



2025 | 16-20
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1231

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





Nueva estrategia de diversificación de coníferas en Asturias

GONZÁLEZ-GARCÍA, M. (1), ALONSO-GRAÑA, M. (1), MENÉNDEZ COEGO, C.A. (2) y MAJADA, J. (1)

(1) Fundación Centro Tecnológico Forestal y de la Madera de Asturias (CETEMAS).
(2) Servicio de Gestión Forestal, Consejería de Medio Rural y Política Agraria, Principado de Asturias.

Resumen

Debido a la incidencia de los problemas sanitarios del pino radiata acontecidos en los últimos años en el norte de España se ha generado una fuerte incertidumbre en cuanto al futuro de su cultivo. Ante esta problemática, es de gran importancia buscar especies alternativas, predominantemente productivas, con propiedades tecnológicas para la producción de madera, con mayor tolerancia a riesgos bióticos y abióticos y capacidad de adaptación al cambio climático, sostenibles y viables. Basado en estos criterios y mediante el uso de indicadores se ha constatado la existencia de distintas especies de interés para ser incluidas en la nueva estrategia de diversificación de Asturias: *Pinus taeda*, *Pseudotsuga menziesii*, *Cedrus atlántica*, *Cedrus libani*, *Cryptomeria japonica* y *Sequoia sempervivens*. Considerando las características y la autoecología de estas especies, desde 2024 se está llevando a cabo la instalación de un extenso dispositivo experimental de ensayos cubriendo distintas condiciones edafoclimáticas de la región. La información generada a partir del dispositivo permitirá a los propietarios y a la administración disponer de materiales forestales de reproducción, sostenibles y productivos, poniendo a su disposición alternativas para hacer frente a los agentes bióticos que están causando serios perjuicios económicos y ambientales en las masas del norte de España.

Palabras clave

Especies alternativas, madera, sanidad, productividad, cambio climático.

1. Introducción

El pino radiata o pino insigne es una especie con gran importancia para Asturias ya que es la conífera que más superficie ocupa en la región, unas 25.000 ha, seguida de cerca por el pino pinaster con 22.500 ha (DGCN, 2012). En la actualidad, en el norte de España existen diversos problemas sanitarios en los pinares de radiata producidos por agentes bióticos, entre los que cabe destacar *Lecanosticta acicola* (ORTIZ DE URBINA et al., 2016), que es el hongo que provoca la enfermedad conocida como banda marrón, y el chancro del pino, enfermedad causada por la infección del hongo *Fusarium circinatum* (LANDERAS et al., 2005). Estos hongos afectan especialmente al pino radiata y provocan la reducción del crecimiento, la degradación de la calidad de la madera y en muchos casos la muerte generalizada de los árboles (PALMA, 2019; COBOS SUAREZ Y RUIZ URRESTARAZU, 1990)

Debido a la fuerte y continuada incidencia de la banda marrón desde 2018, el pino radiata está sometido a cortas masivas generando una fuerte incertidumbre en cuanto al futuro de su cultivo en la cornisa cantábrica. En la actualidad esta enfermedad está haciendo desaparecer al pino insigne de toda la franja costera occidental asturiana y de otras zonas intermedias de media montaña. Esta situación supondrá, sino se aplican medidas, una pérdida para los propietarios y de materia prima para los aserraderos de pino de la región, lo que incrementa la



preocupación de los integrantes de industria forestal y de la madera. El sector está preocupado y urge buscar soluciones por el avance de esta enfermedad que está provocando cortas de pinares sin alcanzar su turno. Ante esta problemática actual se considera de gran importancia desarrollar materiales resistentes de pino radiata y buscar a corto plazo otras alternativas al pino insigne, sostenibles y viables, evitando su sustitución sistemática por masas de eucalipto.

2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es evaluar la idoneidad de especies alternativas al pino radiata mediante la instalación de una red de parcelas piloto en distintas zonas de actuación en Asturias. Esto permitirá estudiar la mejor adaptación y respuesta de estos genotipos frente a las distintas condiciones de suelo y clima existentes en la región.

