



Eucalipto

HISTORIA, TERRITORIO
Y CONOCIMIENTO.

A low-angle, upward-looking photograph of several tall eucalyptus trees. The trunks are light-colored and textured, with some showing small holes. The foliage is dense and green, reaching towards a clear, bright blue sky. The perspective creates a sense of height and verticality.

Eucalipto

HISTORIA, TERRITORIO
Y CONOCIMIENTO.

Eucalipto

**HISTORIA, TERRITORIO
Y CONOCIMIENTO.**

Ficha técnica

Autores: Helena Pereira, Francisco Gomes da Silva, Teresa Soares David e Maria José Roxo.

Título: Eucalipto - Historia, Territorio y Conocimiento.

Editor: The Navigator Company

Lugar y año de publicación: Lisboa, noviembre de 2025

Diseño: Shift, Your Branding Agency

Impresión: Sprint

Papel tapas: Inaset Plus 350g/m2

Papel Miolo: Inaset Plus 120g/m2

Tirada: 20 000

Depósito Legal: 555853/25

ISBN: 978-989-36348-1-3

La presente publicación divulgativa ha sido desarrollada a partir del conocimiento científico y técnico recabado en el Fórum do Eucalipto, durante cerca de dieciocho meses, reuniendo aportaciones, opiniones y sugerencias de unos 400 especialistas y actores del sector. Todo ese contenido se encuentra detallado en el libro “O Eucalipto em Portugal”.

Este conocimiento ha sido recopilado en este libro por Key Message, editado y revisado por Cristina Marques, Tânia Sofia Oliveira y el Conselho Científico do Fórum do Eucalipto: Helena Pereira, Teresa Soares David, Maria José Roxo y Francisco Gomes da Silva.

Noviembre de 2025

Índice



6	Prefacio El papel del eucalipto
12	Capítulo 1 Los bosques de plantación generan empleo, crean riqueza y producen servicios ecosistémicos
24	Capítulo 2 De dónde viene el eucalipto y cómo se adaptó a Portugal
40	Capítulo 3 Suelo y agua
60	Capítulo 4 Biodiversidad
78	Capítulo 5 Incendios
92	Capítulo 6 Gestión activa y sostenible: clave para la prosperidad del bosque
104	Capítulo 7 Cómo participa el eucalipto en un futuro verde
140	Resumen

Prefacio



El papel del eucalipto

La historia del papel es fascinante. Surgió en China en el siglo II y llegó a Europa gracias a la intermediación de los árabes. Entró por la península Ibérica, por lo que no es de extrañar que el papel europeo más antiguo sea el del *Misal de Silos*, un manuscrito del siglo XI, custodiado en el Monasterio de Santo Domingo de Silos, cerca de Burgos (España), cuyo papel debió llegar de un molino árabe. Mientras que los chinos ya imprimían en papel en el siglo VIII (de esa época son las impresiones más antiguas de cuya fecha se tiene certeza), los europeos tuvieron que esperar hasta el siglo XV para obtener sus primeras impresiones en ese soporte. Debemos a Johannes Gutenberg, con taller en Mainz (Alemania), la reinención de esa tecnología, cuando en 1455 salió de la imprenta su famosa *Biblia* de 42 líneas.

En 1770, el futuro presidente de la *Royal Society of London*, Joseph Banks, que participaba en la primera expedición de James Cook al Pacífico, identificó en Australia un árbol muy abundante en esas tierras y que hoy en día constituye la principal materia prima del papel en el mundo: el eucalipto (*Eucalyptus* spp.).

Este árbol se plantó en Europa, en América y en otros continentes, donde creció y se multiplicó. Al igual que muchas otras especies vegetales, como el arroz llegado de Asia o el maíz de América Central, se globalizó en beneficio de todos. Si bien las circunstancias aleatorias de la evolución dieron lugar a ciertas especies en lugares determinados, eso no significa que no puedan crecer en otros, igual de bien, o incluso mejor, que en su lugar de origen. El planeta acoge la vida por todas partes y en numerosas ocasiones llega de la mano del ser humano.

El papel chino estaba fabricado principalmente de tejidos, aunque podía incorporar residuos vegetales. Fue con la Revolución Industrial, entre los siglos XVIII y XIX, cuando se inventaron en el Reino Unido las máquinas que usaban la madera para fabricar papel. Enseguida se comprobó que los árboles llegados de Australia suministraban una madera excelente para tal fin. A 1829 se remontan las primeras plantaciones de eucalipto en Portugal, que tuvieron lugar en la Quinta da Formiga, en Vila Nova de Gaia. Nuestro país fue pionero en la producción de papel a partir de la madera de eucalipto. En 1920, en la fábrica de Caima, en Albergaria (Aveiro), ya se hacía pasta de papel a partir de madera de eucalipto por el método del sulfito.

En 1957 en Cacia, también en Aveiro, la Companhia Portuguesa de Celulose, precursora de la actual The Navigator Company, fabricaba pasta de papel a partir de eucalipto mediante un proceso más eficiente que el del sulfito, denominado *kraft*, que significa fuerte. Fue un invento a nivel mundial: se trataba de “cocinar” las fibras de la madera de un modo que resultó ser extremadamente productivo. Esta innovación ayuda a explicar por qué hoy en día Portugal ocupa un lugar preeminente en el mundo en la producción industrial de papel. La especie dominante en Portugal en el suministro a la industria del papel es el *Eucalyptus globulus*, que permite obtener un papel excelente, blanco y resistente.

Cuando miro a un imponente eucalipto (el árbol más alto de Europa está en Mata de Vale de Canas, Coímbra, cerca de mi casa) no puedo dejar de pensar en las resmas de papel que permite hacer, ya sea para libros, para periódicos, o para cualesquiera de los numerosos usos del papel.

Soy un lector en papel obsesivo, mucho más que en pantallas. Aprendí a leer con los periódicos y me formé, aparte de con los manuales escolares, con la ayuda de los libros de las bibliotecas, mucho antes de que proliferaran los ordenadores personales interconectados con Internet.

Uno de los mayores honores que tuve en mi vida fue el de estar a cargo de la Biblioteca General de la Universidad de Coímbra, que alberga la Biblioteca Joanina, una de las más bellas del mundo, donde desde 1728 se guardan numerosos libros antiguos, algunos de los cuales datan del siglo XII. En el colindante Departamento de Física de la Universidad, donde fui docente durante más de cuatro décadas, creé el “Rómulo”, una biblioteca de cultura científica que toma su nombre de Rómulo de Carvalho, el profesor de Física y Química que también fue poeta con el nombre de António Gedeão. Y, recientemente, el Ayuntamiento de Coímbra me obsesquió con la concesión de la antigua Estação Elevatória de Coímbra, situada en el Parque de la Ciudad, para albergar mi biblioteca personal, que doné al municipio. Esta colección de más de treinta mil volúmenes quedará en un espacio público a disposición de la comunidad.

Los libros colocados en las bibliotecas, hechos de papel, son extraordinarios medios para guardar la memoria, para comunicar a generaciones separadas en el tiempo, para construir colectivamente nuestro futuro. Nos inspiran para hacer las cosas mejor que antes. No estamos seguros de cuánto tiempo durarán los soportes digitales, pero sabemos que los libros de papel existen desde hace muchos siglos, cariñosamente guardados en nuestras bibliotecas. Me siento feliz por haber conservado una biblioteca plurisecular y haber creado otras dos que espero que duren mucho tiempo.

Llegados a este punto, el lector ya debe tener claro en cuán alta consideración tengo al *Eucalyptus globulus*. Sin él no habría aprendido lo que aprendí, ni habría escrito lo que escribí, procurando devolver un poco de lo mucho que recibí. El papel que ese árbol nos da nos es de una enorme utilidad para que podamos leer y escribir libremente lo que se nos antoje, ya sea manuscrito o impreso. Y a esa utilidad se le añade hoy en día la de los embalajes, que actualmente son la principal aplicación del papel en el mundo: por ejemplo, las bolsas de papel ya sustituyen con mucha ventaja a las de plástico. Pero el uso del eucalipto en nuestra vida va mucho más lejos que el papel en sentido literal: la madera de eucalipto, como la de otros árboles, sirve para producir biomasa combustible, para la construcción civil y para fabricar muebles. Por ejemplo, para hacer las estanterías donde colocamos los libros.

A pesar de que los méritos del eucalipto, que acabo de resumir, son bien conocidos, existe toda una serie de acusaciones sobre él. Por ejemplo, que secan el suelo o que favorecen los incendios. Algunas de estas acusaciones son injustas, como se demuestra en este libro. Cierta opinión pública hizo del eucalipto un chivo expiatorio de muchos males que afectan al campo en vez de culpar a nuestra desatención de la naturaleza.

El bosque plantado, que es más de dos terceras partes del bosque portugués, cuando está bien gestionado, permite suministrar toda una serie de productos, como los arriba citados. Una vez colectada la madera, los árboles vuelven a crecer, como sucede con cualquier otro cultivo. En ese bosque tiene que estar el del eucalipto. Además de sus productos materiales, los bosques plantados nos proporcionan unos beneficios inestimables: capturan el carbono (un proceso inestimable en momentos de calentamiento global), garantizan condiciones de biodiversidad, protegen el suelo contra la erosión y nos ofrecen lugares apacibles para el esparcimiento.

Resulta difícil de expresar el placer de pasear en un bosque, como en Coímbra, en el de Vale de Canas, llenando los pulmones de aire puro y sintiendo por aquí y por allí el olor de aceites esenciales (que también pueden aprovecharse). Como el placer de leer un buen libro **sentado** a la sombra de un viejo árbol.

Mucho se ha escrito sobre el eucalipto. Hay un relato verdadero y otro falso entorno a lo que se dice sobre este árbol. Debemos establecer los límites entre ambos, algo que no siempre es fácil, habida cuenta del arraigo de muchos mitos. Las ciencias forestales han abierto camino, pero aún tienen mucho por andar.

Por desgracia, se han visto impulsadas por los incendios que han consumido partes de un planeta sobrecalentado. Si hoy en día no tenemos más beneficios de los bosques, los culpables somos nosotros, que no hemos sido capaces de gestionar correctamente las extensas manchas verdes de nuestro territorio. Cuando la población cambió las montañas por las ciudades, quedaron abandonados grandes espacios del interior.

En este libro, basado en una fuente inagotable de literatura científica, el lector encontrará información en un lenguaje sencillo ofrecida por una serie de expertos, que se reunieron en el Foro del Eucalipto, celebrado en Lisboa en 2024. El debate sobre el eucalipto fue oportuno y debe continuar, tanto entre la comunidad científica como entre el público en general, intentando siempre acercar la primera al segundo. Esperamos, con la ayuda de este libro, arrojar luz sobre este debate.

Carlos Fiolhais

Profesor emérito de Física de la Universidad de Coímbra



Biblioteca Joanina, parte de la Biblioteca General de la Universidad de Coimbra.
Fotografía de Paulo Mendes.



Capítulo 1



Los bosques plantados generan empleo, crean riqueza y producen servicios ecosistémicos



Los bosques plantados, es decir, los bosques que fueron objeto de siembra o plantación ordenada por iniciativa humana, desempeñan un papel socioeconómico fundamental, tanto en Portugal como en todo el mundo. Pero su valor va más allá: hoy en día son piezas clave en la protección ambiental y en la reducción de los efectos del cambio climático.

Los bosques plantados constituyen cerca del 7 % del área boscosa del mundo, cubriendo 293,8 millones de hectáreas, según el “*Global Forest Resources Assessment 2020*”. Incluyen “plantaciones forestales” y “otros bosques plantados”. Las plantaciones forestales están constituidas por una o dos especies, gestionadas activamente para la producción de madera, fibras, energía u otros productos no leñosos. Corresponden a 131 millones de hectáreas, es decir, el 45 % del área total de bosques plantados y el 3 % del área global de bosques. Los demás bosques plantados se utilizan para otros fines y, aunque hayan sido plantados o sembrados, presentan un aspecto similar al de los bosques naturales en su edad adulta, ocupando 162,8 millones de hectáreas.

Entre 1990 y 2020, la superficie mundial de bosques plantados creció 123 millones de hectáreas, de las que 55,8 millones corresponden a plantaciones.

Materia prima esencial

¿Será suficiente la superficie de bosque plantado para satisfacer las necesidades actuales y futuras de productos de origen forestal? No, las plantaciones forestales existentes no producen madera suficiente para hacer frente a la demanda global actual, estimándose que solo suministran una parte de las necesidades de la industria. Según la FAO, se estima que solo cerca de la mitad de los troncos de madera industrial usada en el mundo se originó en bosques plantados. Por otro lado, en las tres últimas décadas, el consumo de madera aumentó un 28 % mientras que los recursos de madera disponibles descendieron el 4 %.

Un hecho es cierto: las plantaciones forestales contribuyen a reducir la presión de la extracción de madera en los bosques naturales. Plantar más bosques con fines productivos y con una gestión sostenible es una forma de proteger el bosque natural y los “demás bosques plantados”.

¿Sabía que...?

Es necesario plantar más bosques: las plantaciones forestales que existen en el mundo no producen madera suficiente para la actual demanda global.

¿Para qué se utiliza la madera? Cerca de la mitad de la madera consumida, a nivel mundial, se usa como combustible, es decir, como fuente de energía para calefacción, cocinar y otros fines, incluida la leña, el carbón, la biomasa y los residuos del procesamiento de la madera. La otra mitad es materia prima industrial para madera aserrada, contrachapados y tableros aglomerados para la construcción y mobiliario y para pastas de celulosa. La producción de papel y cartón a partir de las pastas de celulosa representa entre el 13 % y el 15 % de la madera industrial.

Plantaciones forestales y especies exóticas

La superficie de plantaciones forestales compuesta por especies exóticas corresponde tan solo al 1,4 % de toda la superficie forestal del mundo y al 44 % de la superficie total de plantaciones. Pero existen grandes diferencias entre regiones. Por ejemplo, en Europa, el 78 % del total de las plantaciones está constituida por especies introducidas.

En Portugal, en 2020, había 2,3 millones de hectáreas de bosques plantados de un total de 3,3 millones de hectáreas de bosque, es decir, los bosques plantados corresponden al 70 % del total de la superficie forestal. Una parte de esa superficie fue plantada con especies exóticas (en total existen cerca de 110 especies exóticas) que se fueron introduciendo en el territorio nacional a lo largo de los siglos, debido a su interés para forestación o producción: por ejemplo, el nogal, el plátano, el castaño y el eucalipto. Las plantaciones de eucalipto ocupaban 695.000 hectáreas de poblaciones puras (es decir, donde únicamente existe esa especie).



El bosque de eucalipto es fuente de energía renovable

Las modernas plantas industriales de producción de pasta y de papel incorporan una importante fuente de energía renovable en su proceso: la biomasa, que incluye la parte no celulósica de la madera usada en el proceso productivo (lignina y otros compuestos), la corteza de los árboles retirada al descortezar la madera y otras partes sobrantes.

Nada se pierde: la biomasa se quema en calderas especiales, y se transforma en energía. El sector de la pasta y del papel produjo, en 2022, el 5,8 % del total de la energía nacional.

Empleo y dinamización de la economía

El sector forestal desempeña un papel fundamental en la economía nacional, contribuyendo al empleo y al desarrollo económico, tanto a través de las industrias de base forestal como de las actividades de silvicultura y explotación forestal. Esto resulta especialmente relevante para las comunidades rurales, donde los bosques constituyen una fuente importante de sustento y un motor de desarrollo socioeconómico.

En 2022, el empleo relacionado con el bosque representó el 2,22 % del empleo nacional, según datos del INE. En las industrias de base forestal había empleadas 78 600 personas. El subsector de la pasta y del papel, con 562 empresas, daba trabajo a casi 14 000 personas, lo que representa el 17 % del empleo de las industrias de base forestal y el 13 % del empleo en el sector forestal.

¿Sabía que...?

Las actividades relacionadas con el eucalipto en Portugal crean empleo, directo, indirecto e inducido, para más de 50 000 personas en la industria y la gestión forestal.



Creación de riqueza y exportaciones con origen en el bosque

Los productos industriales originados en el bosque han sido grandes impulsores de las exportaciones. En 2022, el excedente de la balanza comercial superó los 3 300 millones de euros. Los datos del INE revelan que, ese año, el valor de las exportaciones forestales (que incluyen materiales de origen forestal y productos industriales derivados) fue el más elevado registrado, con un total de 7 100 millones de euros, lo que supuso el 9,1 % del total de las exportaciones de bienes de Portugal.

La gran aportación corresponde a los productos forestales transformados por la industria, que generaron más de 6 900 millones de euros, el equivalente al 98 % de los ingresos totales obtenidos por las exportaciones forestales. Los sectores de la pasta y del papel representan entre el 50 % y el 55 % de este valor (aproximadamente el 5 % de las exportaciones nacionales, correspondiendo a 3 800 millones de euros en 2022). El saldo de la balanza comercial de los productos “pasta, papel y cartón” ha sido positivo a lo largo de las últimas décadas (2 100 millones de euros en 2022). En el período entre 2013 y 2022, el valor de las exportaciones fue ligeramente superior al doble del valor de las importaciones, según los datos de Biond.

En 2022, el volumen de negocio de las industrias forestales ascendió a 14 700 millones de euros y el VAB a 3 700 millones de euros, lo que supuso el 6 % del PIB nacional. En el sector de la pasta y el papel, el valor total de las ventas alcanzó los 4 100 millones de euros, lo que supuso el 1,7 % del PIB de ese año.

¿Y el valor de los servicios ecosistémicos?

Todos los bosques gestionados de forma sostenible, incluidas las plantaciones forestales, ofrecen a la sociedad diversos servicios ecosistémicos, tales como la captura de carbono, la mejor filtración del agua en el suelo, la disminución del riesgo de inundaciones leves y medias, la protección del suelo frente a la erosión y el ocio.



En 2019, el proyecto europeo INCA (*Accounting for ecosystems and their services in the European Union*) estimó el valor de diez servicios de los diferentes ecosistemas de la Unión Europea, donde se incluyen los espacios arborizados, en más de 234 000 millones de euros. El uso recreativo de la naturaleza es el servicio de los ecosistemas que más contribuye a este valor, seguido de la purificación del agua.

En Portugal, el servicio de los ecosistemas con el valor más elevado es también el uso recreativo de la naturaleza, que representa cerca de 2 300 millones de euros (el 54 % del valor total de los servicios ecosistémicos del país),

seguido por el suministro de madera, con un valor de 480 millones de euros (el 11 % del valor total) y la captura de carbono, responsable de 344,7 millones de euros (el 8 % del valor total).

Si se añade a estos servicios la reducción de la probabilidad de inundaciones y la purificación del aire, los bosques y las zonas boscosas están relacionadas con el 75,2 % del valor total de los servicios ecosistémicos en el país. Este es un valor elevado, que muestra la importancia de los bosques no solo para la creación de riqueza y empleo, sino también como proveedores de importantes servicios ecosistémicos, vitales para el medio ambiente y para las personas.

¿Sabía que...?

El valor de los servicios ecosistémicos es cuantificable. En Portugal, el servicio con el valor más elevado es el uso recreativo de la naturaleza, que representa cerca de 2 300 millones de euros (el 54 % del valor total de los servicios ecosistémicos).





Preguntas y respuestas

1. ¿Cuál es la proporción de los bosques plantados en relación con el total de los bosques del mundo y en Portugal?

Los bosques plantados suponen el 7 % de la superficie boscosa del mundo, cubriendo 293,8 millones de hectáreas, según el *Global Forest Resources Assessment 2020*. En Portugal, los bosques plantados constituyen el 70 % de la superficie forestal.

2. ¿Los bosques plantados contribuyen a preservar los bosques naturales?

Sí. A nivel mundial, los bosques plantados, y en particular las plantaciones forestales, suministran a la industria casi la mitad de la madera necesaria para fabricar diversos productos, disminuyendo la necesidad de talar árboles en zonas de bosque natural, contribuyendo así a su preservación.

3. ¿Qué volumen suponen los productos forestales en las exportaciones portuguesas?

Los materiales de origen forestal y los productos industriales derivados de ellos supusieron, en 2022, más de 7,1 millones de euros de ingresos por exportaciones, lo que representa el 9,1 % del total de las exportaciones de bienes en ese ejercicio (INE).

4. ¿Cuál es el volumen del sector de la pasta y del papel en la economía nacional?

En 2022, el valor total de las ventas del sector de la pasta y del papel alcanzó los 4 100 millones de euros, representando el 1,7 % del PIB nacional (INE).

5. ¿Cuál es el valor de los servicios ecosistémicos generados por el bosque en Portugal?

El proyecto europeo INCA estimó que los bosques y las superficies boscosas están asociados a casi el 75 % del valor total de los servicios ecosistémicos nacionales, calculado en 4 300 millones de euros.



