reducción del uso de carbono fósil —una contribución conocida como el efecto de sustitución.



Imágenes: Sistema de riego en área de acopio de BCC en Indonesia – Archivo de BCC AB



EL ESCURRIDIZO EFECTO DE SUSTITUCIÓN

El efecto de sustitución describe en qué medida se evitan las emisiones de carbono de origen fósil al utilizar materiales de base biológica, en lugar de materiales derivados de combustibles. Su magnitud depende del factor de sustitución del producto biobasado. Un factor de sustitución igual a 1 indica que cada átomo de carbono contenido en el producto forestal evita la emisión de un átomo de carbono fósil. Mientras el factor de sustitución sea mayor que cero, el producto biobasado contribuye a reducir las emisiones de carbono fósil.

El factor de sustitución de un producto específico puede determinarse mediante un Análisis del Ciclo de Vida (ACV). Este factor varía considerablemente entre los distintos productos forestales y evoluciona con el tiempo a medida que se desarrollan las tecnologías de producción tanto de materiales biobasados como fósiles.

Se ha encontrado que el factor de sustitución para los biocombustibles forestales es de 0,8⁶, y puede llegar a ser de 2,8⁷ en el caso de los textiles a base de celulosa. Para la madera de construcción, el factor suele oscilar entre 1,3 y 1,6, mientras que los productos químicos de origen forestal, el papel y el cartón presentan valores entre 1,0 y 1,5. Revisiones exhaustivas de la literatura científica sugieren un factor de sustitución promedio, considerando todas las categorías de productos, que varía entre 0,6⁸ y 1,2⁹.



IMPULSAR LA SUSTITUCIÓN MEDIANTE EL RECICLAJE

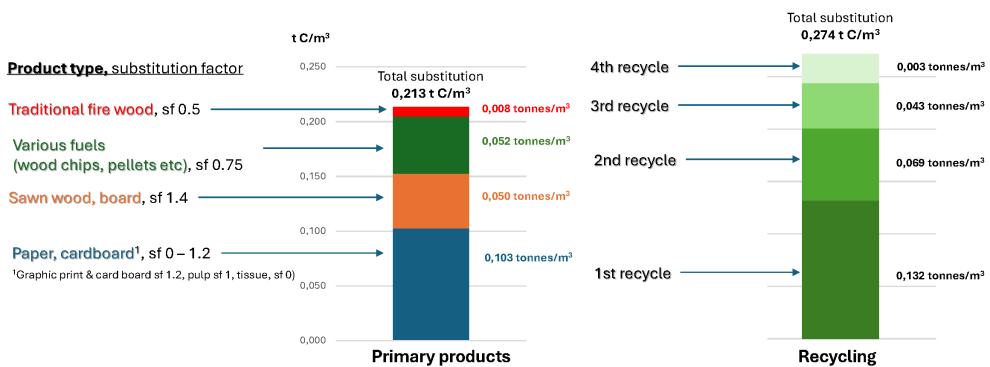
Al llegar al final de su vida útil, los productos forestales pueden utilizarse para la generación de energía mediante combustión. Sin embargo, desde una perspectiva tanto climática como ambiental, es preferible reciclar la biomasa contenida en los productos desecharados y utilizarla como materia prima para fabricar nuevos productos.

Un metaanálisis que examinó el impacto climático de los productos forestales en Suecia¹⁰ se basó en estadísticas oficiales sobre el uso de la madera en distintas categorías de productos dentro de la industria forestal sueca, combinadas con las tasas de reciclaje registradas de los productos primarios. Estos datos se integraron con los factores de sustitución discutidos en la sección anterior para calcular un efecto de sustitución

promedio por metro cúbico de madera utilizada en Suecia. La figura ilustra el factor de sustitución agregado resultante por metro cúbico de madera procesada por la industria forestal sueca en 2020. Los productos de primera generación —o primarios— lograron un efecto de sustitución equivalente a una reducción de 0,213 toneladas de emisiones de carbono fósil. La leña y los combustibles derivados de la madera —como astillas, pellets y licor negro— contenían casi la mitad del carbono de todos los productos primarios, pero contribuyeron solo con el 28 % del efecto total de sustitución.