3. Metodología

3.1. Criterios de selección y evaluación de especies

Las especies forestales no autóctonas de las empleadas en Europa que no muestran un comportamiento invasivo y están catalogadas como especies autorizadas son abundantes. Un gran número de ellas se utiliza en silvicultura productiva y en restauración forestal debido a su mayor capacidad de crecimiento, las propiedades de su madera y su buen rendimiento en condiciones de crecimiento difíciles. La distribución actual de las especies, las experiencias de éxito y fracaso y las preocupaciones medioambientales difieren profundamente en toda Europa, siendo la Europa occidental la que revela una mayor proporción de especies no autóctonas y muestra un mayor interés por seguir plantando estos materiales forestales.

Para definir las especies de interés a la hora de diseñar un programa de diversificación de coníferas productoras de madera, se han evaluado distintas alternativas desde el punto de vista de aptitudes y características de la materia prima que requiere la industria para su transformación con sus necesidades actuales y previsiones de futuros nuevos mercados, especialmente para el sector de la construcción. Además, es importante seleccionar especies con mayor tolerancia a las enfermedades y capacidad de adaptación a las condiciones edafoclimáticas de Asturias y al cambio climático.

Estas especies deben ser predominantemente productivas y con propiedades tecnológicas de interés para la industria de transformación. Adicionalmente, el diseño de toda nueva estrategia debe ir acompañado de la puesta en marcha de acciones y medidas para buscar soluciones y mitigar los riesgos del cambio climático. Confiar únicamente en los mecanismos naturales que regulan los efectos del cambio climático es arriesgado. Hay evidencias de que los conceptos tradicionales de la silvicultura son insuficientes para preparar los bosques para las cambiantes condiciones futuras. Particularmente en los cultivos forestales, se necesitan cambios en la composición de las especies arbóreas, y adicionalmente en el periodo de rotación y densidad de la masa forestal.

3.2. Especies de interés en el noroeste de España

Basado en los criterios definidos previamente se han caracterizado distintas especies para considerar en la estrategia de diversificación. Una vez analizadas las distintas opciones mediante indicadores (crecimiento, sostenibilidad, resistencia a enfermedades y cambio climático, propiedades tecnológicas) se constata la



existencia de especies de interés como pino taeda, abeto de Douglas, cedro del Atlas y del Líbano, cedro japonés y secuoya roja. Ninguna de las especies seleccionadas es de nueva introducción en España, pudiendo documentarse para varias de ellas plantaciones efectuadas desde mediados del siglo XIX, por ejemplo, en el caso de los cedros en Andalucía. Además, a escala nacional el INIA a mediados del siglo XX impulsó la instalación y seguimiento de una red de parcelas de ensayos de introducción de especies de coníferas, aunque dicha red no está representada Asturias. Esta experimentación tuvo como fin principal caracterizar su comportamiento y seleccionar las especies más adecuadas para aumentar la producción de madera para diferentes usos bajo distintas condiciones ambientales.

A continuación, se definen más detalladamente los datos de autoecología de las especies seleccionadas junto con el conocimiento disponible de su sensibilidad frente a daños bióticos y abióticos. Toda la información reflejada en este trabajo se incluye en fichas divulgativas, resultados de proyectos de investigación y diferentes publicaciones científicas (BASTIEN et al, 2021; OYAREGUI-ARRIADA et al., 2016; SANTANA et al., 2016; BOISSESON, 2014; COURBERT et al., 2012).

3.2.1. Pino taeda (*Pinus taeda*)

El pino tea se introdujo en Europa a finales del siglo XIX y empezó a utilizarse en repoblación forestal en las Landas (Francia), en los años ochenta, plantándose en la actualidad a un ritmo de 250-300 ha al año. El impulso de su cultivo se produjo tras el temporal de diciembre de 1999. Esta especie (debido a la estructura de su sistema radical) demuestra una buena estabilidad y resistencia al viento, y por tanto ofrece una buena alternativa al pino marítimo en sitios susceptibles de derribos por viento.

Es una especie de crecimiento rápido que precisa mucha luz y al menos 800 mm de precipitación repartidas a lo largo del año. Prefiere suelos de páramo húmedo bien drenados y sin capas impermeables. No tolera la caliza activa, ni la hidromorfía superficial. Es capaz de aclimatarse hasta una altitud máxima de 400 m. Fuera de esta altitud debe evaluarse a nivel de rodal la aptitud del sitio, al igual que ocurre con pino radiata.