Foto de 1911, eucaliptos de un año de edad
(Colección de José Neiva Vieira)

Capítulo 2



De dónde viene el eucalipto y cómo se adaptó a Portugal



Originario de Australia, Indonesia, Timor-Oriental, Papúa Nueva Guinea y Filipinas, el eucalipto llegó a Portugal en el siglo XIX y, con el tiempo, se convirtió en algo más que un viajero ocasional. Hoy en día es una especie naturalizada, aunque no es originaria de Portugal, su adaptación tuvo tanto éxito que parece que siempre formó parte del paisaje. Resiliente y versátil, dio forma al territorio y a nuestras vidas, entrelazando sus raíces con la narrativa de los bosques portugueses.

Su historia en nuestro país es fascinante, hecha de adaptación, controversia y reconocimiento de su potencial. Pero ¿cómo llegó hasta aquí? ¿Y por qué se adaptó tan bien?

Cómo empezó todo

Las primeras semillas de eucalipto desembarcaron en Portugal a principios del siglo XIX, traídas desde Australia por exploradores. La primera plantación documentada de eucaliptos, con la especie *Eucalyptus obliqua*, se remonta a 1829, en la Quinta da Formiga, situada en Vila Nova de Gaia.

Se estima que el *Eucalyptus globulus*, la especie más abundante hoy en día en Portugal, llegó a mediados del siglo XIX, cuando existía una tendencia a encargar semillas de plantas exóticas al objeto de embellecer parques y jardines. Los propietarios particulares fueron los pioneros en su introducción y en poco tiempo el eucalipto se convirtió en una especie conocida en nuestro país.

Alrededor de 1870, Portugal se enfrentaba a una escasez de zonas arborizadas y las cualidades de los eucaliptos no pasaron desapercibidas: un ritmo de crecimiento excepcional y la versatilidad en los usos de la madera, útil para varios sectores, desde la carpintería hasta la construcción naval. La madera destacaba incluso por su durabilidad, su corteza servía para los curtidos y las hojas, ricas en eucaliptol (o cineol), eran valoradas por sus propiedades medicinales. Además, se creía que los eucaliptos podían ayudar a desecar ciénagas y a recuperar paisajes degradados, como las zonas de explotación minera en el Vouga y en el norte. El descubrimiento de su potencial para fabricar pasta para papel reforzó aún más su fama.

No obstante, no era solo su utilidad lo que llamaba la atención, sino que también la facilidad de cultivo se reveló como algo fundamental. Los eucaliptos se adaptaban bien a terrenos pobres y marginales, crecían rápidamente, alcanzando en poco tiempo un porte elegante y de gran envergadura, presentaban menos problemas fitosanitarios que otras especies y la capacidad de rebrotar de los troncos permitía varias recolecciones a partir de una única plantación.

De la curiosidad a los fines comerciales

Fue la Companhia Real dos Caminhos de Ferro Portugueses la que dio inicio a las primeras plantaciones nacionales de eucaliptos con fines comerciales, destinadas a la producción de traviesas para las vías del ferrocarril. El hito inicial tuvo lugar en 1869, con la plantación de 2 200 eucaliptos en Oporto. Al año siguiente, la compañía estableció viveros a partir de semillas en varias estaciones de la línea férrea, y promovió la plantación de eucaliptos en las estaciones y en las casas de los guardas. Este esfuerzo estratégico tenía por objeto garantizar el suministro sostenible de madera para la infraestructura ferroviaria, al mismo tiempo que contribuía a poblar de árboles los paisajes en torno a las ferrovías.



Viveros de eucalipto, Lavos
(Colección de José Neiva Vieira)

También en esa época surgen los registros de *Eucalyptus globulus* en propiedades privadas, ya fuera con fines ornamentales o para proteger a las vides del viento. El uso de la flor del eucalipto para producir miel, o los beneficios indirectos de su presencia en la mejora de las condiciones higiénicas, especialmente en zonas insalubres, y para combatir las fiebres de la población local, fueron argumentos que sirvieron para expandir el eucalipto. Los relatos destacan asimismo, el aroma característico y refrescante de su follaje, ampliamente apreciado por su efecto purificador del aire y sus aplicaciones terapéuticas. Además, la corteza del eucalipto resultó ser valiosa gracias a su elevado volumen de taninos, por lo que se utilizaba para el curtido de pieles, una práctica esencial para diversas industrias de la época.

En 1867, la Dirección de Obras Públicas de Coímbra da inicio a las plantaciones de eucaliptos en la Mata Nacional de Vale de Canas, donde todavía hoy se alza el karri (*Eucalyptus diversicolor*) más alto de Europa. En 1879, las Matas de Leiria y de Foja empezaron asimismo a recibir eucaliptos y, en 1883, el *Eucalyptus globulus* empezó a ser plantado a gran escala en las Matas de Valverde, Gaio y Leiria. En 1880, en una propiedad de 200 hectáreas cerca de Abrantes, sugestivamente denominada “Nova Tasmânia”, se estableció la mayor plantación de eucaliptos, con más de 150 000 ejemplares de varias especies. Entre ellas, el *Eucalyptus globulus* y el *Eucalyptus camaldulensis* destacaban por sus excelentes resultados.

En 1907, la Cámara de los Diputados discutió la posibilidad de plantar eucaliptos a lo largo de las carreteras con el objetivo de delimitar las vías, lo que supuso un nuevo hito en la integración del eucalipto en el paisaje del país.



(Colección de José Neiva Vieira)

El salto económico

Durante la Primera Guerra Mundial, el eucalipto resultó esencial como fuente de leña y carbón. No obstante, en la década de 1920 aparecieron las primeras críticas a la especie, motivadas por la defensa de un país agrario y por la resistencia a las políticas de industrialización y reforestación.

Durante la Segunda Guerra Mundial, la escasez de carbón dio lugar a la expansión de la minería nacional y al uso de la madera para apuntalar las minas y como combustible alternativo al carbón. La madera de eucalipto era óptima gracias a su rápido crecimiento y a su robustez, plantándose eucaliptos en zonas próximas a las minas.

Se estima que en la primera mitad del siglo XX existían cerca de 50 000 hectáreas de eucalipto en Portugal. A partir de la década de 1960, el eucalipto y la industria de pasta y de papel se convirtieron en importantes motores de la expansión forestal con base en las plantaciones de *Eucalyptus globulus*, debido a la consolidación de la industria de celulosa en Portugal y al interés privado de los propietarios forestales. En 1990, los eucaliptales alcanzaron una superficie de 450.000 hectáreas. Hasta finales del siglo XX, se introdujeron en Portugal cerca de 250 especies de eucalipto, siendo el *Eucalyptus globulus* ampliamente dominante, seguido del *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus maidenii*.

"El proceso kraft"

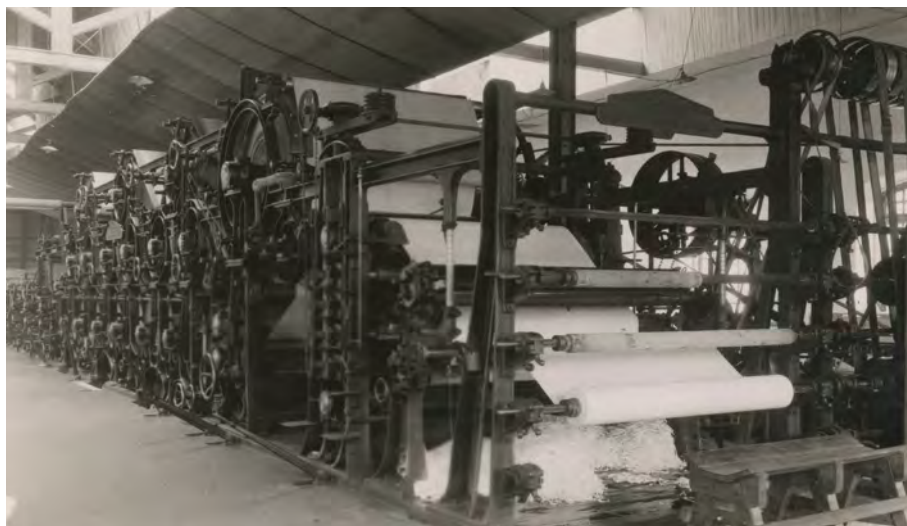
Este nombre, derivado del término alemán *kraft*, que significa fuerte, refleja su principal ventaja: la producción de pasta con mayor resistencia mecánica. Actualmente, se debe a este método más del 94 % de la producción mundial de pasta de papel.

Esencial en la industria portuguesa

El eucalipto pasó de ser una curiosidad exótica a materia prima de una industria pionera durante el siglo XX. En torno a 1907 la Caima Pulp Company, en Albergaria, inició unas pruebas pioneras para producir pasta de papel a partir de la madera de *Eucalyptus globulus*. En la década de 1920, esta empresa consiguió un logro notable: produjo la primera pasta de eucalipto utilizando el método sulfito que era, en esa época, el más avanzado y más utilizado en la producción de pasta de papel.

La coyuntura de la Segunda Guerra Mundial desencadenó los primeros estudios e iniciativas que consolidaron la industria de pasta de papel en Portugal. En 1953, la Companhia Portuguesa de Celulose (CPC), situada en Cacia, empezó a producir pasta y, a partir de 1956, probó, con éxito y por primera vez a nivel mundial, el innovador proceso *kraft* para producir pasta a partir de madera de *Eucalyptus globulus*.

En abril de 1957, CPC inició la producción de pasta *kraft* de eucalipto, de forma regular, resultando de muy buena calidad y muy adecuada para la producción de papel de impresión y para escritura. Se inició con gran éxito su comercialización y exportación, siendo CPC la pionera mundial en la producción de pasta *kraft* blanqueada de eucalipto. Su notable crecimiento dinamizó económicamente la zona de Aveiro, desarrolló el puerto comercial y llegó a dar empleo a más de 1 600 personas. Esta fábrica sería el embrión de la actual The Navigator Company.



Fábrica Cacia, 1961
(Colección de José Neiva Vieira)

Inversión estratégica

La destacada posición que ocupa Portugal actualmente en el sector papelero, tanto a nivel europeo como mundial, es fruto de inversiones pioneras en el bosque y en la industria, respaldadas por decisiones políticas iniciadas en el siglo XIX que pretendían aumentar el bosque y orientarlo para fines económicos, en particular, promoviendo la producción industrial de pasta y la fabricación de papel. En esa época, ya se producía papel de forma industrial en Portugal, pero basado en materias primas como paño de algodón y paja. En la década de 1920, se creó en Alcobaça la Estação de Experimentação Florestal do Sobreiro e do Eucalipto, que contribuyó al fomento inicial de la cultura del eucalipto y para identificar eucaliptos aptos para el sector maderero.

La Ley “Povoamento Florestal” de 1938 (“Lei dos Baldios”) dio origen a problemas con las poblaciones. La crítica a la expansión del *Pinus pinaster* se agudizó con la plantación de árboles en terrenos baldíos, invocando la disminución de las áreas de árboles de hoja caduca y el crecimiento de la superficie de *Pinus pinaster* como factores de degradación del suelo y del bosque. Cerca de 25 años después, surgió una polémica similar entorno al eucalipto.



Laboratorio de Tecnología de Maderas, Alcobaça 1963
(Colección de José Neiva Vieira)

Sostenibilidad y silvicultura productiva

La Conferencia de Río, organizada por las Naciones Unidas en 1992, marcó un hito en la llamada de atención para conciliar el desarrollo socioeconómico con el uso responsable de los recursos naturales, retomando el concepto de desarrollo sostenible que, desde entonces, se ha generalizado.

En el contexto forestal, el debate sobre el eucalipto se enmarca hoy en día en el concepto de gestión forestal sostenible, que intenta equilibrar la productividad y el valor económico con la valorización ambiental y social. Sin embargo, los bosques de producción siguen sin entenderse correctamente por una parte de la población, a menudo desconocedora

de la realidad rural. Esta incompreensión se ha visto acentuada por opiniones mediáticas que no siempre se sustentan en una visión técnica y científicamente informada de la cuestión.

Las políticas públicas no han ayudado a comprender el papel de los bosques de producción y se han visto influidas por la opinión pública generalista. Por ejemplo, a raíz de las temporadas de terribles incendios forestales, como reacción se ha aprobado una gran cantidad de normas legales, desordenada y cada vez más restrictiva de la actividad forestal basada en el eucalipto (así como en el *Pinus pinaster*), que penaliza a un sector competitivo y que no refleja el desarrollo de prácticas silvícolas responsables en las que se viene invirtiendo desde hace décadas.

Actualmente, existe una restricción a la plantación de eucaliptos, ya sea de reforestación como de forestación. La reforestación (plantación de especies forestales en zonas ocupadas por bosques en los últimos diez años) con eucaliptos tan solo se permite para renovar las poblaciones de esta especie. Las forestaciones (plantación de árboles en zonas sin ocupación forestal en los últimos diez años) con eucaliptos solo pueden efectuarse si áreas de iguales dimensiones son desafectadas de esta especie, además de la necesidad de cumplir determinadas una serie de condiciones. Estas restricciones únicamente se aplican al eucalipto.

El eucalipto en las políticas públicas

La legislación forestal que menciona específicamente al eucalipto se inició en 1927. Imponiendo algunas restricciones en cuanto a la proximidad de campos de cultivo, muros, edificios y manantiales, llegó a prohibirse su utilización en suelos de uso agrícola y las plantaciones en suelos destinados a bosques solo estaban permitidas con la aprobación de los Servicios Forestales. Si bien estas restricciones fueron abolidas en 1987, posteriormente la normativa en su conjunto se volvió más compleja, dando lugar a una legislación carente de estructura y de difícil comprensión.

De hecho, la plantación de eucaliptos experimentó un crecimiento significativo, impulsada sobre todo por la iniciativa privada. Este fenómeno generó preocupación entre algunos grupos sociales, que presionaron para que se impusieran restricciones legales a la expansión de esta especie. Así, al tiempo que se verificaba el incremento de la plantación de eucaliptos, el Estado legislaba imponiendo condiciones a dichas plantaciones.

Las razones del éxito del eucalipto

Rápido crecimiento y versatilidad

El eucalipto presenta un ciclo de crecimiento corto en comparación con otros árboles, lo que permite que sea más rentable para la producción de madera. Tan solo entre 10 y 15 años, es posible obtener una cosecha, mientras que otras especies necesitan ciclos de varias décadas. Este ciclo corto resulta particularmente ventajoso en un escenario global de creciente demanda de recursos renovables.

La madera de eucalipto está ampliamente reconocida por su calidad y versatilidad de usos. Desde su idoneidad para la fabricación de pasta de papel, hasta usos en la construcción civil y la producción de energía renovable. La flexibilidad de esta materia prima permite atender a diferentes segmentos de mercado y fortalecer la economía local y nacional.

Adaptabilidad

Una de las grandes ventajas del eucalipto es su capacidad de crecer en suelos relativamente pobres. Además, esta especie es poco vulnerable a las plagas y enfermedades y necesita menos productos químicos, lo que reduce los costes de mantenimiento y aumenta la sostenibilidad de la producción.

El uso eficiente de los recursos, como el agua y los nutrientes, también ha contribuido al éxito del eucalipto en Portugal. Por ejemplo, su eficiencia en cuanto al uso del agua, medida en m³ de agua utilizada por tonelada de biomasa producida, lo sitúa como una alternativa a otras especies utilizadas en los bosques de producción.

Ecología, clima y economía

El eucalipto es la base de la industria de la pasta de papel, un sector que genera miles de empleos y que representa una parte considerable de la economía y de las exportaciones nacionales. Asimismo, a nivel local tiene un impacto positivo significativo, especialmente en zonas rurales, donde las plantaciones de eucalipto crean empleo y dinamizan la actividad económica.

Además, las plantaciones gestionadas de forma sostenible contribuyen a la fijación de carbono, contribuyendo a mitigar los efectos del cambio climático. Las plantaciones bien gestionadas pueden actuar como sumideros de carbono, complementando otras medidas de mitigación. El eucalipto también se usa en proyectos de regeneración de áreas degradadas,

en el marco de buenas prácticas de gestión para evitar impactos negativos en el ecosistema.

La producción de pasta de papel a partir del eucalipto también es reconocida por su eficiencia, al necesitar menos energía y productos químicos en el proceso de fabricación que otras especies, lo cual contribuye a la competitividad de la industria portuguesa en el mercado internacional.



¿Sabía que...?

Natural del sureste de Australia y Tasmania, el *Eucalyptus globulus* se adaptó muy bien al clima templado de Portugal y España. El clima frío del norte y del centro de Europa no permite que sobreviva, ya que este eucalipto es sensible a las bajas temperaturas, las heladas o la nieve. Los requisitos climáticos limitan su plantación a gran escala a pocas zonas del planeta.

Preguntas y respuestas

1. ¿Cuándo llegó el eucalipto a Portugal y por qué motivo se plantó?

La primera plantación de eucaliptos documentada fue con la especie *Eucalyptus obliqua*, en 1829, en la Quinta da Formiga, en Vila Nova de Gaia. La especie *Eucalyptus globulus* llegó a Portugal a mediados de del siglo XIX. Inicialmente se plantó con fines ornamentales y medicinales, pero la calidad y versatilidad de su madera y la buena adaptación a las condiciones existentes dieron lugar a su expansión y actualmente es la especie de eucalipto dominante en Portugal.

2. ¿Cuál es su uso principal?

La madera de eucalipto se usa principalmente para producir pasta de papel, actividad de la que Portugal es líder europeo. Actualmente también desempeña un papel relevante en la bioeconomía de base forestal como materia prima natural y renovable, sustituyendo a otras materias primas de origen fósil.

3. ¿Cuáles son las características más apreciadas del eucalipto?

Para los productores forestales, el eucalipto genera un rendimiento económico más rápidamente que otras especies forestales, se adapta bien terrenos con características diferentes y produce madera de alta calidad para los fines a los que se destina. Para su explotación industrial posee una cualidad tecnológica elevada que lo convierte en una materia prima competitiva para producir pasta y papel, bioenergía y productos ecológicos.

4. ¿Cuáles son los principales desafíos para el bosque de eucalipto en Portugal?

Los eucaliptales se enfrentan a desafíos ambientales vinculados al monocultivo en grandes extensiones y al impacto en ecosistemas locales, lo que exige una gestión forestal activa y responsable.



Capítulo 3



Suelo y agua



El suelo y el agua son los pilares invisibles de cualquier bosque, siendo la base no solo del crecimiento de los árboles, sino también de las innumerables aportaciones al medio ambiente que ofrecen los ecosistemas. La protección del suelo frente a la erosión, la filtración del agua en el suelo, la reducción del riesgo de inundaciones pequeñas y medianas, así como la captura de carbono, son ejemplos de algunas de esas aportaciones. Las plantaciones forestales de eucalipto bien gestionadas permiten compatibilizar las necesidades de los árboles de rápido crecimiento con la conservación del medio ambiente que los sustenta.

El eucalipto presenta una gran capacidad para adaptarse a diferentes condiciones de suelo y clima aunque, al igual que otros árboles, presenta mayor productividad y sea menos susceptible a las plagas y enfermedades en lugares con condiciones más favorables.

Las plantaciones de eucalipto pueden integrarse en una gestión sostenible del suelo y del agua, conciliando la productividad con la protección ambiental.

La interacción del eucalipto con el suelo

En la gestión sostenible de las plantaciones forestales, el suelo y el agua son recursos determinantes, puesto que garantizan las funciones productivas y ambientales que los árboles desempeñan en los ecosistemas. Sin embargo, el equilibrio estructural y funcional de estas plantaciones está sujeto a factores como el cambio climático, el abandono y la sobreexplotación.

Se pueden compatibilizar las funciones de producción y conservación de las plantaciones si se seleccionan las condiciones más adecuadas de suelo y clima para plantar las especies y se adoptan prácticas de cultivo que minimicen los eventuales impactos negativos sobre el suelo y los recursos hídricos.

Las plantaciones forestales bien gestionadas podrán tener un papel similar al de los bosques naturales en la protección del suelo y del agua. Las poblaciones de eucalipto presentan un menor riesgo de erosión y degradación física del suelo en comparación con otros tipos de cobertura vegetal. Por otro lado, aunque el eucalipto sea un árbol de crecimiento rápido, no requiere más agua ni más nutrientes por cantidad de biomasa producida, es decir, que se trata de un árbol que usa de forma eficiente los recursos disponibles.

Las funciones ambientales del suelo

El suelo es un elemento fundamental para todos los ecosistemas. Constituye la capa más superficial de la Tierra, compuesta por materiales inorgánicos (como minerales), orgánicos (como restos de plantas y animales), aire y agua, presentando diferentes capas (horizontes) con características distintas, hasta llegar a la roca de origen. Para las plantas, el suelo funciona como una base donde crecen, se desarrollan y reproducen, que les suministra agua, nutrientes y ventilación para las raíces. El suelo desempeña también

otras funciones importantes, al ayudar a mejorar la filtración del agua, disminuir las inundaciones pequeñas y medianas y contribuir a mejorar la calidad del agua.