El uso en cascada de la biomasa, mediante el reciclaje de productos primarios tras su vida útil, aumentó sustancialmente el efecto de sustitución. Después de cuatro ciclos de reciclaje, el efecto se más que duplicó, evitando 0,274 toneladas adicionales de emisiones de carbono fósil. Cabe destacar que solo el 22 % de este incremento provino del reciclaje de productos de madera maciza, mientras que los productos de papel reciclado representaron el 78 %. Casi la mitad del beneficio total derivado del reciclaje se logró ya tras el primer ciclo.

Estos resultados subrayan la importancia de desarrollar y utilizar alternativas de base biológica para reemplazar los materiales con alta intensidad fósil. Asimismo, demuestran que contar con sistemas eficientes de recogida y reciclaje de productos de origen biológico ofrece una contribución viable y altamente significativa a los beneficios climáticos globales de los productos forestales.



Los productos primarios obtenidos de 1 m³ de madera cosechada reducen las emisiones de carbono fósil en 0,213 toneladas (gráfico de la derecha), y los actuales sistemas de reciclaje suecos —incluida la conversión final en energía— aumentan el efecto de sustitución en otras 0,274 toneladas (gráfico de la izquierda).

REFERENCIAS

- ¹Björheden, R., Sonesson, J., Berlin, M. & Karlsson, B., 2019. Hallands skogar ur ett klimatperspektiv. Utredningar, Skogforsk.
- ²Malmström, C., 1939. Hallands skogar under de senaste 300 åren. Meddelanden från Statens Skogsforskningsanstalt, Häfte 31, nr 6.
- ³Bastin et al. 2019. The global tree restoration potential. *Science* Vol. 365, No. 6448.
- ⁴Wang et al. 2025. Land availability and policy commitments limit global climate mitigation from forestation. *Science*, Vol 389, Issue 6763, pp. 931-934
- ⁵Canadell, P. 2025. The climate case for planting trees has been overhyped — but it's not too late to fix it. Accessed 2025-10-19.
- ⁶Soimakallio, S., Saikku, L., Valsta, L. & Pingoud, K., 2016. Climate Change Mitigation Challenge for Wood Utilization. The Case of Finland. *Environ. Sci. Technol.* 50: 5127–5134.
- ⁷Rüter, S., Werner, F., Forsell, N., Prins, C., Vial, E. & Levet, A.-L., 2016. ClimWood2030, Climate benefits of material substitution by forest biomass and harvested wood products: Perspective 2030 - Final Report.
- ⁸Hurmekoski, E., Smyth C. E., Stern T., Verkerk, P. J. & Asada, R., 2021. Substitution impacts of wood use at the market level: a systematic review. *Environ. Res. Lett.* 16.
- ⁹Leskinen, P., Cardellini, G., González-García, S., Hurmekoski, E., Sathre, R., Seppälä, J., Smyth, C., Stern T. & Verkerk, P. J., 2018. Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation. From Science to Policy 7. European Forest Institute.
- ¹⁰Björheden, R., 2024. Länge leve de kortlivade produkterna (Long live the short-lived products). Manuscript in Swedish, Skogforsk.

CONTACTO



skogforsk

DIRECCIÓN

Dag Hammarskjölds väg 36 A
752 37 Uppsala. Suecia

TELÉFONO/CORREO ELECTRÓNICO

+46 (0)18-18 85 00
skogforsk@skogforsk.se

WEB

www.skogforsk.se



DIRECCIÓN

Profilgatan 15
261 35, Landskrona, Suecia

TELÉFONO/CORREO ELECTRÓNICO

+46 418 44 99 20
bcc@bccab.com

WEB

www.bccab.com