En cuanto a su sensibilidad a daños bióticos y abióticos es una especie con elevados niveles de resistencia a plagas (similar a pino pinaster) pero es susceptible ataques de *Diplodia sapinea*, *Heterobasidion annosum* sl. y escolítidos sobre todo si se planta fuera de su estación forestal. Los materiales no mejorados utilizados en Francia son sensibles a la sequía, por lo que deben evitarse los terrenos secos.

3.2.2. Abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*)

El abeto de Douglas es una especie de crecimiento rápido, con una elevada calidad de madera y que se adapta a distintas condiciones climáticas. Por ello, esta especie presenta un gran interés en repoblaciones para la producción maderera. Fue introducida en el norte de España hace más de 40 años, llevándose a cabo las principales repoblaciones en el País Vasco, Navarra, La Rioja, Galicia y Cataluña. En Asturias se ha plantado ocasionalmente, disponiendo de cuatro rodales selectos en el catálogo de materiales de base del ministerio. La extensión dedicada a este cultivo en el norte de España es de aproximadamente 30.000 ha. La gran diversidad genética de estos materiales explica el éxito o fracaso de estas en función de la procedencia empleada y/o una inadecuada selección de la estación óptima para su plantación.



El abeto de Douglas es una especie bastante exigente en cuanto a luz, pero resistente al frío invernal y a las heladas primaverales. Requiere al menos 700 mm de precipitaciones anuales con un óptimo entre 800 y 1200 mm con precipitaciones estivales óptimas superiores a 400 mm. Es una especie sensible al viento y a la nieve por la rotura de las ramas. Es una especie adaptada a los climas templados (isotermas entre 8 y 11°C). En montaña, su expansión se limita por tanto a altitudes medias, con exposiciones resguardadas donde la nieve y el viento son menos restrictivos. Soporta suelos muy ácidos hasta pH neutro y no tolera la caliza activa ni los suelos superficiales, compactos y arcillosos, ni con un marcado exceso de agua en invierno. Fuera de su estación se puede observar la muerte de algunos pies, sobre todo tras olas de calor y sequías, pero los materiales mejorados disponibles para condiciones climáticas críticas permiten actualmente solventar estas incertidumbres.

Esta especie es actualmente poco sensible a los insectos y patógenos. Entre sus enemigos destaca *Megastigmus spermotrophus*, cuya larva es una plaga de las semillas del abeto Douglas que ha causado daños variables en otros países europeos y su afección por la roya suiza causada por el hongo *Nothophaeocryptopus gaeumannii* de relevancia en el País Vasco.

3.2.3. Cedro del atlas (*Cedrus atlantica*) y cedro del Líbano (*Cedrus libani*)

El cedro del Atlas y el cedro del Líbano son especies que por su resiliencia y comportamiento ante condiciones adversas han sido evaluadas o se están evaluando para determinar su potencial de crecimiento en distintas zonas de Europa como especies de interés frente al cambio climático.

El cedro del Atlas o atlántico procede de ecosistemas con aridez estival y ha sido empleada fundamentalmente desde mediados del siglo XIX en repoblaciones forestales en el sur de España. Por ello, puede convertirse en una especie con potencial de sustitución de otras coníferas mediterráneas del sur de la península ibérica afectadas por el cambio climático.

El cedro atlántico tolera una amplia gama de lechos rocosos, y encuentra su óptimo en rocas silíceas y suelos sueltos, de estructura y textura heterogéneas, profundos (> 60 cm), bastante ricos químicamente y con una reserva útil de agua entre 80 y 100 mm. También acepta un amplio rango de pH, con un óptimo entre 4 y 6,5. Sin embargo, se ve limitada en suelos poco aireados: suelos arcillosos poco estructurados y compactos (especialmente margas) o suelos con encharcamientos permanentes o temporales, aunque no sean muy acusados.