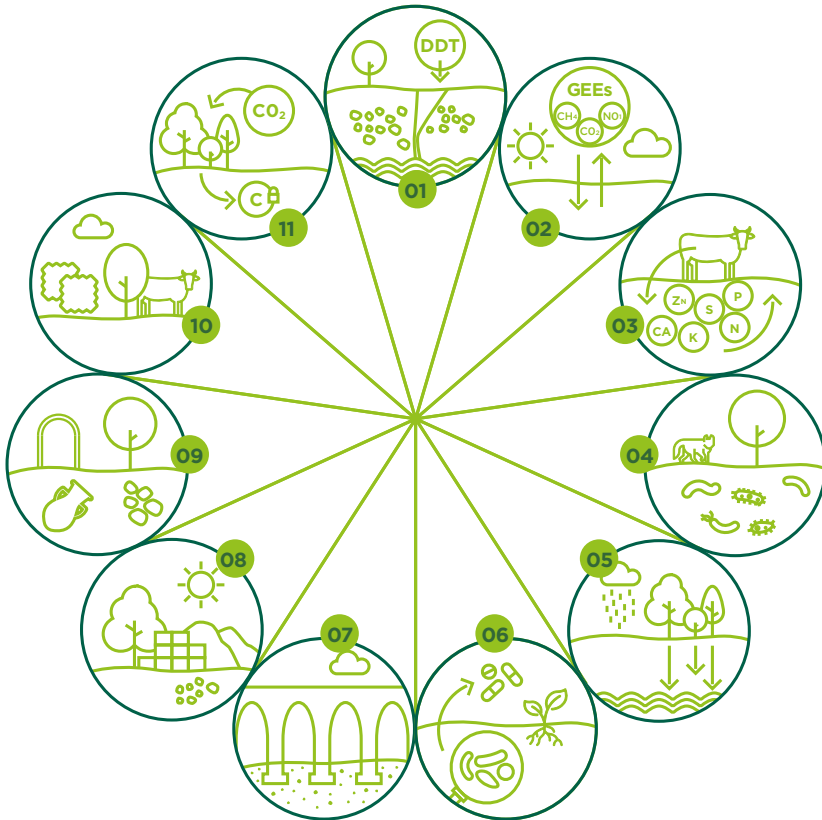
Los diferentes tipos de suelo se forman porque se trata de un sistema abierto, que intercambia materia y energía con la atmósfera y reacciona ante las condiciones del entorno en el que se encuentra. Son sus propiedades, tales como la profundidad efectiva (aquella que es útil para las raíces de las plantas), el tipo de capas, la textura, la estructura, la pedregosidad y la composición química las que determinan el tipo de uso más idóneo: agrícola, silvopastoril o forestal.

En las regiones de clima templado, como la mediterránea, los suelos suelen estar menos desarrollados y sus características varían en función de la topografía del terreno y del tipo de roca de la que se formaron. En Portugal continental predominan los suelos poco profundos y pedregosos, así como los arenosos, pobres en materia orgánica, desarrollados en su mayoría a partir de rocas como el esquisto, el granito y otras rocas sedimentarias. Estos suelos presentan limitaciones para la agricultura, pero tienen potencial para la producción forestal.

La biología del suelo es un factor importante para su buen funcionamiento. Los organismos que viven en él –desde microorganismos, como bacterias, hongos y algas, hasta pequeños animales– están en constante interacción con las raíces de las plantas. Entre las funciones que desempeñan se encuentran la descomposición de la materia orgánica, el reciclaje de nutrientes, la transmisión de energía, la fijación de nitrógeno atmosférico en el suelo y la producción de compuestos orgánicos que mejoran la estructura del suelo, su capacidad de retención y puesta a disposición de elementos como calcio, magnesio, potasio y sodio, la retención de agua e incluso el control biológico de plagas y enfermedades.

Funciones del suelo

Los suelos proporcionan servicios ambientales que hacen posible la vida en la Tierra



01 Purificación del agua y degradación de contaminantes

02 Regulación del clima

03 Rotación de nutrientes

04 Hábitat de organismos

05 Regulación de pequeñas y medianas inundaciones

06 Fuente de recursos genéticos y farmacéuticos

07 Base de la infraestructura humana

08 Suministro de materiales de construcción

09 Patrimonio cultural

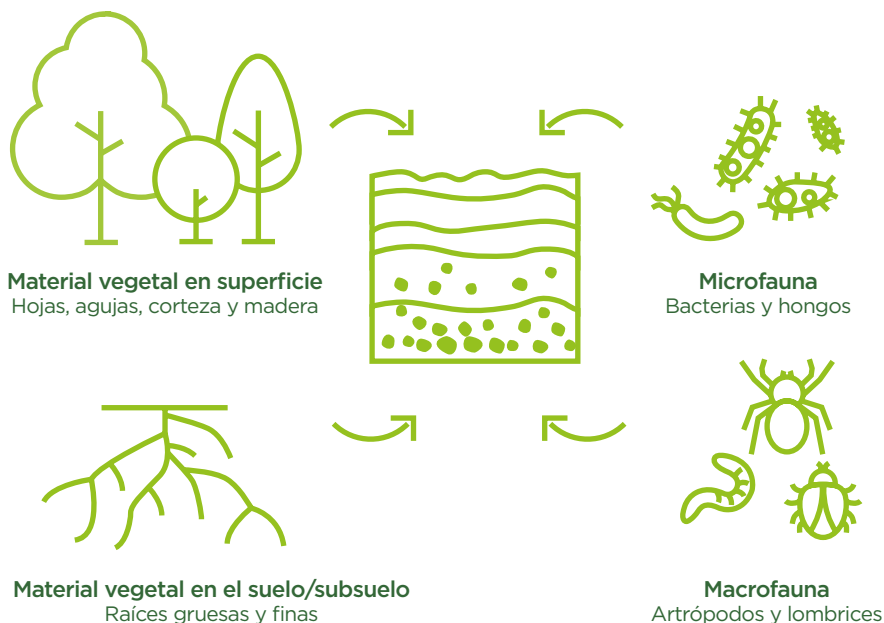
10 Producción de alimentos, fibras y combustibles

11 Captura de carbono

Los componentes orgánicos del suelo -que incluyen los residuos de origen vegetal y algunas sustancias químicas liberadas por las raíces de las plantas regulan su interacción con los microorganismos del suelo circundante y realizan funciones importantes para el crecimiento de las plantas y de la salud del suelo, ayudando a las plantas a adaptarse a entornos diferentes.

A pesar de que los bosques plantados, como los eucaliptales, tengan menor diversidad de hongos en el suelo que los bosques naturales, unas prácticas de gestión adecuadas, como el aprovechamiento de residuos vegetales y restos de talas, permiten aumentar los niveles de materia orgánica en el suelo, enriqueciendo y dinamizando la vida de los microorganismos, especialmente en suelos pobres o degradados.

Principales fuentes de materia orgánica en el suelo



Fuente: adaptado de Guideau *et al.*, 2023

El papel en la protección del suelo

Los procesos erosivos provocados por la acción del agua de lluvia cuando se producen lluvias intensas o por escorrentías superficiales por saturación del suelo se minimizan en los bosques naturales o en los bosques plantados con ciclos de explotación largos en comparación con lo que ocurre en los bosques plantados con ciclos más cortos, como son los eucaliptales. Sin embargo, también los eucaliptales protegen el suelo si se aplican prácticas de gestión adecuadas al tipo de topografía, suelo y clima.

Hay eucaliptos que presentan una característica importante para la conservación del suelo y de los procesos biológicos implicados. Se trata de la capacidad para poder ser explotado aplicando la técnica de selección de brotes, que aprovecha el rebrote natural de los tocones después de la tala de los árboles, dando lugar al crecimiento de nuevos árboles (denominados brotes en sus primeros años), que se benefician, así, de la existencia de un sistema de raíces bien consolidado. El ciclo de vida de los eucaliptales transcurre en rotaciones sucesivas sin necesidad de roturar el suelo para volver a plantar. En general, la silvicultura del eucalipto utiliza tres rotaciones, lo que supone más de 30 años de vida de la plantación.

También la biomasa forestal residual que queda en el terreno, como las hojas, ramas y cortezas, proporciona una protección importante al suelo, al reducir el riesgo de erosión. Por un lado, esta cobertura disminuye la exposición directa del suelo a las gotas de lluvia, que pueden causar su degradación, el primer paso del proceso de erosión. Por el otro, protege el suelo de la radiación solar, evitando que aumente la temperatura y que se evapore la humedad, especialmente en los períodos más calurosos. La biomasa residual también ayuda a aumentar los niveles de materia orgánica en el suelo, mejorando así su calidad. El hecho de que la explotación de los eucaliptales se haga mediante el sistema de selección de brotes, con varias rotaciones, permite mantener las raíces de los árboles en el suelo, ayudando a mejorar la estructura de este último y a aumentar su resistencia frente a la erosión.

Un menor uso de maquinaria, el recurso a máquinas menos pesadas y a una menor roturación de las capas del suelo permiten reducir los impactos negativos sobre las propiedades físicas del suelo, como su volumen, porosidad, estructura y grado de compactación y de pedregosidad. Estas prácticas ayudan a reducir la vulnerabilidad del terreno frente a escorrentías superficiales por agua de lluvia y conservar adecuadamente el suelo.

Una gestión forestal sostenible no solo permite mejorar el control de la vegetación silvestre, sino también promover una mayor diversidad vegetal y animal bajo los árboles, al mismo tiempo que se ayuda a reducir el riesgo de incendio. Los incendios forestales tienen un impacto muy negativo en la erosión del suelo, ya que dejan el suelo expuesto a lluvias y otros fenómenos hasta que se forme una nueva cobertura vegetal. Un estudio realizado en 2015 en Sever do Vouga, en la región centro-litoral de Portugal, puso de manifiesto la gravedad de que se produzcan estos fenómenos, dado que la tasa de pérdida de sedimentos en una zona quemada fue 30 veces superior a la de una zona no quemada.



Buenas prácticas para conservar el suelo en los eucaliptales



Mantenimiento de la hojarasca y restos en el terreno: dejar en el suelo, esparcidos por la superficie, los residuos orgánicos (hojas, ramas y sobrantes de talas) favorece la acumulación de nutrientes, ayuda a mejorar la fertilidad y reduce la acción de los procesos de erosión.



Plan de fertilización adaptado: adaptar la fertilización a las necesidades nutricionales de la plantación, teniendo en cuenta las características del suelo y la edad de los árboles, ayuda a mejorar la calidad del suelo.



Preparación del terreno para la plantación y movimiento del suelo menos invasivo e intensivo: promover prácticas que preserven las propiedades físicas, reduzcan las escorrentías superficiales del agua de lluvia y minimicen el riesgo de erosión.



Gestión forestal adecuada a las condiciones locales: adaptar el sistema de explotación forestal al clima, la topografía y la susceptibilidad del suelo a la erosión y compactación reduce los efectos negativos.

Aliado de la fertilidad

En un ecosistema forestal, la fertilidad del suelo depende del equilibrio entre la entrada y la salida de nutrientes a lo largo del vital de los árboles. Las necesidades nutricionales varían en función de las características de las plantaciones y de la fase de crecimiento de los árboles, por lo que resulta fundamental garantizar unas buenas prácticas silvícolas.

En los eucaliptales, la descomposición de las hojas, ricas en nutrientes, contribuye, de forma periódica, a mejorar la fertilidad del suelo a lo largo del ciclo de crecimiento de la plantación, al igual que la totalidad o parte de los restos de la tala, según el modelo de explotación forestal adoptado,

y las raíces, que permanecen en el terreno tras la explotación, que ayudan a acumular carbono orgánico en el suelo.

Durante el ciclo de desarrollo del eucalipto, las raíces usan mayor volumen de suelo y los mecanismos de reciclaje biogeoquímico se hacen cada vez más eficientes. Los nutrientes móviles, como el nitrógeno el fósforo, el potasio y el magnesio, se redistribuyen en el interior de los árboles y la caída y la descomposición del follaje, con la consiguiente mineralización, permiten la reabsorción de los nutrientes, un proceso conocido como reciclaje biogeoquímico. De este modo, los eucaliptales adultos son menos dependientes de la fertilidad del suelo, ya que parte de sus necesidades nutricionales son aportadas por estos mecanismos de reciclaje interno.

Un sumidero de carbono

Los bosques y ecosistemas forestales desempeñan un papel importante en la captura y el almacenamiento de carbono, haciendo con frecuencia de sumideros de carbono. El suelo es el principal depósito de carbono de los sistemas terrestres. En Portugal, se estima que cerca del 50 % del carbono orgánico total de las áreas boscosas se almacena en el suelo. Algunos estudios indican que este porcentaje puede ser incluso mayor en poblaciones de *Eucalyptus globulus*, donde la cantidad de carbono acumulada en el suelo hasta un metro de profundidad puede superar los 20 kilos por metro cuadrado.

Un estudio intensivo en poblaciones de eucalipto en Portugal que recogió más de 2 400 muestras demostró que el almacenamiento de carbono en la capa superficial del suelo (hasta 30 cm de profundidad) varía entre 28 y 66 toneladas de carbono por hectárea, según la región y, en algunos casos, puede representar más de dos terceras partes del total del carbono de la plantación. Las zonas de mayor productividad forestal presentan

los niveles más elevados de carbono almacenado en el sistema suelo-planta (suelo, madera, corteza, ramas, hojas y raíces), destacando el importante papel que desempeñan las plantaciones de eucalipto más productivas en el almacenamiento de carbono y en la lucha contra el cambio climático.

Un estudio realizado en Portugal en los ejercicios hidrológicos 2002/2003 a 2005/2006, comparó la capacidad de captura de carbono de una población de *Eucalyptus globulus* con el de una dehesa de baja densidad de alcornoques y encinas. A pesar de haber sido años secos, por lo que la capacidad de captura de carbono fue reducida, se comprobó que, no obstante, el eucaliptal capturó más carbono (4 - 8,6 t C/ha/año) que la dehesa (0,28 - 1,4 t C/ha/año), siendo el valor medio de captura del eucaliptal comparable al registrado en poblaciones de *Pinus pinaster*.



El secreto está en las hojas: seis razones que explican la gran eficiencia en el uso del agua por el eucalipto

- El eucalipto produce gran cantidad de hojas en poco tiempo, maximizando la fotosíntesis y la producción de biomasa y optimizando la devolución de agua a la atmósfera de forma eficiente.
- Las hojas tienen un gran volumen de tejido fotosintético por unidad de superficie.
- La posición colgante de las hojas favorece la oscilación con el movimiento del aire, lo que permite el enfriamiento más eficaz en períodos de altas temperaturas y radiación, permitiendo así la fotosíntesis durante más tiempo.
- El eucalipto tiene una amplia abertura de los estomas durante períodos sin sequía y una reducción eficaz de esa abertura a medida que la sequía se acentúa.
- La posición colgante de las hojas reduce la cantidad de agua de lluvia que queda temporalmente almacenada en las copas, reduciendo la pérdida de agua por interceptación (evaporación en las copas mojadas) que es menor que en el *Pinus pinaster* para los mismos valores de superficie foliar (área foliar por área de terreno).
- La alta concentración de ceras cuticulares en la superficie de las hojas permite que el agua se escurra con facilidad, ayudando a reducir las pérdidas de agua por interceptación.

¿Sabía que...?

Gran parte de los suelos portugueses tienen unas características naturales que limitan su uso agrícola. Sin embargo, algunos de estos suelos presentan un gran potencial para la producción forestal. Si se gestionan correctamente, las poblaciones forestales no solo constituyen una fuente de riqueza que ayuda a evitar el abandono de las tierras, sino que también garantizan las destacadas funciones productivas y ambientales que los árboles desempeñan en los ecosistemas.



La interacción eucalipto-agua

El suelo y el agua están profundamente interrelacionados y son esenciales para el crecimiento de los árboles y la productividad de los ecosistemas. Al igual que otros árboles, el eucalipto absorbe el agua a través de las raíces y la transporta por el sistema vascular hasta la copa, donde la mayor parte, más del 95 %, se libera en la atmósfera por transpiración, contribuyendo al ciclo del agua.

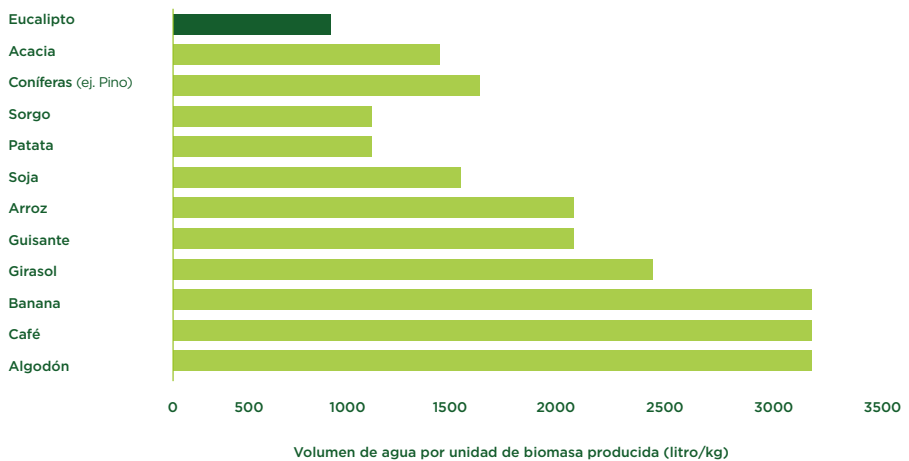
Los bosques desempeñan un papel importante en el enfriamiento de la atmósfera y ayudan a mantener la humedad del aire, la calidad del agua y las precipitaciones. Algunas estimaciones de evapotranspiración en los bosques sugieren que esta ayuda a, que se produzca, al menos, el 40 % de las precipitaciones en las zonas continentales del planeta. Además, los bosques son importantes para la captura de carbono atmosférico. Estos procesos hacen que los bosques sean fundamentales para regular el clima, en particular en un escenario de cambio climático, en el que se prevén alteraciones en los patrones estacionales de las lluvias y un aumento en la intensidad y la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos.

El uso eficiente del agua

Estudios realizados en la región central de Portugal muestran que la transpiración es similar en eucaliptales (*Eucalyptus globulus*) y pinares (*Pinus pinaster*) con los mismos en cuanto a la superficie foliar por área de terreno. Otro estudio, realizado en cuencas hidrográficas de diversas regiones del mundo, no evidencia mayores evapotranspiraciones en zonas plantadas con eucaliptos frente a otras plantadas con pinos.

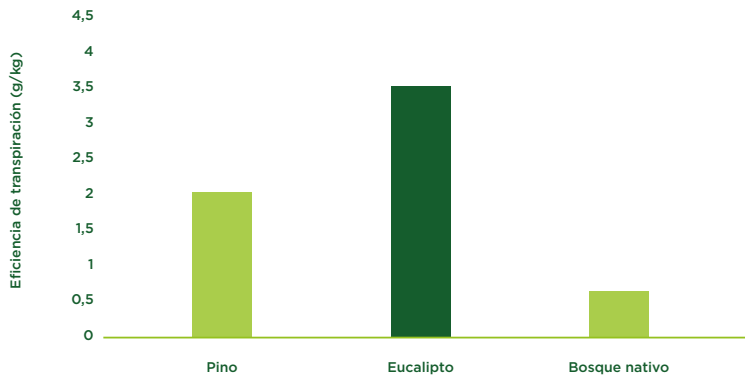
Aunque se trate de un árbol de crecimiento rápido, el eucalipto no requiere más agua que otras especies forestales para producir la misma cantidad de biomasa, gracias a varias características morfológicas, anatómicas y fisiológicas de esta especie.

Agua evapotranspirada por biomasa producida



Fuente: adaptado de Davidson, 1993

La eficiencia del eucalipto en el uso del agua



Fuente: Adaptado de White *et al.*, 2021

¿Sabía que...?

Las plantas tienen unos pequeños poros en las hojas (estomas) a través de los que captan dióxido de carbono de la atmósfera por el proceso de fotosíntesis y liberan vapor de agua mediante el proceso de transpiración.

La regulación de la apertura de estos poros depende de la humedad del aire y del agua absorbida por las raíces, cuya mayor parte se libera en la atmósfera. Por eso se habla de “transpiración”, es decir, el uso del agua por las plantas es el “coste de la fotosíntesis”. Elevadas tasas de transpiración potencian elevadas producciones de biomasa y de tasas de captura de carbono, en particular por las especies más eficientes en el uso del agua, como el eucalipto.



Gestión de la calidad y la cantidad de los recursos hídricos

- Las plantaciones de eucalipto en Portugal se dan frecuentemente en suelos poco desarrollados. Las raíces suelen crecer hasta casi 80 cm de profundidad, cuando el perfil del suelo permite su penetración. Por eso resulta esencial adoptar prácticas que preserven el agua en terrenos más accesibles para las raíces.
 - Al objeto de reducir el impacto durante la tala de la madera se deben preservar las galerías ripícolas, mantener franjas de protección y respetar las distancias adecuadas entre las poblaciones y los cursos de los manantiales o de otras fuentes hídricas.
 - La gestión del paisaje con una estructura en mosaico, alternando especies y plantaciones de diferentes edades, permite realizar talas escalonadas de modo que se mantenga cierta estabilidad temporal en el manto vegetal de las cuencas, evitando aumentar la inestabilidad del agua disponible río abajo.
 - La densidad de las plantaciones debe adaptarse a los recursos hídricos locales. Reducir la densidad arbórea, por ejemplo, puede aumentar el drenaje en las cuencas hidrográficas, poniéndolo a disposición de otros usuarios río abajo.
 - Para proteger los recursos hídricos, se debe promover la coexistencia con áreas de bosque de conservación, buscando el equilibrio entre producción y protección del medio ambiente.
-



Preguntas y respuestas

1. ¿Los eucaliptales degradan el suelo?

Los eucaliptales presentan un menor riesgo de erosión y degradación física que otros usos del suelo, como la agricultura, cuando se aplican buenas prácticas de gestión, como la selección de brotes que reduce las intervenciones en el suelo y la biomasa residual que queda tras la tala, que protege el suelo de la lluvia y del sol. La erosión causada por el flujo superficial del agua de lluvia depende más de factores como el clima, la topografía y el manto vegetal que de la especie plantada.

2. ¿Puede el eucaliptal mejorar la calidad del suelo?

Sí, una gestión forestal sostenible puede mejorar la calidad del suelo y más aún si se tiene en cuenta que las poblaciones de eucalipto ocupan terrenos poco fértiles y carentes de uso agrícola. Buenas prácticas como mantener el follaje y los restos sobrantes en el terreno, adaptar la fertilización, reducir la roturación del suelo y adaptar la explotación a la topografía y al clima, ayudan a aumentar la materia orgánica y la captura de carbono, beneficiando así al suelo.

3. ¿Es eficiente el eucalipto para almacenar y capturar carbono?

Las plantaciones de *Eucalyptus globulus* presentan una elevada retención de carbono en el suelo, pudiendo representar más de dos terceras partes del total existente en la plantación. Los sobrantes de la tala y las raíces que permanecen en el suelo contribuyen a acumular carbono orgánico durante las rotaciones. Los eucaliptales tienen una elevada capacidad de captación de carbono, sobre todo en plantaciones de gran densidad, en condiciones hídricas favorables.

4. ¿El eucalipto usa mucha agua?

El uso del agua depende más de la densidad de la plantación que de la especie en sí. El eucalipto usa el agua de forma más eficiente que muchas especies forestales. En las cuencas hidrográficas, el elevado consumo de agua por poblaciones densas (un elevado número de árboles por hectárea) puede condicionar su uso aguas abajo.



Capítulo 4



Biodiversidad



La palabra biodiversidad evoca la riqueza y la complejidad de la vida en el planeta. Cada especie, cada interacción, cada *hábitat* compone un intrincado mosaico que sostiene a los ecosistemas. Pero esa diversidad tan rica se está enfrentando a desafíos cada vez mayores, presionada por la actividad humana y los cambios a escala global.

A primera vista, puede parecer contradictorio el vínculo de los eucaliptales con la biodiversidad. ¿Cómo puede un espacio dedicado a la producción proporcionar riqueza biológica? En realidad, existe vida por debajo de las copas de los eucaliptos, entre sus raíces y en las zonas a su alrededor.

En este capítulo se explora la realidad de la biodiversidad en los eucaliptales, analizando su impacto sobre la vida silvestre, en los *hábitats* y en los servicios ecosistémicos, descubriendo el lugar que ocupan en la historia de la biodiversidad.

La importancia de la biodiversidad

En las últimas décadas la biodiversidad se ha convertido en tema central del debate público y de la investigación científica. Existen buenos motivos para ello. La biodiversidad es fundamental para la existencia de la vida en la Tierra, al influir directamente sobre la salud, la economía y otros aspectos esenciales de la misma.

Pero ¿de qué trata la biodiversidad? Sin duda sobre la variedad de seres vivos existentes en un determinado lugar y época, sobre la abundancia relativa de cada especie y su diversidad genética, así como sobre las complejas relaciones entre organismos en un ecosistema determinado e incluso sobre las interacciones entre los ecosistemas.

A lo largo del tiempo, la acción humana ha dado lugar a la disminución, a nivel global, de la biodiversidad y actualmente su reducción acelerada es uno de los mayores retos de la Humanidad. El aumento de la población mundial, que se cuadruplicó en los últimos cien años, y la evolución de las civilizaciones han tenido un impacto directo en los ecosistemas, que se han transformado para ser utilizados como fuente de alimento o para obtener materias primas.

Muchas organizaciones internacionales, como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el *World Wildlife Fund* (WWF) han identificado la destrucción y la degradación de *hábitats*, la introducción de especies invasoras, y la sobreexplotación de los recursos, la contaminación y el cambio climático como las cinco razones principales de la pérdida de biodiversidad, con repercusiones para el medio ambiente, la economía y la sociedad.

Más de la mitad de la riqueza producida en el mundo, cerca de 40 000 millones de euros, depende de la biodiversidad, de acuerdo con la estimación

del Fórum Económico Mundial de 2020. La pérdida de biodiversidad y su conservación son, pues, temas centrales en la actividad de las empresas, sobre todo de las que dependen de materias primas naturales.

En 2022, el informe de la Taskforce on *Nature-related Financial Disclosures* (TNFD) indicaba que la biodiversidad era “una característica esencial de la naturaleza, que permite que los bienes que aportan los ecosistemas sean productivos, resilientes y capaces de adaptarse a los cambios”, y que “la biodiversidad actúa a diferentes niveles: genético, de especie, de *hábitat*, y es fundamental para mantener la calidad, la resiliencia y la cantidad de los activos de los ecosistemas y la prestación de sus servicios, de los que dependen las sociedades.” La biodiversidad se ha convertido en un aspecto fundamental de la sostenibilidad.

Bosques como fuente de vida

De acuerdo con la FAO y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), los bosques son los responsables del 75 % de la productividad primaria de los ecosistemas terrestres, en ellos habita el 80 % de las especies de anfibios, el 75 % de las especies de aves y el 68 % de las especies de mamíferos. En cuanto a la flora, solo en los bosques tropicales habita el 60 % de todas las plantas de la Tierra.

El tipo de bosque, la ubicación geográfica, el clima y el suelo, así como el uso que les dan los seres humanos, son factores que hacen que la biodiversidad de los bosques sea muy variable. Los bosques naturales, con especies autóctonas y sin intervención humana, son uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad del planeta, acogiendo casi dos terceras partes del total de especies terrestres de plantas, animales y microorganismos. Por este motivo, la conservación de la biodiversidad de la Tierra depende

en gran medida de la forma en que el ser humano interactúa con el bosque y hace uso de él.

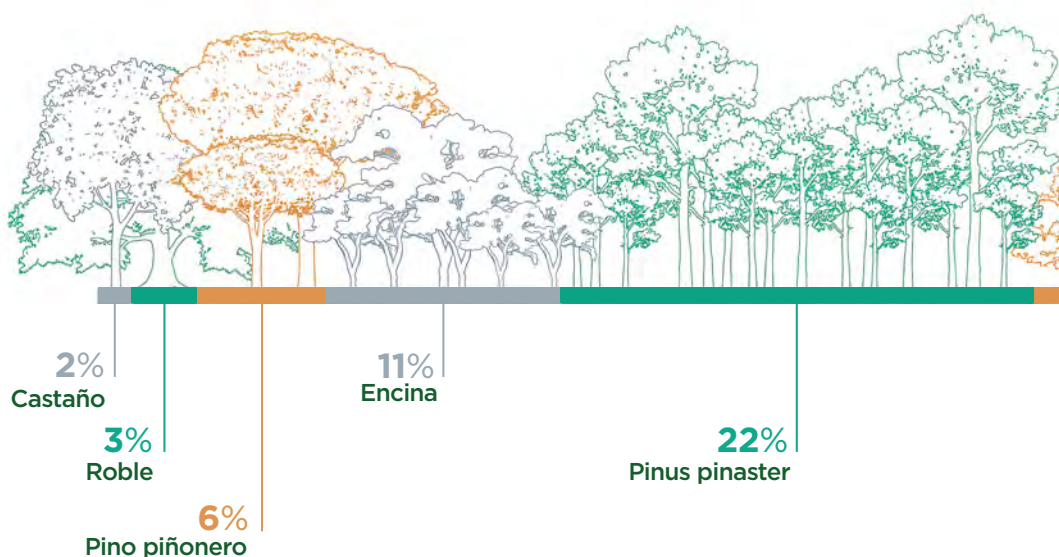
En Portugal, en 2015, según el 6º Inventario Forestal Nacional, el bosque de especies autóctonas representaba el 72 % de la superficie forestal total, entre las que se incluyen el *Pinus pinaster*, el pino piñonero, el alcornoque, la encina y otras clases de robles. El ICNF ha identificado más de 80 especies forestales como autóctonas, pero, a lo largo de los siglos, se introdujeron especies no autóctonas debido a su interés para plantación o producción. Hoy en día existen en el país 110 especies forestales exóticas, como el roble americano, el plátano, el nogal y el eucalipto, ya completamente adaptadas.

Sin carácter invasor

Contrariamente a las especies consideradas invasoras en Portugal (mencionadas en el Decreto-Ley n.º 92/2019), que presentan una elevada capacidad de regeneración natural y de dispersión, lo que pone en peligro la biodiversidad a su alrededor, los eucaliptos no suponen un problema de ese tipo. Si bien algunos estudios consideran al eucalipto una especie invasora, lo sería en todo caso en mucho menor grado que otras especies autóctonas, como el *Pinus pinaster*, cuando se analiza su capacidad de reproducirse a gran distancia y colonizar nuevas zonas adyacentes, en particular *hábitats* naturales.

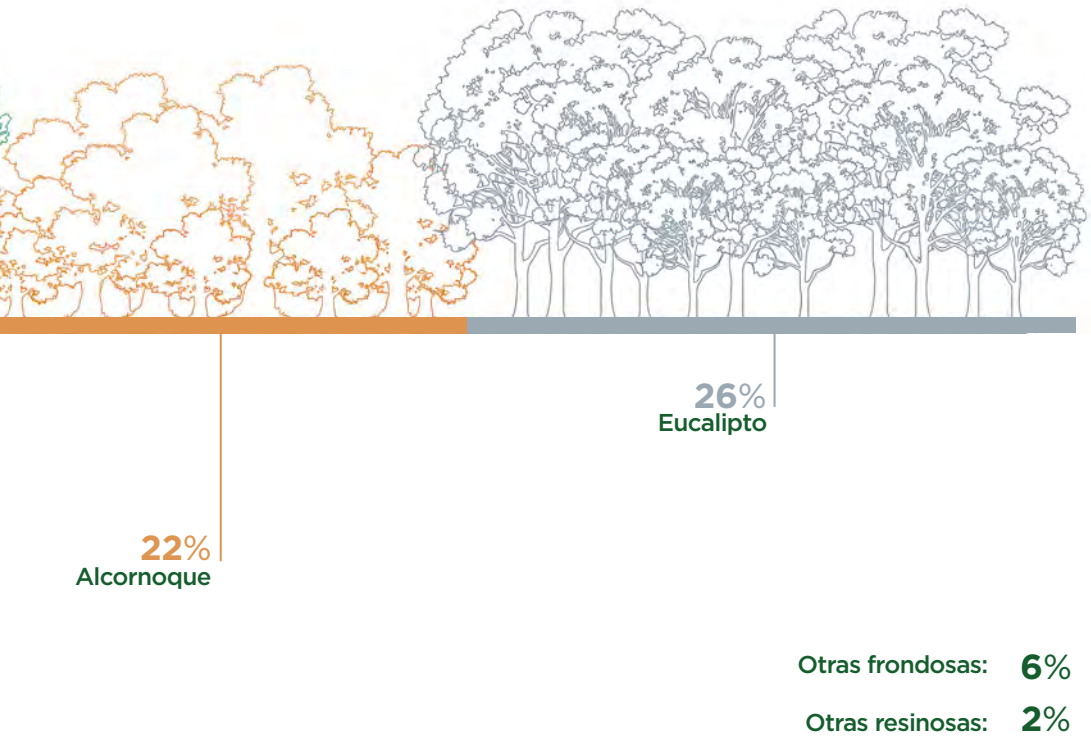
En la actualidad esta especie se clasifica en Portugal como cultivada y, en lugares frescos, como “naturalizada”, lo que significa que es capaz de reproducirse en el ámbito de las plantaciones o cerca de árboles más antiguos.

Composición del bosque en Portugal, de acuerdo con el IFN6



Plantados sí, abandonados no

Los bosques plantados suponen el 7 % de la superficie forestal mundial, y las plantaciones forestales únicamente el 3 %. La mitad de la madera que consume la industria procede de los bosques plantados y el resto de los bosques naturales, donde se produce la deforestación y la pérdida de biodiversidad. Los cálculos de la FAO indican un incremento del 30 % en el consumo global de madera entre 2020 y 2050, lo que sin duda dará lugar a un aumento de la presión sobre los bosques naturales si no se incrementan considerablemente las zonas boscosas plantadas.



La investigación realizada durante los últimos 40 años demostró que las plantaciones forestales, y en particular las de eucalipto, desempeñan un papel complementario en la conservación y la preservación de la fauna y flora a escala del paisaje, en la medida en que garantizan unas condiciones de refugio, alimentación y reproducción para diversas especies. La conservación de la biodiversidad debe, por tanto, formar parte integrante de los sistemas de gestión de las plantaciones forestales.

Las plantaciones forestales acogen un menor número de especies que los bosques autóctonos, al no estar destinadas a la conservación de los valores naturales. No obstante, al reducir la presión de la extracción de materias primas en torno a los bosques naturales, permiten que estos funcionen como refugios de la biodiversidad. Además, cuando las plantaciones sustituyen a ecosistemas degradados y se gestionan de forma adecuada, superan a esos ecosistemas en la capacidad de soportar una mayor diversidad biológica.

Las plantaciones forestales integradas en sistemas agrosilvopastoriles desempeñan un papel complementario en la conservación, al mantener o incluso favorecer los niveles de biodiversidad presentes en determinados entornos. Por ejemplo, funcionan como amortiguador y enlace con zonas de bosque autóctono o de otros usos del suelo, actuando como corredores para el paso de la fauna entre una y otra zona, ayudando así a crear mosaicos de *hábitats* y paisajes diversificados.

La creación de mosaicos forestales con plantaciones, áreas de conservación con especies autóctonas y zonas de uso agrícola evita extensos espacios continuos, ocupados por la misma especie forestal, lo que beneficia



claramente a la biodiversidad, al aumentar la diversidad de especies y *hábitats*.

El objetivo principal de las plantaciones forestales es el suministro de productos renovables, compostables y biodegradables, contribuyendo de este modo a la descarbonización y a reducir la dependencia de materias primas de origen fósil. La Cumbre de la Tierra de las Naciones Unidas, celebrada en 1992 en Río de Janeiro, reconoció estas funciones en la Declaración de Principios sobre los Bosques: “Se deberá reconocer, reforzar y promover el papel de los bosques de plantación y de los cultivos agrícolas permanentes como fuentes sostenibles y ambientalmente saludables de energía renovable y de materia prima industrial. Su contribución al mantenimiento de los procesos ecológicos, para compensar la presión sobre los bosques naturales y para crear empleo y un desarrollo adecuado de los habitantes locales, debe ser reconocida y reforzada”.

Las plantaciones de eucalipto

Los bosques naturales suelen presentar una mayor biodiversidad que las plantaciones, ya sean forestales como de cultivos agrícolas. Pero esto depende del paisaje en el que se insertan.

En Portugal, gran parte de las plantaciones de eucalipto se instalaron en terrenos abandonados, no cultivados o en áreas antes ocupadas por poblaciones forestales de *Pinus pinaster*. Una gestión y unas prácticas informadas permiten que en las plantaciones de eucalipto más recientes se den especies vegetales pioneras, como tojos o brezos, típicas de las fases iniciales de las sucesiones ecológicas. A medida que los eucaliptos van creciendo, sus copas se vuelven más densas y aumenta la zona sombría, por lo que las especies más dependientes de la luz dan paso a otras especies más que toleran mejor la sombra o son más típicas de los *hábitats* naturales, como el roble.



La complejidad estructural de la vegetación es un buen indicador de la diversidad de otros organismos, como reptiles, anfibios, aves, mamíferos, artrópodos (arañas, saltamontes y cienpiés), u hongos, entre otros. Las plantaciones de eucalipto poseen una elevada diversidad de algunos grupos de animales. Por ejemplo, en Portugal, la diversidad de hormigas en los eucaliptales es superior a la que está documentada en cualquier otro biotopo forestal, natural o plantado. Las semillas de eucalipto son fuente de alimento para hormigas y roedores, su corteza da refugio a varias especies de insectos, y las flores, que florecen durante los meses de invierno, son una fuente de néctar para la producción de miel y un factor de preservación de las abejas y otros polinizadores. Los eucaliptales también son importantes como *hábitat* para especies de interés cinegético, como el venado. Un reciente proyecto de investigación sobre la presencia de mamíferos en seis zonas de eucaliptal y dos zonas de bosque autóctono demostró que el jabalí, el zorro y la gineta recurren al eucaliptal con regularidad, donde

las características de refugio y alimento pueden mejorarse con algunas medidas de gestión forestal, en particular, las relacionadas con la gestión del monte.

Una gestión forestal sostenible, que compatibilice la productividad con la preservación de los valores naturales, promoviendo la biodiversidad a nivel del paisaje, puede convertir las plantaciones de eucalipto en *hábitats* más favorables. Para ello hay que tener en cuenta que el diseño y la ubicación sean los adecuados para la plantación.



Más que la especie en sí o el grado de arborización, es la falta de planificación, en cuanto al paisaje rural o forestal, lo que supone el problema más preocupante para la biodiversidad. Así, al objeto de incrementar la diversidad de las poblaciones de producción más intensiva, es necesaria la planificación sostenible y equilibrada del paisaje forestal, que promueva la integración de diferentes usos, entre los que se encuentran otras actividades

y formaciones forestales abiertas a pastos y monte, y la sustitución de amplias zonas plantadas con la misma especie con árboles de la misma edad, por mosaicos compuestos de diversas especies y de árboles de distintas edades. Evitar intervenciones que generen alteraciones en períodos críticos para el ciclo vital de las especies, como la nidificación, es otra medida que se revela eficaz para a su conservación.

¿Sabía que...?

Las plantaciones de eucalipto pueden funcionar como corredores ecológicos, ayudando a relacionar *hábitats* naturales, permitiendo el desplazamiento de especies y promoviendo la biodiversidad del paisaje.

La menor biodiversidad de una plantación forestal o agrícola en régimen de monocultivo, independientemente de la especie, depende directamente de la gestión que se haga para mejorar la producción, la rentabilidad y la protección contra incendios forestales. En el caso del eucalipto, la investigación indica que el impacto sobre la biodiversidad se debe a los sistemas de silvicultura centrados en la maximización de su potencial productivo, con ciclos de explotación cortos e interrupciones regulares, y no a las características específicas de la especie. Así, una buena gestión forestal, que concentre la producción en un espacio determinado y aumente su productividad y rentabilidad, permitirá financiar el mantenimiento y la restauración de áreas de alto valor de conservación así como otras áreas de interés para la conservación.



En muchos casos, la reducción de la biodiversidad dentro de las plantaciones es también el resultado de la homogeneidad de la edad de los árboles y de la ausencia de árboles muertos o antiguos. Por ejemplo, las plantaciones comerciales de eucalipto son poco usadas por las aves rapaces para nidificar debido al crecimiento en vertical de los eucaliptos, poco adecuado para construir sus nidos. Sin embargo, el águila de Bonelli (*Aquila fasciata*), especie calificada en estado “vulnerable”, nidifica en eucaliptos grandes y, puntualmente se encontraron lugares de nidificación de otras rapaces, por ejemplo del azor (*Accipiter gentilis*) y del busardo ratonero (*Buteo buteo*), en eucaliptos de producción o en sus proximidades.



Nido de águila de Bonelli en un eucalipto

Los ecosistemas ribereños, en especial las galerías ripícolas, sufren un impacto negativo con la plantación de eucaliptos que altera la cantidad, calidad, estacionalidad y tasa de descomposición de detritus y reduce la diversidad de las comunidades de invertebrados. Sin embargo, este impacto puede evitarse con medidas de gestión forestal adecuadas, como el establecimiento de zonas de protección de los cursos acuíferos donde no se plantan eucaliptos.