La zona de origen de esta especie corresponde a temperaturas medias anuales de entre 7,5 y 15°C, con inviernos fríos (mínimas medias en enero de -8 a -1°C) y temperaturas máximas medias en julio que pueden superar los 30°C. Fuera de su área de distribución nativa es una especie sensible a las heladas tardías. En cuanto a la pluviometría, es una especie que requiere regímenes anuales de entre 800 y 1500 mm con un sistema radicular profundo y potente, por lo que los suelos gruesos con buena retención de agua pueden compensar una pluviometría inferior, lo que le confiere una buena resistencia general a la sequía.

Por su parte, el cedro del Líbano es una conífera perenne de crecimiento lento durante sus primeros años que se presenta como la especie de cedro más resistente al frío. Se da en rodales monoespecíficos o en masas mixtas cuya composición varía en función de la altitud y el régimen hídrico.

El cedro del Líbano prefiere suelos carbonatados con pH entre 6,6 y 8,2 pero



también crece en suelos con materiales parentales consistentes en areniscas, esquistos de mica y basalto olivínico.

En cuanto a su sensibilidad a daños bióticos y abióticos, el cedro atlántico no presenta grandes enemigos salvo *Diplodia sapinea*, en árboles debilitados o heridos por impactos de granizo, grietas o necrosis de chancro y *Heterobasidion annosum*.

En el caso del cedro del Líbano, en su zona original presenta problemas con la procesionaria del pino y con *Cephalcia tannourinensis*, la mosca del cedro. Sin embargo, en las condiciones ensayadas en el sur de España no ha presentado problemas sanitarios destacables.

3.2.4. Cedro japonés (*Cryptomeria japonica*)

Cryptomeria japonica es considerada una excelente especie maderera de rápido crecimiento y es una de las principales especies de plantación en algunas las zonas del sudoeste asiático. En Francia, se evalúan desde hace años conjuntamente *Sequoia* y *Cryptomeria*.

Es una especie que tolera la sombra y las heladas y es bastante tolerante al viento. Su altitud óptima en su zona de origen va desde los 650 hasta los 2400 m, pero en Asturias podría bajarse la altitud de referencia. La especie prefiere suelos aluviales de drenaje libre, profundos, ricos y húmedos. Tolerancia suelos que van desde los muy ácidos a ligeramente alcalinos, pero se vuelve clorótico en suelos poco profundos sobre caliza.

En su origen se da en zonas con temperaturas medias entre los 8 y los 16°C pero en los lugares de introducción próximos geográficamente, como por ejemplo en Francia, se observa una preferencia por zonas no demasiado frías (temperatura media superior a 8-10°C), precipitaciones anuales superiores a 1.100 mm y una elevada humedad relativa. La precipitación media anual ideal para la especie está comprendida entre 900 y 1.400 mm. La media óptima de las temperaturas máximas diarias en verano es de 24° a 29°C. La media óptima de las temperaturas mínimas diarias en enero pueden alcanzar sin problema entre 1° y -6°C. Admite las nevadas ocasionales, pero sufre ante la persistencia de nieve espesa acumulada por periodos de tiempo prolongados.

Analizando la información existente en Europa esta especie parece ser más resistente que la mayoría de los pinos a la mayor parte de enfermedades y plagas existentes, aunque también puede ser debido a la menor presencia de plagas endémicas de las especies introducidas. Ha sido descrita una sensibilidad a *Phytophthora* por lo que debe evitarse su plantación en zonas encharcables o poco drenadas.

Un factor importante en la gestión de esta especie es su eficiente mecanismo de autopoda en situaciones de competencia, lo que permite obtener trozas libres de nudos y con una longitud considerable.

3.2.5. Secuoya roja (*Sequoia sempervirens*)

Un aspecto muy importante en esta especie es el papel que el fuego ha tenido en su zona de distribución original, un papel ecológico en la sucesión de bosques de secuoyas. Se considera que las secuoyas maduras son muy resistentes al fuego. La corteza gruesa, la gran altura y la capacidad de brotar de la base del fuste o de yemas durmientes, son adaptaciones que permiten a la secuoya sobrevivir ante los incendios forestales.

La secuoya roja o costera se da en un clima mediterráneo marítimo, donde los

inviernos son frescos y lluviosos, y los veranos secos. Esta especie se da en elevaciones que van desde el nivel del mar hasta 915 m, pero la mayoría de los rodales se encuentran entre 100 y 700 m, son sensibles a la niebla salina y suelen estar en su zona de distribución original ligeramente separadas de la costa.