La creación de zonas de protección en torno a los cursos de agua y de corredores ecológicos y *hábitats* naturales es fundamental para mitigar eventuales impactos significativos en la conservación de la biodiversidad. La nutria (*Lutra lutra*), por ejemplo, se beneficia de las actuaciones de protección cerca de las galerías fluviales, donde no están permitidas las plantaciones de eucalipto, en unas franjas de protección que pueden llegar hasta los 30 metros. También es posible mantener, en las poblaciones de eucaliptos, bosquetes o árboles longevos y cavernosos, como el alcornoque.

De este modo, los valores naturales del bosque pueden garantizarse en los eucaliptales que se gestionan de una forma sostenible, coexistiendo las zonas de producción con otras de interés para la conservación, manchas de vegetación autóctona, monte mediterráneo (por ejemplo, madroños) y bosques naturales, como los compuestos por encinas, alcornoques y otros robles.

Los bosques plantados de eucalipto pueden tener una productividad elevada al tiempo que ejercen un papel relevante en la preservación de la biodiversidad si se gestionan correctamente y se instalan en las condiciones adecuadas en cuanto al suelo y el clima.



Estrategias de gestión forestal para compatibilizar la producción y la biodiversidad

La gestión responsable permite equilibrar la producción forestal con la conservación de la biodiversidad, garantizando beneficios tanto ecológicos como económicos. Entre las estrategias posibles, destacan las siguientes:

- Apreciar los valores naturales y el impacto de la actividad: aplicar la jerarquía de mitigación de impactos para reducir los efectos en el medio ambiente.
- Implicar a especialistas y comunidades locales: garantizar que el conocimiento técnico y las necesidades locales se tengan en cuenta en la planificación.
- Monitorizar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: implementar un sistema de seguimiento continuo.
- Recabar información detallada: identificar especies y *hábitats* prioritarios, con una cartografía adecuada para orientar las operaciones.
- Crear zonas de conservación en las nuevas plantaciones: siempre que sea posible, destinar un porcentaje de la superficie a la conservación.
- Implementar medidas específicas de conservación: delimitar y gestionar zonas de interés ecológico.
- Restaurar ecosistemas degradados: priorizar la rehabilitación del estado ecológico en zonas afectadas.
- Preservar elementos autóctonos y árboles de mayor porte: incluir manchas de vegetación autóctona y árboles más antiguos en el paisaje forestal.
- Mantener el sotobosque en fases intermedias y finales: garantizar recursos que benefician a la fauna y flora locales.
- Diversificar las edades de las fincas: evitar monocultivos uniformes, promoviendo una estructura forestal más diversa.
- Realizar talas escalonadas: evitar la tala simultánea de fincas contiguas a zonas de vegetación autóctona, permitiendo que partes de bosque sirvan de refugio para las especies.
- Evitar intervenciones en períodos críticos: minimizar las operaciones en épocas, sensibles, como la de reproducción de las especies.
- Planear operaciones de acuerdo con los ciclos biológicos: por ejemplo, evitar talas durante la nidificación de aves relevantes para la conservación.
- Promover la difusión de buenas prácticas: compartir experiencias de éxito en la compatibilización de la gestión forestal con la conservación de la biodiversidad.

Preguntas y respuestas

1. ¿Las plantaciones de eucalipto tienen impacto sobre la biodiversidad?

Sí, pero depende de cómo se gestionen. Aunque las plantaciones de eucalipto generalmente contengan menos especies que los bosques autóctonos, pueden desempeñar un papel complementario en la conservación de la biodiversidad, especialmente cuando aplican prácticas de gestión sostenible. Estas prácticas ayudan a crear mosaicos forestales, a proteger espacios naturales y a mantener corredores ecológicos.

2. ¿Cómo pueden los eucaliptales beneficiar a la biodiversidad?

Los eucaliptales ofrecen refugio, alimento y lugares de reproducción a diversas especies de fauna y flora. Por ejemplo, las semillas de eucalipto alimentan a hormigas y roedores, la corteza sirve de refugio para varios insectos y las flores son una importante fuente de néctar para las abejas y otros polinizadores, especialmente porque florecen en invierno. Además, los eucaliptales funcionan como corredores ecológicos, permitiendo el desplazamiento de las especies entre *hábitats*.

3. ¿Las plantaciones de eucalipto pueden ayudar a recuperar ecosistemas degradados?

Los eucaliptales pueden usarse para rehabilitar zonas degradadas, mejorando el suelo y creando las condiciones para que se asienten otras especies mediante una gestión adecuada.

4. ¿Son los eucaliptos una especie invasora en Portugal?

No. Diversos estudios demuestran que esta especie no presenta un comportamiento de dispersión y regeneración natural elevado, característico de las especies invasoras. En Portugal, el eucalipto se califica de cultivo y, en algunos casos, como especie naturalizada.

5. ¿Qué papel juegan los eucaliptales para reducir la presión sobre los bosques naturales?

Las plantaciones de eucalipto ayudan a atender la creciente demanda de madera, reduciendo la extracción de recursos de los bosques naturales. Esto permite que el bosque autóctono permanezca como refugio de la biodiversidad y de ecosistemas intactos.



Capítulo 5



Incendios



Los incendios rurales son una de las mayores amenazas para el bosque en Portugal, causando daños económicos, sociales y ambientales. En el debate público en torno a esta cuestión, el eucalipto ocupa a menudo el lugar del villano, pero una realidad diferente emerge cuando se analizan los números y el comportamiento del fuego. Las llamas no escogen las especies, sino que se propagan donde encuentran combustible vegetal y falta de gestión.

En poco más de cien años –entre 1902 y 2015– la superficie forestal de Portugal aumentó de menos de 2,0 millones de hectáreas a 3,2 millones, un crecimiento que tuvo lugar principalmente en detrimento de las zonas agrícolas menos fértiles. Pero durante este período también se verificó un aumento significativo de los espacios sin cultivar, del monte y de los pastos, sobre todo en la segunda mitad del siglo XX. A partir de los años 2000, este tipo de ocupación del suelo se estabilizó, representando una superficie equivalente al del área boscosa.

Pero fue el aumento de las plantaciones de eucalipto, especialmente en zonas visibles cercanas al ferrocarril y a las poblaciones, lo que contribuyó a formar una percepción negativa, particularmente entre la población urbana, al asociar los eucaliptos con un mayor riesgo de que se produzcan incendios.

Esta percepción, carente de fundamento científico, contribuyó a un rechazo generalizado de la especie y a la exigencia de que se adoptaran medidas de ordenación del territorio que limitaran su plantación.

Sin embargo, los datos desmienten la relación entre los eucaliptales y el riesgo de incendio. Según PORDATA, entre 2000 y 2022, la superficie media de monte y pastos quemados fue del 51 %, mientras que en las poblaciones forestales solo fue del 42 %. Además, lejos de ser la especie forestal más afectada por los incendios, los eucaliptos representaron tan solo el 18 % de la superficie total quemada entre 2001 y 2022 (datos del ICNF), por detrás del *Pinus pinaster*, con el 21 %.

Ya existen numerosos estudios y conocimientos científicos sobre los incendios en el ámbito rural según los cuales a medida que aumenta la dimensión y la intensidad de los incendios su propagación deja de estar influida por el tipo de especie forestal, pasando a depender más bien de la continuidad del espacio forestal que de su composición. La velocidad con la que se extiende el fuego es similar entre los diferentes tipos de bosque, mientras que la intensidad del incendio está directamente relacionada con la carga de material combustible existente, es decir, con la cantidad de ramas, hojas y vegetación en el sotobosque.

En Portugal, los incendios no son más intensos en zonas de eucaliptos, ni ocurren con mayor frecuencia allí donde esta especie está presente. Entre 2001 y 2016, tan solo el 5 % de los incendios de más de 0,1 hectáreas se iniciaron en eucaliptales, representando el 6,1 % de la superficie quemada total, según un estudio de 2018. Los grandes incendios de 2017 fueron graves en todos los tipos de bosque, sin diferencias significativas entre especies. Asimismo, quedó demostrado que la gestión de los combustibles desempeñó un papel crucial en la reducción o la eliminación de la intensidad del fuego en las poblaciones de eucalipto, como ponen de manifiesto los diversos informes de la Comisión Técnica Independiente (CTI).

Los desafíos de la gestión

Los incendios en el ámbito rural afectan profundamente a todos los aspectos de la actividad forestal. Además de perjudicar a la economía de los productores, tienen consecuencias de diversa índole sobre el medio ambiente, como la disminución de la biodiversidad o el aumento de las emisiones de CO₂ y ponen en riesgo la seguridad de la población.

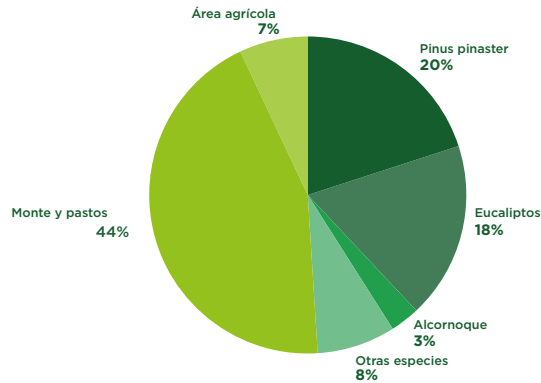
En el corto plazo, los incendios incentivan el abandono del campo; a medio y largo plazo, reducen la oferta de madera y de otros productos forestales, impactando sobre las industrias del sector. Junto con la fragmentación de la propiedad y el abandono del entorno rural, que dificultan la gestión del territorio, los incendios son uno de los principales desafíos del bosque en Portugal.

La sola percepción, incorrecta, de que las plantaciones de especies más rentables, como el eucalipto, representan un mayor riesgo de incendio, desmotiva a los productores a invertir y gestionar sus tierras, lo que potencia el abandono y la acumulación de combustible, factores que favorecen la propagación y la intensidad del fuego. En realidad, los incendios rurales están más relacionados con la actividad de los seres humanos, a la que se añaden las condiciones meteorológicas extremas, cada vez más frecuentes debido al calentamiento global, así como la presencia de vegetación que favorece su propagación.

Para reducir el riesgo de incendios rurales, en vez de restringir la plantación de eucaliptos, es esencial invertir en la ordenación del territorio, en la planificación forestal y en una gestión eficaz, creando mosaicos en el paisaje, con discontinuidad entre las poblaciones forestales y preservando la vegetación en las riberas de los cursos de fluviales. La superficie quemada no está relacionada con los eucaliptales, sino con que exista o no una gestión activa. Diversos estudios demuestran que la aplicación de buenas prácticas silvícolas y la existencia de poblaciones arbóreas con diferentes estructuras y edades

aumentan la resiliencia del espacio forestal, reducen la gravedad de los incendios y facilitan su prevención.

Superficie quemada por tipo de ocupación del suelo en incendios rurales en Portugal continental, 1996-2022



Fuente: REA, 2023

¿Sabía que...?

La superficie quemada de monte es mayor que la de eucaliptal. El principal factor de riesgo de incendio no es la especie, sino la falta de gestión y la acumulación de material combustible en el terreno.

El efecto mitigador de los eucaliptales bien gestionados

El bosque produce entre 10 y 15 veces más biomasa que los demás eco-sistemas terrestres. Por eso, la gestión del material combustible del sotobosque tiene una importancia crucial, como indica el informe de la Comisión Técnica Independiente (CTI), que analizó el incendio de Pedrógão Grande en 2017: “Sin material combustible en su interior, estos bosques (de *Pinus pinaster* y eucalipto), en vez de un problema serio, pueden ser parte de la solución”. El informe destaca asimismo que “el incendio de Pedrógão Grande se inició en el valle del río de Frades, en una galería ripícola dominada por robles” y cita ejemplos concretos de resistencia al fuego: “un eucaliptal joven en Escalos Fundeiros que no ardió” y otro en el que “predominó el fuego de superficie de intensidad moderada, con autoextinción en una plantación recientemente arada”.

Este papel que el bosque bien gestionado puede desempeñar para mitigar la propagación y la intensidad de los incendios tiene un impacto más allá de lo que se refiere al patrimonio gestionado por la industria, dado que crea las condiciones para implantar los medios de lucha contra el fuego o puede dar lugar a su autoextinción gracias a la presencia de una red viaria adecuada. La gestión activa promovida por la industria incluye medidas específicas de prevención de incendios, tales como la creación de barreras y bandas de protección, talas en el ámbito de la gestión mediante selección de brotes y control de la vegetación del monte y de los sobrantes. Estas prácticas se reflejan en los datos de un estudio de 2019, que demuestra que los eucaliptales gestionados por el sector papelero ardieron menos que otras áreas con eucaliptos: el 2,6 % frente al 3,2 % de la media anual de la superficie quemada entre 1996 y 2017.

¿Sabía que...?

La gestión activa de eucaliptales puede reducir significativamente la propagación y la intensidad de los incendios. Prácticas como la instalación de barreras, el control del monte y la limpieza de los sobrantes son determinantes para reducir el riesgo. Estas prácticas ya están consolidadas en las zonas gestionadas por el sector papelero.



No es la especie sino la gestión

La importancia de la gestión de las poblaciones forestales para reducir el riesgo de incendio quedó patente con el incendio de Baiona, en Odemira, en 2023. La imagen es un ejemplo de cómo un eucaliptal detuvo el avance del fuego, permitiendo su extinción en la zona de transición entre un espacio no gestionado de alcornoques y monte (a la derecha) y una plantación de eucalipto gestionada con prácticas silvícolas adecuadas por The Navigator Company (a la izquierda).

Soluciones privadas de gestión y ordenamiento

En Portugal, donde el 97 % del bosque es propiedad privada y mancomunada, la inversión de los propietarios y de la industria desempeña un papel fundamental en la gestión y el ordenamiento del territorio. El acceso a los instrumentos públicos de gestión y ordenamiento es difícil para los productores forestales y el exceso de burocracia, así como una baja tasa de aprobación de los proyectos, fomentan la desafectación.

Existen alternativas lideradas por particulares con resultados prometedores para ganar eficiencia en la gestión de áreas de minifundio, tales como la concentración de parcelas, la parcelación por adquisición y los modelos de gestión conjunta por entidades de gestión forestal. Un ejemplo de ello es la Associação Florestal do Baixo Vouga, que adoptó una nueva estrategia de promoción de la gestión forestal agrupada, sobre la base de contratos de servicio con los socios, en vez de las opciones más tradicionales de arrendamiento o compra de terrenos.

En el ámbito de la parcelación, la industria ha adquirido propiedades para forestar, agregando pequeñas parcelas en diversas zonas y creando unidades de gestión forestal de mayor tamaño. Otros inversores también han seguido este criterio. Sin embargo, los desafíos son significativos, especialmente en las zonas de minifundio, dado que la rigidez legislativa dificulta el reordenamiento y los eventuales beneficios de escala, y con la deslocalización de eucaliptales hacia otros lugares donde no existían anteriormente.

Asimismo, se han desarrollado algunos modelos originales de gestión del paisaje con múltiples finalidades, incluida la producción de madera, la conservación del territorio y la reducción del riesgo de incendio. Un ejemplo de ello es el programa “Limpa e Aduba”, promovido por Biond, asociación de la industria papelera, que se centró en la reducción de riesgos, la mejora del impacto ambiental y el aumento de la productividad en 75 000 hectáreas de eucaliptal durante cinco años, con una inversión



superior a 13 millones de euros. Otro ejemplo es el proyecto “Melhor Floresta”, también liderado por Biond, con el apoyo del Plan de Recuperación y Resiliencia, que comprende más de 1.500 hectáreas y demuestra el potencial de extender las buenas prácticas de gestión forestal a una unidad territorial, independientemente de la especie de que se trate.

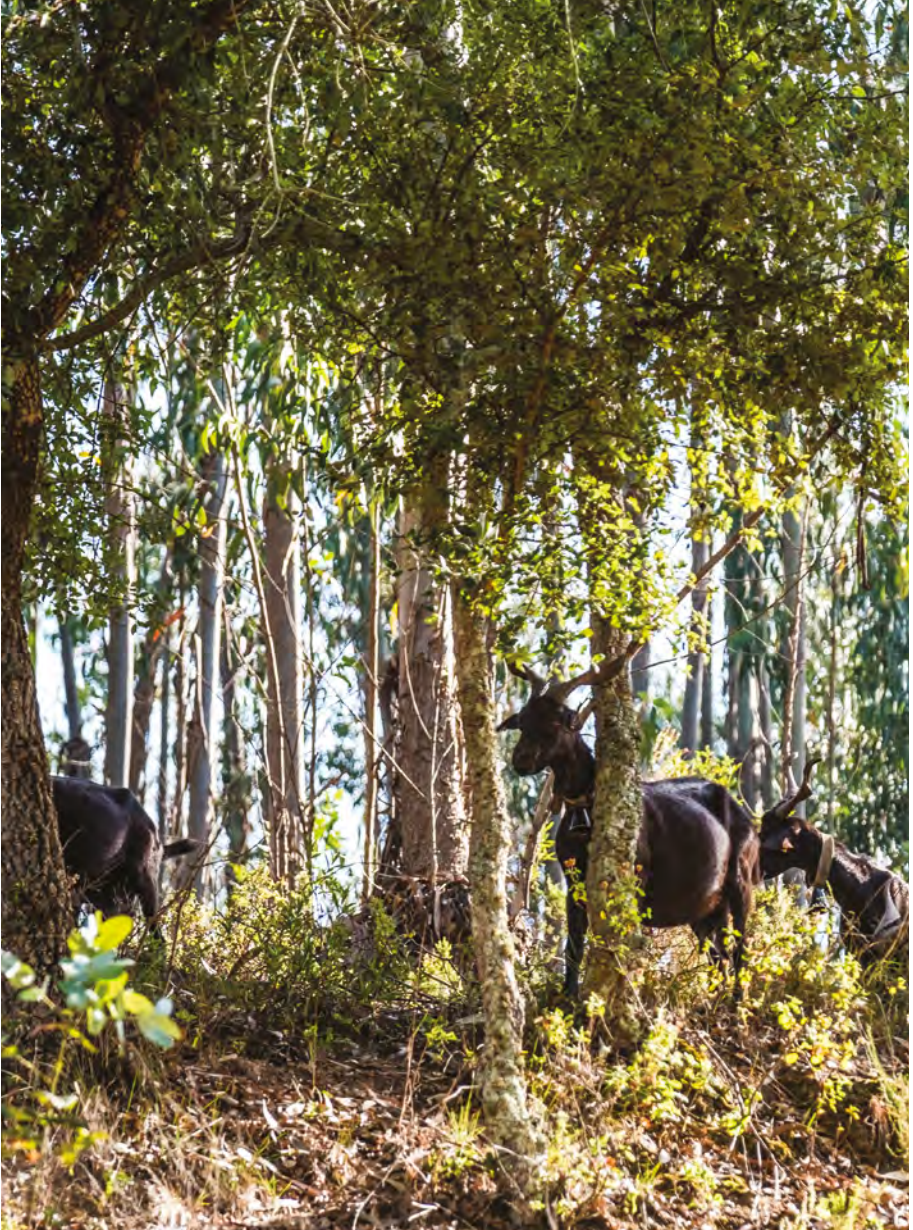
El futuro de la puesta en valor de los bosques

Es evidente que son necesarias políticas públicas que incentiven la inversión en la sostenibilidad de las plantaciones forestales, incluidas las de eucalipto. Un bosque bien gestionado, cualquiera que sea la especie, desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico, la fijación de la población en el territorio y en el ordenamiento del espacio rural, todos ellos factores que reducen el riesgo de incendios. Sin embargo, para eso suceda es necesario que los bosques se pongan en valor.

Una de las herramientas con mayor potencial para promover la puesta en valor de los bosques es el pago por los servicios ecosistémicos, que remunere los numerosos beneficios que estos proporcionan al ser humano, reconociendo su papel esencial.

- Servicios de aprovisionamiento: como la producción de alimentos, madera, fibras naturales, compuestos medicinales y biomasa.
- Servicios reguladores: comprenden la depuración del agua y del aire, el control de pequeñas y medianas inundaciones, la polinización, la dispersión de semillas y la protección de la biodiversidad.
- Servicios de soporte: como la captura de carbono, el reciclaje de nutrientes, la formación de suelo, la descomposición de materia orgánica y la fotosíntesis.
- Servicios culturales y de ocio: relacionados con el valor estético, cultural y recreativo que proporcionan los bosques.

Actualmente los mercados disponibles que ponen en valor estos aspectos son mayoritariamente de carácter voluntario y carecen de referentes claros para monetizar tales servicios. Además, las plantaciones forestales, con frecuencia, quedan excluidas de estos sistemas, debido a una visión de corto alcance según la cual poseen su propia rentabilidad, lo que limita el potencial de su puesta en valor y su sostenibilidad.





Preguntas y respuestas

1. ¿El aumento de la superficie de eucalipto aumenta los incendios forestales?

No. Esta especie, por sí sola no es determinante para el riesgo de incendio en el entorno rural. No existe correlación ninguna entre el aumento de la superficie de eucalipto con el aumento de la superficie quemada total, como se observa con los datos sobre áreas quemadas y por varios estudios que no encontraron evidencias de la influencia del aumento de la superficie plantada con eucalipto sobre el comportamiento del fuego.

2. ¿El eucalipto arde más que otras especies?

No. En una escala de combustibilidad utilizada para evaluar la preferencia de las especies por el fuego, en 2012, el eucalipto se clasificó con 4,5 en una escala de 1 a 5, quedando por debajo de los pinos (*Pinus pinaster* y pino piñonero) y de los montes de brezo, tojo y carqueja, que obtuvieron la máxima puntuación de 5. En un estudio realizado en 2022 en la Serra da Cabreira, los arbustos registraron las llamas más intensas y la mayor conectividad de los incendios (el 57 % del total) frente a los pinares (el 22 %) y a las plantaciones de eucalipto (el 12 %).

3. ¿Son los eucaliptales las superficies que más arden en Portugal?

No. En Portugal, los bosques y el monte ocupan superficies similares pero Según los datos de PORDATA, entre 2000 y 2022, el 51 % de la media de la superficie quemada correspondió a monte y el 42 % a bosques. La superficie quemada de eucaliptales entre 2001 y 2022, fue el 18 % del total, valor inferior al 21 % de los pinares, según datos del ICNF.

4. ¿Sirven los incendios forestales a los intereses de la industria para adquirir madera más barata?

No. La madera de eucalipto carbonizada o incluso solo con restos de carbón no puede utilizarse para producir celulosa blanqueada ni sus productos finales, como papel de impresión, papel tisú o papel blanco de embalaje, en las fábricas de The Navigator Company.



Capítulo 6



Gestión activa y sostenible: clave para la prosperidad del bosque



El futuro de los bosques depende de una gestión sostenible, no siempre visible para nuestros ojos, pero que tiene repercusión sobre los árboles, los ríos e incluso el aire que respiramos. La gestión forestal es algo más que un conjunto de buenas prácticas, representa un concepto esencial y un instrumento crítico para la sostenibilidad de los bosques y, por tanto, para el equilibrio del planeta.

En este capítulo se explica qué es la gestión forestal, por qué razón es tan decisiva y qué relación tiene con los grandes desafíos globales, como el cambio climático y la conservación de la biodiversidad. Los bosques plantados bien gestionados se alzan como protagonistas en un modelo de desarrollo más circular, descarbonizado y resiliente, de una importancia mucho mayor en el escenario actual de crecimiento demográfico y de aumento de la demanda y del consumo global de productos y servicios forestales.

La gestión activa muestra cómo el futuro de los bosques está en nuestras manos.

Un concepto en evolución

La expresión “gestión forestal” hace referencia a un conjunto de estrategias y prácticas responsables con el fin de garantizar que, a largo plazo, los bosques sigan proporcionando, de forma sostenible, sus múltiples beneficios ambientales, económicos y sociales, equilibrando la conservación con el uso de los recursos.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define la gestión forestal sostenible como “un concepto dinámico y en evolución cuyo objetivo es mantener y mejorar los valores económicos, sociales y ambientales de todo tipo de bosques, en beneficio de las generaciones presentes y futuras”. Esta es una definición que reconoce la necesidad de proteger las funciones ambientales de los bosques, tales como la regulación del clima y del ciclo hidrológico, la captura de carbono, o la conservación de la biodiversidad, al mismo tiempo que dinamiza otros servicios ecosistémicos, como la producción de madera o de productos no leñosos.

La gestión forestal ha evolucionado en las últimas décadas para irse ampliando a medida que las expectativas de la sociedad sobre el papel de los bosques también se diversificaba. A partir de la década de los cincuenta del siglo XX los objetivos de la gestión forestal se amplían de forma decisiva, pasando de la producción de madera, que era el foco inicial, a planes más integrados: hoy en día se entiende que los bosques deben gestionarse para suministrar una gama de servicios ecosistémicos además de los que se relacionan con la materia prima, como la captura de carbono, la conservación de la biodiversidad y el apoyo a las comunidades locales.

La gestión activa planifica y ejecuta acciones para garantizar la regeneración continua de los bosques, promueve prácticas de uso responsable y protege áreas sensibles con el valor ecológico. La gestión activa del bosque también planifica la plantación, adopta las mejores prácticas silvícolas e integra una fuente cada vez mayor de conocimiento técnico

y científico que le permite ser el motor de la reducción de riesgos, algo de lo que son ejemplo las técnicas de plantación que reducen el riesgo de incendio (caminos, cortafuegos, limpieza sistemática del monte), o las estrategias que ayudan a la resistencia frente a plagas y enfermedades.

Pero el efecto de la gestión forestal destaca en lo que constituye el mayor riesgo del bosque: el abandono. Al estimular la productividad, devuelve a los propietarios y productores el interés por sus zonas boscosa y es un factor de atracción para el trabajo forestal. La relación virtuosa entre rentabilidad y sostenibilidad permite que el bosque tenga más vida y esté menos abandonado.



El papel de los bosques plantados y gestionados en el marco del desarrollo sostenible

Los desafíos relativos a los bosques son significativos a escala global: la deforestación y la degradación forestal siguen avanzando en muchas regiones, especialmente en países de bajos rendimientos y climas tropicales, donde las prácticas de gestión forestal sostenible aún están insuficientemente implementadas. Este escenario acentúa la necesidad urgente de promover la gestión responsable, incluido el desarrollo de estrategias que garanticen su sostenibilidad de los recursos.

La ONU colocó la gestión forestal sostenible en línea directa con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 15 – “Proteger la vida terrestre” que refuerza la importancia de conservar, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, combatir la desertificación y frenar la pérdida de biodiversidad.

¿Sabía que...?

A pesar de que solo ocupan el 7 % de la superficie forestal global, los bosques plantados suministran casi la mitad de la madera industrial que se consume en el mundo, aliviando la presión sobre los bosques naturales.

La gestión forestal desempeña también un papel central para alcanzar los objetivos del Plan Estratégico de las Naciones Unidas para los Bosques 2017- 2030, que incluye extender la superficie forestal mundial en el 3 % hasta 2030, e refuerza la conexión entre la gestión sostenible de los bosques y el cumplimiento de los objetivos climáticos del Acuerdo de París,

subrayando la importancia de estos ecosistemas en el almacenamiento de carbono y en la lucha contra los efectos del cambio climático.

A pesar de que el ritmo de deforestación y degradación de los bosques haya disminuido desde 1990, entre 2015 y 2020 se perdieron casi 10 millones de hectáreas anuales, según los datos del *State of the World's Forests 2024*, de la FAO. Todavía queda un largo camino por recorrer hasta que se consiga materializar plenamente el potencial de los bosques.

En este contexto los bosques plantados desempeñan un papel esencial como solución viable para afrontar los retos ambientales y climáticos, y para atender a la demanda de madera y otros productos, dado que alivian la presión sobre los bosques naturales.

Las zonas forestales con planes de gestión han aumentado en todas las regiones del mundo, totalizando 2,05 mil millones de hectáreas en 2020 un incremento de 233 millones de hectáreas desde 2000, según el informe *Global Forest Resources Assessment 2020* de la FAO. Esto significa que el 54 % de los bosques del planeta cuentan con un plan de objetivos a largo plazo, lo cual es un elemento interesante, pero con grandes desequilibrios geográficos: en Europa el 96 % de los bosques, mientras que en África solo es el 24 %, y América del Sur el 17 %. En Europa, según el informe *State of European Forests 2020* de UNECE - Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, el 58 % de la superficie forestal de Portugal cuenta con planes de gestión o con planes equivalentes.

En qué consiste la gestión

La importancia de los bosques plantados en el ámbito de las diversas funciones que desempeñan para la sociedad es fundamental, pero está directamente relacionada con una gestión forestal activa. Esta buena gestión

empieza con una buena planificación, sobre la base del conocimiento técnico-científico que se ha ido obteniendo en las últimas décadas, en particular, por las industrias del sector forestal.

¿Cuáles son, en cada lugar y circunstancia, las condiciones para elegir la especie a plantar? Una vez decidida la instalación, ¿cuáles son las prácticas que permiten, en cada lugar, mejorar los indicadores de biodiversidad sin comprometer excesivamente los niveles de productividad de la madera?



¿Se deben conciliar en la misma parcela los objetivos de producción con los de promoción de la biodiversidad (land sharing), o separar estos objetivos en zonas distintas (land sparing)? Responder a estas cuestiones es el punto de partida de una buena gestión.

Por eso es necesario realizar inventarios forestales, para conocer el estado actual del bosque e identificar las zonas prioritarias de cara a la conservación, producción y restauración. El reto de localizar los diferentes tipos de bosque.

En el territorio, muchas veces considerado como si se tratara de una competición entre especies forestales, debería formularse de otro modo: ¿cómo se puede asegurar el mejor aprovechamiento de las diferentes condiciones de suelo y clima del territorio nacional, teniendo en cuenta los objetivos económicos, sociales y ambientales?

La certificación como sello de calidad de la gestión forestal

La certificación de la gestión forestal exige que esta sea activa, sobre la base de los tres pilares de la sostenibilidad: el pilar ambiental, el social y el económico. La certificación apareció en la década de los 90 del siglo pasado, inicialmente para dar respuesta a cuestiones como la deforestación de las regiones tropicales, el comercio ilegal de madera, o la pérdida de biodiversidad y de *hábitats*.

La certificación de la gestión forestal es una forma de reconocer el esfuerzo realizado por los propietarios para adoptar buenas prácticas y, al mismo tiempo, informar al mercado sobre el origen de los productos forestales, respondiendo a las expectativas de la sociedad en general y de los consumidores en particular. Se trata de un “sello de garantía” concedido por entidades independientes, tras una evaluación según unos exigentes criterios.

En Portugal, la certificación de la gestión forestal puede efectuarse mediante dos Sistemas de Certificação Florestal: el PEFC – *Programme for the Endorsement of Forest Certification* y el FSC® – *Forest Stewardship Council*. No obstante,

solo cerca del 15 % de las poblaciones forestales estaban certificadas a principios de 2020 (unas 500 000 hectáreas), a pesar del papel fundamental que han tenido los sistemas de certificación para el aumento de la productividad y el desempeño ambiental de las plantaciones, sobre todo las de eucalipto. La industria papelera ha respondido de forma activa, ya sea implementando la certificación o poniendo en valor el precio de la madera certificada.

Además de la certificación de la gestión forestal a nivel del propietario, existe otra vertiente importante que es la certificación de la cadena de custodia de los prestadores de servicios, aplicable a todos los agentes que transforman, procesan o comercializan productos forestales certificados.

Pilares de la certificación forestal





Preguntas y respuestas

1. ¿Es el aumento de la productividad el único objetivo de la gestión forestal?

No. Los objetivos de la gestión forestal sostenible comprenden las tres dimensiones: económica, ambiental y social. Los bosques tienen que gestionarse para que suministren materias primas, pero también para que protejan los recursos naturales, como el suelo, el agua y la biodiversidad, y para promover el desarrollo de las comunidades locales, en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

2. ¿Contribuye la gestión forestal a luchar contra los efectos del cambio climático?

Sí. Al ayudar a reducir los riesgos y fomentar el incremento de la productividad, con el aumento de la captura de carbono (que se produce mediante el crecimiento del bosque), suministra materias primas naturales y reciclables que son alternativas a las de origen fósil, contribuyendo así a la descarbonización.

3. ¿Está extendida en Portugal la gestión forestal sostenible certificada?

No. En Portugal, tan solo cerca del 15 % de la superficie forestal dispone de gestión forestal certificada.

4. ¿Es posible la gestión forestal en un país donde predomina el minifundio?

Sí, con modelos de gestión conjunta y agrupada, que reúna propiedades (normalmente de pequeño tamaño y fragmentadas) de forma que se obtengan superficies forestales a escala. La industria de pasta y papel promueve la transferencia de tecnología y la sensibilización para adoptar las buenas prácticas, implicando a las organizaciones de productores forestales y a los grupos de certificación, así como programas de apoyo a la gestión de pequeños propietarios de eucalipto.

5. ¿Cómo la gestión forestal fomenta el equilibrio entre producción y conservación?

La gestión forestal combina la planificación y las buenas prácticas que concilian la producción sostenible de madera con la protección de los recursos naturales. De ello son ejemplos el mantenimiento de zonas de conservación, la adopción de técnicas que mejoran la fertilidad del suelo y la implantación de prácticas que minimizan el impacto ambiental, como la reducción de la roturación del suelo o la gestión de franjas ripícolas.



Capítulo 7



Cómo participa el eucalipto en un futuro verde



La capacidad de adaptación del *Eucalyptus globulus* en Portugal, junto con su rápido crecimiento y su madera de alta calidad para la producción de pasta y papel, ha sido crucial para el éxito de la industria papelera en el país. Este éxito también se relaciona con la investigación científica y el conocimiento adquirido a lo largo de los años. La producción de conocimiento en materia de gestión forestal activa, las prácticas de silvicultura, los procesos industriales y el desarrollo de bioproductos derivados del bosque sitúan al bosque de eucalipto como una pieza central en la respuesta a muchos de los actuales desafíos globales, especialmente en el contexto de la bioeconomía circular y de reducción de carbono.

Este capítulo explora de qué manera el eucalipto puede contribuir de forma decisiva a esta transición y de cara a un futuro más sostenible.

Un siglo de investigación científica sobre el eucalipto

La investigación sobre el eucalipto y su bosque se remonta a un siglo en Portugal. De hecho, el desarrollo del bosque de eucalipto y de la industria de la celulosa siempre estuvo acompañado por estudios técnicos y científicos dirigidos por diversas instituciones nacionales, en coordinación con la industria.

Este recorrido empezó en 1920, con la creación de la Estação de Experimentação do Sobreiro e Eucalipto, situada en Alcobaça, que marcó el inicio de un compromiso constante con los avances científicos y tecnológicos en este campo. En 1976, se creó el Centro de Estudos Florestais en el Instituto Superior de Agronomia, dedicado a la investigación multidisciplinar sobre el ecosistema del eucalipto, abarcando diferentes ámbitos relevantes en un contexto de expansión de las plantaciones de eucalipto y de utilización de la madera para producir pasta de papel por una industria también en crecimiento.

La Estação Florestal Nacional se fundó en 1977, como parte del INIA (Instituto Nacional de Investigação Agrária) dedicándose, asimismo, a la investigación científica relativa al eucalipto.

El conocimiento del ecosistema y la gestión de los eucaliptales, así como el uso de la madera de eucalipto para producir pasta y papel, se intensificaron a partir de los años 80 del siglo pasado. Este período vino marcado por estudios de referencia de la academia, frecuentemente en colaboración con la industria, que lograron el reconocimiento internacional a la investigación científica portuguesa.

En 1996, las empresas Portucel y Soporcel, hoy integradas en The Navigator Company, crearon RAIZ (Instituto de Investigação da Floresta e Papel), asociada a las Universidades de Aveiro, Coimbra y Lisboa.

RAIZ, reconocida como entidad del Sistema Científico y Tecnológico Nacional y Centro de Interfaz – Centro de Tecnología e Innovación (CTI), integra a casi cien investigadores, dedicándose a toda la cadena de valor del eucalipto, desde el bosque hasta la producción industrial y el desarrollo de nuevos productos.



A principios de la década de 2020 se creó el laboratorio colaborativo ForestWISE, un consorcio que reúne a diversas universidades y entidades de los sectores público y privado, incluida la industria, cuyo objetivo es impulsar la investigación aplicada, la innovación y la transferencia de conocimiento y tecnología, con el foco en la gestión integrada del bosque y el fuego.

El bosque como fuente de innovación

La investigación en silvicultura del eucalipto empezó temprano, con el foco centrado en la mejora genética de la especie y su resistencia a las plagas y enfermedades en Portugal. Paralelamente, se estudió la relación del eucalipto con el suelo y el agua, la productividad esperada y diversas prácticas silvícolas, como la selección de tallos y fertilización.

Las áreas de investigación y desarrollo se ampliaron significativamente en las últimas décadas. Los estudios recientes profundizan en temas como la interacción de la especie con el medio ambiente en el contexto del cambio climático, la aplicación de nuevas tecnologías en la gestión forestal, el control de especies invasoras y la digitalización de las operaciones, incluida la modernización de maquinaria y equipos, lo que hace que las prácticas forestales sean más eficientes y sostenibles.

En un sector caracterizado por un gran número de agentes dispersos, el intercambio de conocimientos generados por la comunidad científica y académica ha resultado esencial para promover una gestión forestal que maximice la productividad de las masas forestales, reduzca los riesgos, compense las inversiones de los productores forestales y minimice los impactos medioambientales.

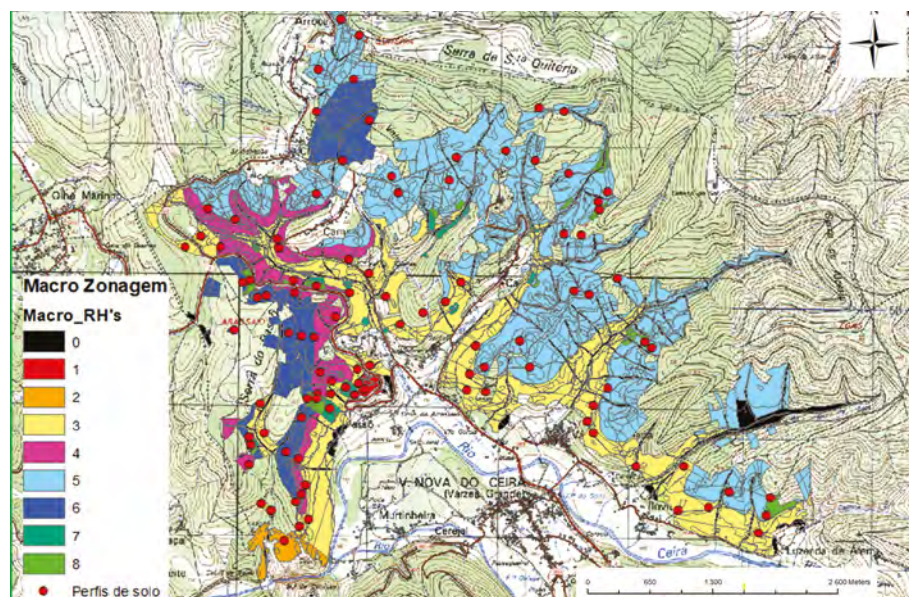
Los terrenos forestales

La aptitud forestal del *Eucalyptus globulus* y su potencial productivo son factores esenciales para la industria, lo que ha impulsado el desarrollo de metodologías específicas para su cuantificación y la evaluación de la influencia de variables como el suelo y el clima en la producción de madera. Estas iniciativas han dado lugar a diversas representaciones cartográficas que identifican la aptitud forestal y los riesgos bióticos

y abióticos, lo que respalda la gestión forestal en la división territorial, la selección de plantas y el ajuste de las prácticas silvícolas.

El conocimiento acumulado y los avances tecnológicos permiten, actualmente, efectuar zonificaciones edafoclimáticas, mapas con las características ambientales del país que hoy comprenden más de 200 000 hectáreas. El uso de esta cartografía para la planificación forestal permite reducir los costes de producción, al tiempo que orienta la adopción de prácticas adaptadas a las diferentes condiciones ambientales, maximizando la capacidad productiva de las plantaciones.

Sobre la base de los datos recabados sobre el terreno se pudieron desarrollar modelos de crecimiento para el eucalipto, como el modelo GLOBULUS, un buen ejemplo de cooperación entre universidades y empresas de celulosa.



Zonificación edafoclimática

Herramientas como esta son indispensables para los gestores forestales, ya que ofrecen no solo proyecciones de productividad en diferentes condiciones ambientales, sino también estimaciones de las tasas de crecimiento a lo largo del ciclo de la plantación. Esta información permite relacionar el crecimiento del bosque con las previsiones de gestión, lo que posibilita intervenir a tiempo al objeto de optimizar los resultados.

¿Sabía que...?

El análisis sistemático de las variables más relevantes para la producción de madera, como el suelo y el clima, ha permitido la representación cartográfica de la aptitud forestal. Más de 200 000 hectáreas de territorio están actualmente cartografiadas en Portugal a partir de datos que mejoran la estimación de la productividad de las inversiones forestales, lo que permite reducir los costes de producción e indica las prácticas más adecuadas que deben utilizarse en diferentes entornos.

El conocimiento generado se ha puesto a disposición de los productores forestales, contribuyendo así a la aplicación de las buenas prácticas de gestión forestal.