Tiene una gran afinidad por los suelos profundos y húmedos de los tipos Inceptisol y Ultisol. Los materiales más adecuados son areniscas, pizarras y conglomerados. Tiene capacidad de rebrote de cepa y de raíz.

Puede alcanzar grandes alturas y diámetros y ser muy longeva. Un conocido rodal plantado en el monte Parada, en Cabezón de la Sal, Cantabria, a finales de los años cuarenta presenta alturas medias de 40 m con troncos con casi un metro de diámetro normal. También hay un rodal en Goizueta, Navarra, con muy buenos crecimientos, sobre suelos profundos de pizarras y esquistos, y en zona de alta humedad y precipitaciones. Los rodales existentes, con el citado de Cabezón de la Sal declarado monumento natural, y el de Goizueta, así como ejemplares aislados situados en parques y jardines, parecen presentar un buen estado fitosanitario, sin padecer las enfermedades que sufren otras coníferas situadas en las inmediaciones, como el chancro del ciprés. Es muy resistente a la banda marrón y a la banda roja, se ha comprobado que prácticamente no le afectan los hongos de los géneros *Lecanosticta* y *Dothistroma*. La especie presenta gran capacidad para reaccionar a daños originados por patógenos, fauna o agentes meteorológicos, lo que explica su gran longevidad y el hecho de que sean los árboles más voluminosos del mundo conjugando elevada altura y gran diámetro.

3.2.6. Secuoya gigante (*Sequoiadendron giganteum*)

Esta es una especie con gran plasticidad con respuesta adecuadas en entornos extremos. Se pueden encontrar ejemplares de secuoyas en la mayoría de los climas, lo que indica que la especie es notablemente adaptable. El factor limitante es la disponibilidad de agua en la zona radicular. Las secuoyas necesitan un suelo húmedo, rico, con un pH equilibrado y bien drenado. Un suelo permanentemente encharcado no es adecuado para estas especies.

La secuoya gigante es indiferente a la naturaleza del suelo, pudiendo vegetar tanto en suelos ácidos como calizos, y se desarrolla sin problemas en suelos pobres en nutrientes, siempre que la reserva de agua edáfica sea abundante. Tolera incluso terrenos arcillosos con hidromorfía (encharcamientos frecuentes). Se caracteriza asimismo por resistir bien la acción del viento. Aunque en su juventud tolera sombra parcial, es una especie de luz.

Prefiere los suelos Xerochrepts dístricos, mixtos y méxicos, de textura franco-limosa gruesa; los Xerumbrepts enticos (y typicos), mixtos y méxicos, de textura franco-limosa gruesa, del orden de los Inceptisoles; y los Haploxeralfs ulticos, mixtos y méxicos, de textura franco-limosa fina, del orden de los Alfisoles. El pH óptimo del suelo oscila entre 5,5 y 7,5. La estación óptima para la especie requiere de un suelo de alta fertilidad, buen estado de base y baja densidad aparente. Una adecuada humedad del suelo durante la estación seca de crecimiento es crítica para el establecimiento exitoso de la regeneración de secuoyas gigantes. En su lugar original ocupa alturas de 750 a 2700 metros de altitud.

Los ejemplares aislados situados en parques y jardines parecen presentar un buen estado fitosanitario, sin padecer las enfermedades que sufren otras coníferas situadas en las inmediaciones, como el chancro del ciprés. La especie parece ser muy resistente a la banda marrón y a la banda roja, se ha comprobado que



prácticamente no le afectan los hongos de los géneros *Lecanosticta* y *Dothistroma*. Al igual que *Sequoia sempervirens* presenta gran capacidad para reaccionar a daños originados por patógenos, fauna o agentes meteorológicos, lo que explica su gran longevidad y el hecho de que sean, junto con esa especie, algunos de los árboles más altos del mundo.