Mejora genética

La mejora genética es uno de los pilares fundamentales de la silvicultura del eucalipto. El tipo de planta que se utiliza en un proyecto forestal es crucial para el éxito de la inversión, tanto en la fase inicial de forestación como a lo largo de las distintas talas de explotación, hasta que sea necesaria una nueva plantación.

Las plantas mejoradas pueden ser de origen seminal o clonal. Las plantas de origen seminal son el resultado del cruce entre individuos seleccionados por su rendimiento superior. Las plantas clonales se obtienen por propagación vegetativa de clones previamente seleccionados, con características genéticas específicas, incluida una mayor productividad, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a la sequía y mejores propiedades de la madera, permitiendo así plantar copias con estas características. Aunque las plantas clonadas presentan ventajas, tanto las plantas mejoradas de origen seminal como las de origen clonal ofrecen un aumento en la producción de volumen de madera, en comparación con las plantas no mejoradas.

Las empresas del sector han aumentado el uso de plantas mejoradas en su patrimonio forestal a un ritmo de unas 5 000 hectáreas al año, sustituyendo gradualmente las plantaciones más antiguas.

Las plantas mejoradas se producen en viveros propios, pero también están disponibles para terceros, lo que permite promover la adopción generalizada de mejores prácticas forestales.

Los esfuerzos actuales de la investigación en mejora genética se concentran en la tolerancia a la sequía y en la resistencia a plagas y enfermedades, desafíos cada vez más críticos en el contexto de cambio climático. Además de explorar la diversidad genética del *Eucalyptus globulus*, también se estudia la hibridación entre especies de eucalipto. Hoy en día se dispone de plantas híbridas diseñadas para hacer frente a condiciones extremas, como un elevado déficit hídrico, el encharcamiento frecuente de los suelos

o los ataques de gorgojos, situaciones a las que el *Eucalyptus globulus* no puede resistir.



De este modo, el uso de plantas híbridas permite crear bosques más resistentes a los riesgos bióticos y abióticos y con mayor crecimiento. La calidad de la madera es también un factor decisivo para el desarrollo y la selección de plantas híbridas, por lo que estas plantaciones mantienen la aptitud de la materia prima necesaria para los procesos industriales.

Proteger los bosques contra plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades tienen un impacto significativo sobre la productividad del eucalipto, lo que puede poner en peligro las inversiones forestales a largo plazo. Por este motivo, la protección forestal es una prioridad para la investigación científica y la innovación, promoviendo estrategias de gestión integrada para hacer frente a los retos fitosanitarios de los eucaliptales.

¿Sabía que...?

La lucha contra las plagas forestales puede llevarse a cabo usando especies animales que controlan de forma natural las poblaciones de plagas. Un ejemplo de ello es el insecto *Anaphes nitens*, utilizado para combatir el gorgojo del eucalipto. Este parasitoide deposita sus huevos en los huevos del gorgojo, impidiendo el desarrollo de las larvas.

Entre las medidas que se están desarrollando, destaca el control biológico, que utiliza parasitoides que se introducen en el medio ambiente para combatir las plagas. Un ejemplo destacable es el éxito en el uso de dos enemigos naturales del gorgojo del eucalipto y de uno para la chinche del eucalipto.

La investigación sobre el uso de productos fitofarmacéuticos, evaluando su eficacia e impacto ambiental, demostró que estos tratamientos pueden conseguir reducir hasta el 90 % de las plagas, siendo por tanto una opción complementaria en las estrategias de protección forestal.

Operaciones en el terreno

Las últimas décadas se han caracterizado por estudios experimentales destinados a comprender y optimizar las operaciones silvícolas, lo que ya ha dado lugar a cambios significativos en todas las etapas de la gestión forestal, desde la preparación del terreno, la calidad de las plantas y la fertilización, hasta la selección de árboles y el control de la vegetación.

Los criterios de preparación del suelo han evolucionado para incorporar un conjunto más amplio de variables ambientales, promoviendo, siempre que sea aplicable, una labranza más conservadora del suelo, centrada en la retención de agua y el control de la erosión.

Un mayor conocimiento sobre la fertilidad de los suelos y la nutrición de las plantas de eucalipto ha permitido identificar las necesidades específicas de las plantaciones y, de este modo, evaluar la disponibilidad de nutrientes en los principales suelos forestales. Este avance permite definir una fertilización adaptada a las diferentes condiciones de suelo y clima, maximizando la productividad y minimizando los impactos ambientales.

El eucalipto tiene capacidad de regeneración a partir de los tocones tras la tala, lo que permite gestionar las plantaciones mediante un sistema de tala selectiva. La operación de aclareo de los tallos ha sido objeto de numerosos estudios, en los que se han tenido en cuenta la edad de las plantas, la época de tala y el número de tallos que se deben dejar.



La innovación aplicada al desarrollo de medios mecánicos más adaptado también ha supuesto una mejora en la eficiencia de las operaciones. La tala de árboles, que en un principio se realizaba principalmente a mano con motosierras, forma parte hoy en día de un sistema altamente mecanizado, con máquinas procesadoras y equipos multifuncionales, capaces de realizar varias tareas simultáneamente. Esta creciente mecanización aumenta la eficacia y la uniformidad de las operaciones, liberando mano de obra para otras actividades en el bosque. La introducción de equipos más avanzados también ha contribuido a reforzar los procedimientos de seguridad, junto con una mayor difusión de las buenas prácticas.

Las nuevas tecnologías se están aplicando a los bosques, incluida la digitalización de las operaciones de apoyo a la gestión forestal, el seguimiento del bosque y la recopilación de datos. Estos cambios están cada vez más presentes sobre el terreno, con la adopción de nuevos procedimientos y equipos, como el uso de drones con sensores para cuantificar el volumen de madera, la tecnología LIDAR para evaluar la biomasa forestal y el uso de herramientas ágiles y prácticas, como los teléfonos inteligentes, para inventariar el bosque y la madera apilada sobre el terreno.

La disponibilidad de información también ha aumentado de forma significativa gracias a nuevas plataformas y canales de datos, como Copernicus, o el Sistema de Monitorización de la Ocupación del Suelo (SMOS) de la Dirección General del Territorio. Los datos precisos que ofrecen estas plataformas impulsan la aparición de nuevas empresas tecnológicas y estimulan los cambios operativos en la gestión forestal.

Siguen surgiendo nuevas áreas destinadas a promover la mejora continua de los procesos y las prácticas sobre el terreno, ahora con un enfoque cada vez mayor en la circularidad de los recursos y la descarbonización.

Además, y desde una perspectiva más amplia, se está desarrollando una comprensión más profunda de los diversos servicios ecosistémicos

que ofrecen los bosques de eucalipto, abordando todas las dimensiones de la interacción entre la sociedad y el bosque.



¿Sabía que...?

Tras la investigación científica sobre la relación del eucalipto con el medio ambiente, especialmente en lo que respecta a la conservación del agua y del suelo, que se ha desarrollado desde los años 80 del siglo pasado, actualmente se están obteniendo conocimientos cada vez más sólidos sobre la capacidad del eucalipto para el secuestro de carbono, lo que contribuye a reducir los efectos del cambio climático.

La necesidad de compartir el conocimiento

La degradación de las plantaciones de eucalipto no solo reduce la producción nacional de madera, sino que contribuye a las percepciones negativas asociadas a esta especie. El abandono y la falta de gestión que de ello se deriva deben revertirse, por lo que es esencial hacer llegar los conocimientos técnicos y científicos a un número cada vez mayor de agentes y productores. Este objetivo se ha promovido a través de iniciativas de transferencia de tecnología y de sensibilización para adoptar buenas prácticas silvícolas con el fin de lograr que los bosques sean más resilientes, estén mejor adaptados y sean más productivos, especialmente en el actual contexto de cambio climático.

Las iniciativas de intercambio de conocimientos se enfrentan a retos importantes y a condiciones exigentes debido a la estructura de la propiedad de la tierra en Portugal, compuesta por varios miles de propietarios de terrenos forestales, muchos de ellos con superficies inferiores a cinco hectáreas. Esta fragmentación dificulta la implementación de cambios en el sector, lo que también se asocia a visiones conservadoras sobre la gestión del patrimonio forestal por una parte considerable de estos propietarios.

Más allá de la simple difusión de buenas prácticas, la complejidad de este contexto exige comprender las motivaciones de los productores rurales, tanto los que residen en el medio rural como los que no. En este sentido, los programas más recientes se han orientado hacia públicos específicos y se han diseñado a la medida de las necesidades de los diferentes agentes del sector y de la sociedad.

Caben destacar los proyectos desarrollados por Biond, la asociación que representa la actividad industrial y forestal de los sectores de la pasta de papel, el papel y el cartón, tales como «Melhor Eucalipto», el «Programa Limpa e Aduba» y el «Programa Replantar», señalados como ejemplos de buenas prácticas por la Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Algunas de las iniciativas dirigidas a obtener la certificación de la productividad

forestal han contribuido al crecimiento de la madera certificada con origen en Portugal y a ampliar la superficie certificada ocupada con eucaliptos.



Transferir conocimiento y mejorar el bosque

The Navigator Company ha invertido de forma continua en programas que promueven la transferencia de conocimientos y el apoyo técnico a los productores forestales, fortaleciendo el sector e incentivando prácticas sostenibles. Se trata de iniciativas que reflejan el compromiso de la empresa por acercar la ciencia y la innovación a los diferentes agentes forestales y a la sociedad en general.

El Programa Premium da respuesta a problemas y dudas concretas de los productores en la gestión de sus fincas de eucalipto. Ya ha prestado apoyo a una superficie total superior a 10 000 hectáreas, promoviendo la adopción de técnicas silvícolas adecuadas y la mejora de la productividad forestal.

El Club de Productores Forestales Navigator promueve iniciativas para estrechar las relaciones comerciales con los productores y ofrece ventajas exclusivas a sus socios.



El conocimiento técnico y científico acumulado por Navigator está también disponible en diversas plataformas digitales dirigidas a productores y otros agentes relevantes en la gestión forestal, como las organizaciones forestales y los grupos de certificación. Ejemplos de ello son «e-globulus» y «Biodiversidad by The Navigator Company», que funcionan como auténticas bibliotecas de conocimiento y fuentes de información técnica sobre el eucalipto.

BIODIVERSIDADE
by The Navigator Company



Navigator amplía su impacto al ámbito educativo, llevando conocimiento sobre el bosque y el medio ambiente a miles de niños. Proyectos pedagógicos como «Da la mano al bosque» y «El bosque del saber» son ejemplos

de iniciativas que fomentan la sensibilización desde una edad temprana, involucrando a las nuevas generaciones en la construcción de un futuro sostenible para los bosques.



¿Sabía que...?

La estructura de la propiedad de la tierra en Portugal, caracterizada por una fragmentación muy acusada, unida a visiones conservadoras sobre la gestión del patrimonio forestal, supone un gran reto para la implementación de cambios rápidos en el sector. El fomento de la innovación y el conocimiento en silvicultura exige, además de la difusión de buenas prácticas, la realización de estudios sociológicos para comprender las motivaciones de los productores forestales.

La respuesta del bosque al cambio climático

La investigación científica ha desempeñado un papel crucial a la hora de dar respuesta, de forma fundamentada, a las preocupaciones relacionadas con la expansión de las plantaciones de eucalipto, en particular en lo que respecta a su impacto en los recursos naturales —el agua, el suelo y la biodiversidad—, en un contexto cada vez más complicado debido al cambio climático.

Ante los retos que plantea el cambio climático, el sector del eucalipto en Portugal destaca por su trayectoria en materia de investigación y por su estructura organizada, lo que le confiere una capacidad significativa para desarrollar y aplicar medidas de adaptación. Este potencial se reconoce en el informe sobre la Adaptación de los Bosques al Cambio, del ICNF (Instituto de Conservación de la Naturaleza y los Bosques).

La investigación en curso sobre la relación entre el eucalipto y el cambio climático permite anticipar los cambios necesarios para garantizar la productividad futura de los bosques. Entre ellas se incluyen el desarrollo de clones más resistentes, la identificación de nuevas zonas geográficas para la plantación y la aplicación de métodos silvícolas adaptados a las condiciones climáticas en transformación, junto con el seguimiento permanente de las poblaciones y los ecosistemas forestales.

El desarrollo de modelos meteorológicos más fiables podría aportar soluciones innovadoras para adaptar los espacios forestales a los efectos del cambio climático. El uso de herramientas avanzadas para predecir el riesgo de aparición de plagas y enfermedades nuevas y actuales, así como la optimización del momento en que se llevan a cabo las operaciones forestales más delicadas, como la preparación del terreno, la plantación y la tala, también serán factores determinantes.

El aprendizaje acumulado a lo largo de los años con la silvicultura del eucalipto, dados su alcance y rigor, puede servir como referencia y apoyo para

los esfuerzos de adaptación de otras especies forestales y para el bosque nacional en su conjunto.

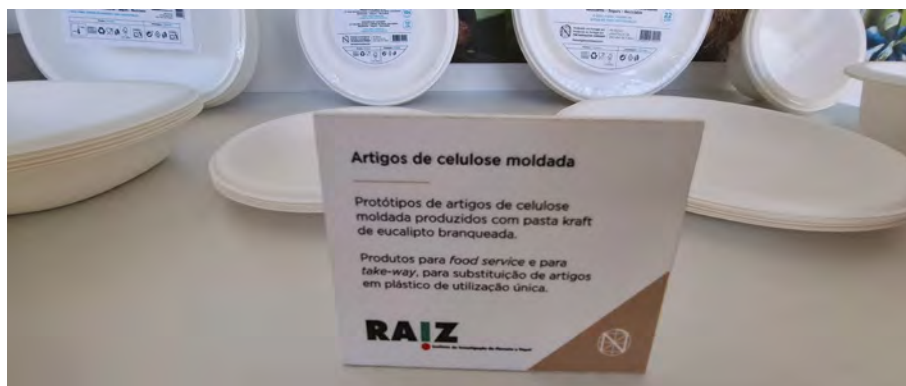
¿Sabía que...?

Los cambios en los patrones climáticos tendrán un impacto significativo en el panorama forestal nacional, lo que exigirá soluciones que aumenten la resistencia y la resiliencia de los ecosistemas. El cultivo del eucalipto puede desempeñar un papel fundamental en este proceso.

La transformación que exige el futuro

La investigación científica y las innovaciones no se limitan a la gestión forestal. De los laboratorios han surgido soluciones que amplían el protagonismo del eucalipto en el marco de un nuevo modelo económico, más sostenible y alternativo a los modelos petroquímicos tradicionales. Las propiedades del *Eucalyptus globulus* posicionan a Portugal como un actor destacado en la nueva bioeconomía, centrada en el uso sostenible de los recursos naturales de origen forestal.

Algunos de los nuevos bioproductos fabricados a partir del eucalipto ya están entrando en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, los envases para alimentos, que sustituyen al plástico, permiten que la transición hacia una mayor sostenibilidad cuente con la participación de un número cada vez mayor de personas. Se trata de soluciones innovadoras, integradas en el modelo de la economía circular, que ofrecen opciones responsables y contribuyen a la adaptación al cambio climático.



El camino hacia la bioeconomía

Nuestro modo de vida actual depende en gran medida del carbono fósil para satisfacer nuestras necesidades en materia de energía, transporte, salud y la producción de muchos de los productos de uso cotidiano a base de plástico de origen petroquímico. Las consecuencias son bien conocidas: el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, en particular el CO₂, que ha contribuido a profundos cambios climáticos y a una creciente pérdida de biodiversidad.

Al mismo tiempo, el consumo de recursos naturales no renovables se ha acelerado a un ritmo alarmante. Según la OCDE, la extracción de materias primas en todo el mundo se ha más que triplicado en los últimos 50 años, y se prevé que se duplique en los próximos 40 años, lo que ejercerá aún más presión sobre los ecosistemas mundiales.

La tasa de reciclaje y reutilización de materiales de origen fósil, como los plásticos y las fibras textiles sintéticas, es relativamente baja. Según Eurostat, el índice de reciclaje del plástico alcanza el 42 % en Europa, y tan solo el 10 % a nivel global, lo que supone una inevitable acumulación en el medio ambiente.

Para garantizar la sostenibilidad del planeta, es indispensable una transformación profunda de la economía moderna, así como el desarrollo de soluciones innovadoras, nuevos modelos de negocio y la promoción de estilos de vida más acordes con los retos medioambientales. Este cambio implica la transición de una economía lineal, basada en recursos fósiles y generadora de residuos hacia un modelo circular, basado en recursos renovables. Este modelo tiene como objetivo minimizar el impacto sobre el clima y poner en valor plenamente los subproductos y los residuos, mediante su conversión en bioproductos que eliminen la necesidad de materiales de origen fósil.



La primera estrategia de bioeconomía fue lanzada por la Unión Europea en 2012, siendo considerada un motor de la competitividad de Europa. Se revisó en 2018, adoptando los conceptos de circularidad y sostenibilidad como los ejes centrales. Estableció como prioridades el refuerzo

y el crecimiento a gran escala de los sectores basados en la naturaleza, la implementación acelerada de bioeconomías locales en toda Europa y la consideración de sus límites, en particular, el suministro sostenible de recursos biológicos y la aceptación de los bioprocesos y bioproductos por parte de los consumidores.

A nivel mundial, se estima que la bioeconomía tiene un valor aproximado de 4 billones de dólares, y se prevé que represente un tercio de la economía mundial en 2030. En la Unión Europea, la bioeconomía, que incluye los sectores de la agricultura, la silvicultura, la pesca, la alimentación y la producción de pasta y papel, así como las industrias química, biotecnológica y energética, alcanzó un valor de 2,4 billones de euros en 2019, generando 750 000 millones de euros de valor añadido bruto (VAB), lo que equivale al 4,7 % del PIB, y 18 millones de puestos de trabajo. Según datos de la Unión Europea, la silvicultura aporta 25 000 millones de euros de VAB al sector de la bioeconomía, y el papel y el cartón, 48 000 millones de euros.

En Portugal, el Plan de Acción para la Bioeconomía Sostenible, publicado en 2021, considera que la bioeconomía es el único modelo económico capaz de dar respuesta a los retos de la humanidad. Sus ejes de intervención incluyen promover la investigación, el desarrollo y la innovación, valorizando la excelencia científica y tecnológica nacional, incentivar la producción sostenible y el uso inteligente de los recursos biológicos de origen regional; desarrollar una bioindustria circular y sostenible, promoviendo la innovación a lo largo de la cadena de valor y en los procesos, apoyar a la sociedad, a través del conocimiento y el desarrollo de competencias, con iniciativas centradas en la educación y la formación y supervisar la bioeconomía, evaluando su evolución, comprendiendo los límites de los ecosistemas y promoviendo la certificación.

En 2017, la bioeconomía en Portugal generó un volumen de negocio de 41 000 millones de euros, aportando 11 700 millones de euros de valor añadido bruto, que corresponde al 7 % del PIB nacional total, una cifra superior a la media europea. Asimismo, el sector daba trabajo a 685 000 personas.

¿Sabía que...?

La bioeconomía abarca la producción, el uso, la transformación y la regeneración de los recursos biológicos, con el fin de ofrecer soluciones innovadoras y crear valor en diversos sectores económicos. Promueve la armonización sostenible de la economía con recursos biológicos renovables, fomentando la sustitución de los productos derivados de combustibles fósiles por alternativas más sostenibles.

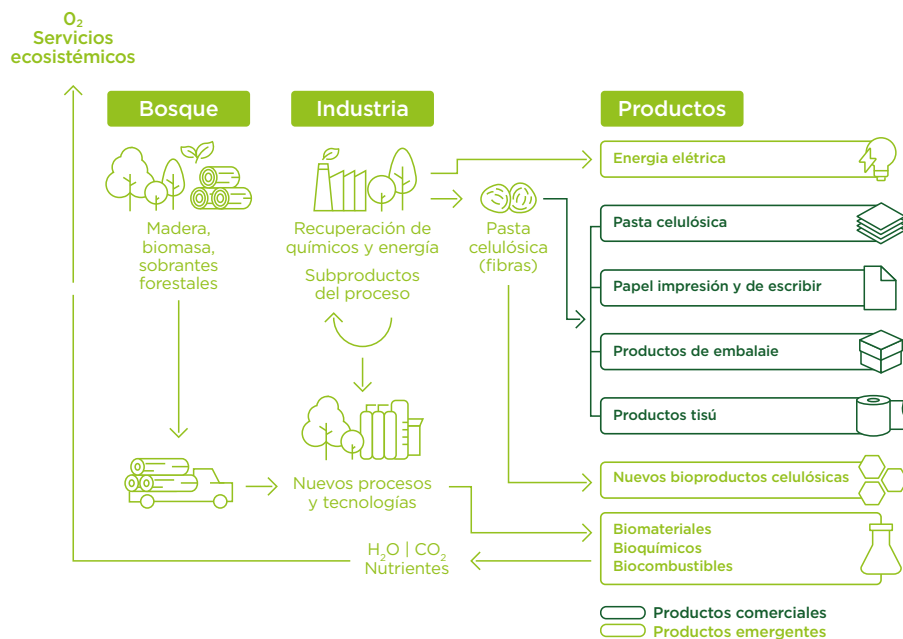
La respuesta de la industria de pasta y papel

La industria de la pasta y el papel, basada en plantaciones forestales bien gestionadas, se encuentra especialmente bien posicionada para responder a los retos de la sostenibilidad global, ya que utiliza como materia prima principal un recurso renovable, presenta un balance de emisiones de carbono tendencialmente neutro y sus procesos y productos son ejemplos de las buenas prácticas de la economía circular.