3.3. Situación actual en Asturias

Algunas de las especies citadas estaban previamente incluidas en el listado especies autorizadas para repoblaciones forestales del Principado de Asturias, como es el caso de *Pseudotsuga menziesii*. El resto de las especies se han incluido recientemente en 2024 en una instrucción de “autorización de plantaciones con especies de eucalipto y coníferas alóctonas”. La instrucción se ha publicado en el Portal de Transparencia del Gobierno del Principado de Asturias, donde se incluye un estudio de compatibilidad y fichas orientativas para el uso forestal de estas nuevas especies de coníferas (CETEMAS, 2024).

Las seis nuevas especies se suman a las coníferas que se podían utilizar hasta ahora para repoblaciones: *Pinus radiata*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Larix decidua*, *Pseudotsuga menziesii* y *Chamaecyparis lawsoniana*, con lo que el listado final queda configurado finalmente por catorce especies de uso forestal.

Esta estrategia permitirá a los propietarios y a la administración disponer de materiales forestales de reproducción, sostenibles y productivos, poniendo a su disposición alternativas para hacer frente a los agentes bióticos que están causando serios perjuicios económicos y ambientales en las masas de coníferas del norte de España.

Sin embargo, esta estrategia debe estar apoyada en información real y actualizada sobre el comportamiento de estas especies cuando se desarrollan en la región. Se necesitan datos orientativos de supervivencia y productividad en las diferentes condiciones edafoclimáticas disponibles en el área de estudio para poder proporcionar herramientas de toma de decisiones esenciales para el sector forestal-madera que lleguen a propietarios, gestores, administración pública o la industria maderera que será quien procese estos materiales.

3.4. Red experimental de ensayos

El dispositivo experimental se diseñó considerando las características y la autoecología de las especies citadas anteriormente. Para seleccionar los materiales se contactó con proveedores de materiales comerciales, así como con distintas organizaciones públicas o privadas generadoras de materiales mejorados genéticamente. En todos los casos, los materiales seleccionados cumplen con las condiciones impuestas de potencial de adaptación a las condiciones edafoclimáticas actuales y futuras de Asturias. El listado de materiales adjunto incluye entre otros materiales de España, Francia y Turquía (*Tabla 1*). La mayoría de estos materiales proceden de huertos semilleros con un avanzado nivel de mejora genética. En total se seleccionaron 21 lotes de planta entre especies y procedencias. Se incluyeron también como controles distintas procedencias de pino pinaster y radiata de Huertos Semilleros de Galicia cedidos por la Xunta. Todos los materiales adquiridos salvo los de las especies de pino pinaster y radiata son en la actualidad materiales comerciales disponibles para su venta.

Tabla 1. Características del material vegetal empleado en los ensayos.

Especie	Categoría MFR	Tipo MB	Procedencia
<i>Pinus pinaster</i>	Controlado	Huerto semillero	Galicia, España
Controlado	Huerto semillero		Galicia, España
Controlado	Huerto semillero		Galicia, España
Controlado	Huerto semillero		Galicia, España
<i>Pinus radiata</i>	Controlado	Huerto semillero	Galicia, España
Controlado	Huerto semillero		Galicia, España
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Identificado	Fuente semillera	España
Cualificado	Huerto semillero		Francia
Cualificado	Huerto semillero		Francia
Cualificado	Huerto semillero		Francia
Cualificado	Huerto semillero		Francia
Cualificado	Huerto semillero		Francia
<i>Pinus taeda</i>	Seleccionado	Rodal	Francia
<i>Cryptomeria japonica</i>	Identificado	Fuente semillera	Francia
<i>Sequoia sempervirens</i>	Identificado	Fuente semillera	USA
Seleccionado	Rodal		USA
Identificado	Fuente semillera		Navarra, España
<i>Cedrus atlantica</i>	Controlado	Huerto semillero	Francia
Controlado	Huerto semillero		Francia
Seleccionado	Rodal		Francia
<i>Cedrus libani</i>	Seleccionado	Rodal	Turquía

Notas: MFR: Material Forestal de Reproducción, MB: Material Base

Los lotes de semillas fueron sembradas durante el verano de 2023 en el Vivero Forestal de la Mata del Principado de Asturias. Parte de los lotes se sembraron a máquina y otros de forma manual por la problemática de mecanización que algunos presentaban. Posteriormente, las plantas fueron seleccionadas y permanecieron en las instalaciones del vivero, primero en invernadero y luego en exterior para su aclimatación hasta el momento de la plantación (Figura 1). El material se caracterizó midiendo las alturas de una muestra de 30 plantas por lote antes de la salida del vivero para la plantación en los ensayos.