Las fábricas de pasta y papel han evolucionado hasta convertirse en biorrefinerías, donde la madera, la biomasa forestal y los subproductos industriales

y forestales se transforman mediante procesos energéticamente eficientes y respetuosos con el medio ambiente, en una amplia gama de productos, que incluyen fibras celulósicas, materiales para papel y bioenergía, biocombustibles y bioproductos alternativos o análogos a los de origen petroquímico. Esta transformación posiciona el sector como un pilar esencial de la bioeconomía circular moderna.

Concepto de biorrefinería aplicado a la industria de pasta y papel



Fuente: RAIZ

Los bosques desempeñan un papel fundamental en la bioeconomía, ya que producen biomasa que puede transformarse en bioproductos

mediante el concepto de biorrefinería, sustituyendo así a los productos obtenidos por vía petroquímica.

Pero, ¿de qué bosques se trata? Los bosques plantados actuales no son suficientes para satisfacer la creciente demanda mundial de madera y biomasa.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), alrededor de dos tercios de la madera y la biomasa que se consumen anualmente en el mundo proceden de bosques nativos. Este dato subraya la importancia de la plantación y la gestión de bosques destinados a la producción, que no solo satisfacen las necesidades de consumo, sino que también contribuyen a conservar los bosques autóctonos a escala mundial.

El consumo anual de madera en el mundo asciende actualmente a 2.200 millones de metros cúbicos, y se prevé un aumento del 30 al 40 % para 2050, según la FAO. Para satisfacer este aumento del consumo de madera se necesitarán alrededor de 33 millones de hectáreas de nuevas plantaciones forestales.

¿Sabía que...?

Dos tercios de la madera y la biomasa que se consumen anualmente en el mundo proceden de bosques naturales. Ante el previsible aumento del consumo de madera, los bosques plantados bien gestionados son una solución que garantiza la materia prima para la industria y reduce la presión sobre los bosques naturales.

Las propiedades del *Eucalyptus globulus*

La competitividad y el éxito de los productos celulósicos derivados del *Eucalyptus globulus* están directamente relacionados con la estructura y la composición química de su madera. Esta especie se distingue por tener una madera más densa, con mayor tenor de celulosa y fibras cortas con paredes celulares espesas en comparación con otras maderas industriales. Estas características se traducen en ventajas significativas: rendimientos de producción de pasta superiores en más de un 10 %, reducción del 20 % en el consumo de productos químicos durante el proceso industrial, papeles de impresión con gran lisura, papeles higiénicos y sanitarios con mayor suavidad y un uso de solo la mitad de la madera necesaria para producir la misma superficie de papel de embalaje, en comparación con las maderas nórdicas.

Por lo que se refiere a la capacidad de reciclaje, las fibras de *Eucalyptus globulus* destacan por su resistencia y durabilidad, lo que permite hasta seis ciclos más de reciclaje en comparación con las fibras de otras especies de eucalipto o de otras especies de hoja ancha o resinosas, suponiendo una ventaja significativa en el contexto de una economía circular y de prácticas industriales más sostenibles.

Las características de la madera de esta especie constituyen la base de la larga historia de innovación que ha forjado el carácter pionero a nivel mundial de la industria nacional de la pasta y el papel y de sus bioproductos de base celulósica. En la década de 1950 Portugal desafió los conocimientos y las prácticas internacionales establecidas al producir, por primera vez en el mundo, pasta de celulosa de *Eucalyptus globulus* mediante el proceso *kraft* y papeles de impresión y escritura con un 100 % de fibra corta. Hoy en día, Portugal es líder europeo en la producción de pastas blanqueadas y de papeles de impresión y escritura fabricados con fibras de *Eucalyptus globulus*.

Más recientemente, Portugal ha vuelto a ser el primer país en producir papeles de embalaje con un 100 % de fibras de *Eucalyptus globulus*. Este tipo de papel presenta notables ventajas competitivas, tales como propiedades mecánicas superiores, una elevada capacidad de reciclaje y una descomposición un 20 % más rápida al final de su ciclo de vida. El país produce papel higiénico-sanitario de gran suavidad a partir de estas fibras, que compiten con éxito en los mercados internacionales.



¿Sabía que...?

En la década de 1950, Portugal desafió los conocimientos y prácticas internacionales al producir, por primera vez en el mundo, pasta de celulosa de *Eucalyptus globulus* mediante el proceso *kraft*, así como papeles de impresión y escritura con un 100 % de fibra corta. En la actualidad, el país es líder europeo en la producción de pastas blanqueadas y de papeles de impresión y escritura fabricados con fibras de esta especie de eucalipto.

La historia sigue con los nuevos bioproductos y biomateriales

¿Y si el bosque nacional de eucaliptos pudiera ofrecer una solución ecoeficiente para sustituir al plástico de origen fósil, empezando por los numerosos objetos desechables de uso diario? Esta visión ya es una realidad gracias a una nueva generación de bioproductos, biomateriales, productos bioquímicos y biocombustibles, algunos aún en fase de estudio y otros ya en producción. Entre los ejemplos destacan las nuevas aplicaciones de las fibras celulósicas de *Eucalyptus globulus* en compuestos de fibra termoplástica, los compuestos bioactivos extraídos del follaje y la corteza del eucalipto, y los biocombustibles avanzados. El desarrollo del concepto de biorrefinería en las fábricas nacionales de pasta y papel está allanando el camino para innumerables soluciones ecoeficientes basadas en el eucalipto.

La incorporación de fibras celulósicas en materiales termoplásticos constituye un enfoque sostenible para la producción de nuevos materiales biocompuestos, lo que reduce el consumo de plástico petroquímico, la dependencia de los recursos fósiles y las emisiones globales de CO₂. Ejemplos prácticos de estos bioproductos incluyen materiales de embalaje con propiedades de barrera, capaces de sustituir a los plásticos desechables como los utilizados en alimentos, fibras textiles como alternativas al algodón y a las fibras sintéticas, filamentos para impresión 3D y telas no tejidas con aplicaciones en higiene, salud e industria textil.



Biocompuestos termoplásticos - Productos compuestos por celulosa (pasta *kraft* de eucalipto) y termoplásticos, que pueden ser de origen renovable o fósil para aplicaciones diversas en lugar de materiales producidos exclusivamente por plásticos.

"tejidos no tejidos"

Las mascarillas y la ropa de protección médica son ejemplos de «tejidos no tejidos». Hoy en día se fabrican principalmente a partir de fibras sintéticas de origen fósil o de fibras semisintéticas, pero en el futuro podrían sustituirse por fibras de *Eucalyptus globulus*.

Las fibras celulósicas de *Eucalyptus globulus* también pueden convertirse en celulosa micro y nanofibrilada, para diversas aplicaciones que van desde la producción de papeles con mejores propiedades mecánicas, lisura y barrera, productos cosméticos y nutracéuticos, hasta materiales avanzados como los bionanocompuestos para la industria automovilística. Otra aplicación prometedora es la producción de prebióticos, mediante la conversión de las hemicelulosas en xilooligosacáridos.

La lignina es el principal subproducto del proceso industrial de producción de pasta de papel mediante el método *kraft*. Aunque se quema principalmente en el licor negro para la producción de vapor y electricidad, la lignina puede tener aplicaciones de mayor valor añadido, concretamente en resinas para la industria del calzado, adhesivos, espumas de poliuretano para aislamiento térmico y acústico, como aditivo en cementos, o incluso en productos cosméticos.

La biomasa de eucalipto es especialmente rica en compuestos bioactivos de alto valor añadido, como los aceites esenciales presentes en el follaje, los triterpenos (con propiedades biológicas y terapéuticas) abundantes en la corteza y el follaje, y los compuestos fenólicos, que también pueden aportar beneficios para la salud, en la corteza y la madera. Estos compuestos bioactivos presentan propiedades antioxidantes, antibacterianas, antivirales y neuroprotectoras, con posibles aplicaciones en áreas como la perfumería, la cosmética, la nutracéutica, la farmacia y la medicina. Tras la extracción de estos compuestos, la biomasa residual puede aprovecharse para fines energéticos.

Los residuos de la explotación forestal y los subproductos generados en el proceso industrial de producción de pasta de celulosa de eucalipto pueden utilizarse para la producción de biocombustibles. Un ejemplo es el bioetanol de origen celulósico, obtenido mediante la sacarificación de residuos forestales y la posterior fermentación para producir etanol, que puede utilizarse como biocombustible o servir como producto intermedio en la síntesis de compuestos químicos, como es el caso del etileno y otras olefinas utilizadas en la síntesis de bioplásticos.



1. Hormigón prefabricado producido con residuos de la fabricación de pasta.
2. Geopolímero producido con cenizas volantes de las calderas de biomasa.
3. Argamasa producida con cenizas volantes de las calderas de biomasa.
4. Betuminoso para aplicación en pavimentos producidos con residuos de la fabricación de pasta.
5. Producción de *pellets* a partir de residuos sólidos del proceso de producción de pasta.

A partir de la combustión de los residuos de la explotación forestal o del proceso de producción de pasta de eucalipto, también es posible producir CO₂ biogénico, un gas con un elevado potencial para la fabricación de combustibles sintéticos, como el e-metanol y los e-SAF (combustibles de aviación sostenibles).

A partir de 2041, la normativa de la Unión Europea establece que solo el CO₂ de origen biogénico podrá utilizarse en la producción de combustibles sintéticos. En este escenario, las biorrefinerías basadas en *Eucalyptus globulus* tendrán acceso a un recurso valioso, que podrán utilizar internamente o comercializar en el marco de los créditos de carbono.

Los resultados de la innovación en curso ponen de manifiesto que las plantaciones forestales de *Eucalyptus globulus* dan a Portugal una ventaja competitiva significativa en el avance de la bioeconomía y el uso sostenible de recursos naturales.

Con su bosque de eucaliptos, los conocimientos técnicos de sus empresas, la competencia de sus universidades y centros de investigación y desarrollo, con unas políticas públicas adecuadas y racionales, Portugal se encuentra en una posición privilegiada para ser un actor destacado en la nueva bioeconomía circular, basada en los bosques. Este esfuerzo contribuye a la descarbonización de la economía, a la mitigación del cambio climático y garantiza la plena participación en la cuarta revolución industrial: la biorrevolución.

¿Sabía que...?

Ante la necesidad de reducir el uso de materias primas fósiles, ya sea como fuente de energía o como materia prima, las propiedades únicas del *Eucalyptus globulus* sitúan a esta especie como uno de los grandes protagonistas de la nueva bioeconomía basada en los bosques.



Una alternativa que ya es real

Desde finales de 2024 se están fabricando, por primera vez en el mundo, envases de celulosa moldeada a partir de fibras de eucalipto, lo que supone una respuesta concreta a la creciente necesidad de sustituir los envases de plástico, aluminio y poliestireno expandido. Estos envases, fabricados en Aveiro por The Navigator Company, que son totalmente reciclables o compostables se destinan a la distribución de alimentos al por menor, la hostelería, la restauración y el catering, incluyendo platos, cuencos, vasos y envases para comida para llevar. En el sector agroalimentario, estos envases de celulosa moldeada sustituirán también a los de plástico, utilizados para carne y pescado crudos, comidas preparadas, frutas o verduras.

Importantes inversiones en recursos humanos y tecnología han permitido adaptar las fibras de madera de *Eucalyptus globulus* a estos nuevos usos, dotándolos de propiedades de barrera contra el agua, los aceites, las grasas y el oxígeno, características fundamentales para el sector de los envases alimentarios. Incluso cuando se utiliza una película de plástico para reforzar las propiedades de barrera, los envases de celulosa moldeada con película permiten sustituir el 90 % de los materiales de origen fósil por materiales de origen renovable y biodegradables o compostables.

Además de producirse en Portugal, estos envases se fabrican a partir de madera nacional certificada, procedente de bosques gestionados de forma sostenible y responsable. Este factor contrasta con otras materias primas renovables utilizadas en envases, como el bagazo de caña de azúcar, que no están sujetas al mismo control por entidades independientes y llegan al mercado europeo sin certificación, como resultado de prácticas intensivas en mano de obra y del uso extensivo de pesticidas, que son absorbidos y retenidos por la caña de azúcar.



Preguntas y respuestas

1. ¿ Desde cuándo se estudia el eucalipto en Portugal?

La investigación sobre el *Eucalyptus globulus* en Portugal se remonta a hace más de un siglo, en paralelo a la introducción de la especie y al desarrollo de la industria de la celulosa. Esta trayectoria científica ha consolidado al eucalipto como una materia prima esencial en la bioeconomía nacional, con proyectos pioneros que sitúan a Portugal a la vanguardia de la innovación forestal.

2. Cómo contribuye el eucalipto a un bosque más adaptado al cambio climático?

El cambio climático supone un desafío constante en la gestión de las plantaciones de eucalipto. La investigación ha permitido anticipar cambios y desarrollar soluciones, como la selección de clones más adaptados, la identificación de zonas adecuadas para la plantación y la aplicación de métodos avanzados de silvicultura. Estos conocimientos pueden aplicarse a otras especies forestales, contribuyendo a un bosque más sostenible y adaptado a los escenarios climáticos futuros.

3. ¿ El eucalipto solo sirve para producir pasta de papel?

No. Es cierto que la investigación llevada a cabo ha situado a Portugal a la vanguardia europea en la producción de pastas blanqueadas y papeles para impresión y escritura, fabricados con fibras de *Eucalyptus globulus*. Sin embargo, la investigación también explora la producción de bioproductos para una amplia gama de aplicaciones, por ejemplo, envases que sustituyen a los plásticos de un solo uso, compuestos bioactivos para la cosmética y la industria farmacéutica, así como biocombustibles.

4. ¿ Son las fábricas de pasta y papel biorrefinerías?

Las fábricas de pasta y papel se están convirtiendo en biorrefinerías basadas en los conceptos de aprovechamiento integral de los recursos y la adopción de procesos eficientes desde el punto de vista energético y medioambiental. La madera y la biomasa forestal, así como los subproductos industriales y forestales, se convierten en fibras celulósicas, papel y cartón, bioenergía, biocombustibles y bioproductos alternativos a los de origen petroquímico, lo que convierte a este sector en un pilar de la bioeconomía circular.

5. ¿Cuál es la aportación del bosque a la bioeconomía de Portugal?

Las industrias del sector forestal suponen el 24 % de la bioeconomía portuguesa, aportando 9 800 millones de euros y 76 500 puestos de trabajo, lo que constituye el 13,3 % del empleo. El bosque y la industria sustentada por sus recursos biológicos renovables son protagonistas de la nueva bioeconomía, favoreciendo la sustitución de los productos de origen fósil.

Resumen



Desde su introducción en Portugal, en el siglo XIX, el eucalipto ha desempeñado un papel fundamental en la transformación del paisaje forestal y en la evolución de la industria nacional. A pesar de ser una especie exótica, originaria de Australia, se ha adaptado al clima y a los suelos portugueses, contribuyendo de manera significativa a la economía, la bioeconomía y la gestión sostenible de los recursos naturales.

La historia del eucalipto en Portugal es una historia de adaptación e innovación. Desde las primeras plantaciones, destinadas a la producción de madera para las vías férreas, hasta la creación de una industria pionera de pasta de papel, se fue consolidando como una especie esencial para el desarrollo del sector forestal e industrial del país.

Hoy en día, el eucalipto ocupa un lugar central en la bioeconomía basada en los bosques. Sus fibras celulósicas abastecen a una industria papelera competitiva y sostenible, y constituyen, además, el punto de partida para una serie de bioproductos innovadores, entre los que se incluyen biocombustibles, productos bioquímicos y biomateriales. Estos avances permiten sustituir los materiales de origen fósil y alinear la industria forestal portuguesa con los objetivos globales de descarbonización y sostenibilidad.

Una de las grandes ventajas del *Eucalyptus globulus* es su eficiencia en el uso de los recursos. Esta especie destaca por su rápido crecimiento, su elevada capacidad de regeneración a través de brotes y un uso eficiente del agua y los nutrientes. Además, su capacidad para capturar carbono la convierte en un aliado importante en la lucha contra el cambio climático.

Otro aspecto relevante es la contribución del eucalipto al empleo y a la dinamización económica, especialmente en las regiones rurales. El sector del eucalipto genera decenas de miles de puestos de trabajo directos e indirectos, creando valor añadido y reforzando la cohesión territorial. Además del impacto económico, las plantaciones bien gestionadas ofrecen valiosos servicios ecosistémicos, como la protección contra la erosión, la purificación del agua y la promoción de la biodiversidad.

Aunque el eucalipto es objeto de críticas, a menudo relacionadas con el monocultivo y los riesgos asociados a su expansión descontrolada, es fundamental reconocer que estos retos pueden mitigarse mediante una gestión forestal responsable. La inversión en buenas prácticas silvícolas ha dado resultados positivos, promoviendo un equilibrio entre la producción y la conservación.

La ciencia ha desempeñado un papel crucial en la gestión forestal sostenible de las plantaciones de eucalipto y en la maximización del potencial de esta especie. El desarrollo de clones adaptados a condiciones específicas, la investigación sobre nuevos bioproductos y la adopción de tecnologías innovadoras en la industria forestal son ejemplos de cómo Portugal ha liderado el aprovechamiento sostenible de esta especie fundamental para situar al país a la vanguardia de la bioeconomía.

También es importante destacar el papel del eucalipto en la sustitución de materiales de origen fósil. Los nuevos embalajes de celulosa moldeada, bioplásticos y combustibles renovables, producidos a partir de la madera y los subproductos del eucalipto, representan soluciones concretas para

los desafíos ambientales y climáticos del presente. Estas innovaciones se alinean con los objetivos de descarbonización de la Unión Europea y refuerzan la relevancia de esta especie en el contexto global.

El futuro del eucalipto en Portugal depende de un equilibrio entre la producción, la sostenibilidad y la percepción pública. La educación ambiental, la comunicación transparente y la participación de todos los actores —desde los propietarios forestales hasta las comunidades locales— serán fundamentales para garantizar que esta especie siga contribuyendo al progreso del país en los tres pilares de la sostenibilidad.

El *Eucalyptus globulus* no es solo un árbol que creció en Portugal, sino un símbolo de resiliencia, adaptación y potencial transformador. Su papel en el presente y en el futuro de los bosques plantados refleja la capacidad del ser humano para encontrar soluciones sostenibles a los retos de nuestro tiempo.



Colección de José Neiva Vieira



A low-angle, upward-looking photograph of several tall eucalyptus trees. The trunks are light-colored and smooth, reaching towards a clear, bright blue sky. The foliage is dense and green, with some branches showing the characteristic silvery undersides of eucalyptus leaves. The perspective creates a sense of height and verticality.

Eucalipto

HISTORIA, TERRITORIO Y CONOCIMIENTO.

El *Eucalyptus globulus* es la especie de eucalipto más abundante en Portugal. Esta especie es mundialmente conocida por sus propiedades de crecimiento, adaptabilidad y la calidad tecnológica única de sus fibras, que permiten producir, con un consumo de madera mucho menor que otras especies, excelente papel de impresión y de escritura, tisú y embalaje, entre otros productos. El género *Eucalyptus* incluye casi 800 especies diferentes, aunque tan solo unas 15 de ellas tienen uso industrial.

A photograph of a dense tropical forest. Two large, light-colored tree trunks with reddish-brown vertical streaks are prominent in the center. The background is filled with various green plants, including large-leafed tropical species and hanging vines. The lighting is dappled, creating a sense of depth and texture.

Eucalipto

HISTORIA, TERRITORIO Y CONOCIMIENTO.

El *Eucalyptus globulus* es la especie de eucalipto más abundante en Portugal. Esta especie es mundialmente conocida por sus propiedades de crecimiento, adaptabilidad y la calidad tecnológica única de sus fibras, que permiten producir, con un consumo de madera mucho menor que otras especies, excelente papel de impresión y de escritura, tisú y embalaje, entre otros productos. El género *Eucalyptus* incluye casi 800 especies diferentes, aunque tan solo unas 15 de ellas tienen uso industrial.