Figura 1. Material vegetal para los ensayos experimentales de coníferas en el vivero.

El diseño incluyó en cada ensayo entre 16 y 21 materiales genéticos diferentes entre especies y variedades, con un diseño experimental de mono-bloque por genotipo distribuido de forma aleatoria, ocupando cada bloque aproximadamente una superficie de 0,14 ha (150 plantas) por lo que los ensayos ocuparon en total entre 2 y 3 ha.

Las especies incluidas en los ensayos se identificaron mediante un código numérico que especifica la especie y la procedencia para facilitar la gestión de la información. De todos los materiales, 16 están en todos los ensayos experimentales debido a que no se presentaban limitaciones en esos lotes. En lo que respecta a los otros 5 lotes, estos han sido incluidos solamente en alguno de los ensayos pues se contaba con un número más limitado de plantas, valorando su uso en función de la autoecología de la especie y disponibilidad de terreno en los ensayos experimentales.

Cada ensayo se estableció en un terreno de utilidad pública que fue consensuado con los técnicos del Servicio de Gestión Forestal del Principado de Asturias. Posteriormente este terreno fue caracterizado antes de la plantación recogiendo una muestra edáfica que se envió al laboratorio para conocer las principales características del terreno.

El uso anterior del terreno en la mayor parte de los ensayos era plantación de pino radiata, cortado por problemas de la enfermedad de la banda, aunque algunos terrenos presentaban matorral desde hace años. La preparación del terreno consistió en un desbroce continuo de la vegetación y un ahoyado con retroaraña, minipala o tractor en función de la pendiente del terreno. Posteriormente se llevó a cabo la plantación manual (Figura 2) y la aplicación de 25 g/planta de fertilizante NPK (Ca-Mg-S) +B 11-24-6 (8-3-14) enterrado en el suelo. La densidad de plantación teórica establecida fue de 1100 pies/ha con un marco de plantación de 3 x 3 m para todas las especies evaluadas.



Figura 2. Preparación del terreno con retroaraña y plantación manual en los ensayos.

4. Resultados y discusión

A continuación, en la *Tabla 2* se muestran los estadísticos del material vegetal caracterizado antes de la salida del vivero para ser empleado en las plantaciones de otoño. Los materiales que han presentado una mayor altura media son el *Pinus taeda*, que destaca por encima del resto con $36,0 \pm 5,7$ cm, seguido por una de las variedades de *Sequoia sempervirens* con $27,32 \pm 6,4$ cm.

Tabla 2. Estadísticos del material vegetal empleado en los ensayos.

H		(cm)		(n=30)	
COD	Especie	Min.	Max.	Med.	Desv tp.
1-1	<i>Pinus pinaster</i>	7.60	21.10	13.40	3.78
1-2	8.30	17.40	12.03	2.37	
1-3	7.00	17.80	12.09	2.70	
1-4	6.20	19.20	12.05	3.22	
2-1	<i>Pinus radiata</i>	7.00	24.50	14.00	4.42
2-2	3.00	18.30	10.95	3.48	
3-1	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	9.20	24.20	14.31	3.51
3-2	10.00	22.50	15.80	3.44	
3-3	7.00	29.30	16.46	4.67	
3-4	8.40	34.50	17.63	5.32	
3-5	7.80	31.50	17.56	5.59	
3-6	6.00	29.00	21.22	5.51	

4-1	<i>Pinus taeda</i>	21.50	47.20	35.98	5.69
5-1	<i>Cryptomeria japonica</i>	10.00	40.50	23.40	7.85
6-1	<i>Sequoia sempervirens</i>	10.00	28.30	19.59	4.95
6-2	12.00	43.00	27.32		6.44
6-3	7.00	27.00	12.95		4.76
7-1	<i>Cedrus atlantica</i>	4.40	13.50	9.19	2.71
7-2	5.20	24.80	13.42		4.49
7-3	6.50	20.50	13.91		3.92
8-1	<i>Cedrus libani</i>	8.00	30.00	16.09	4.34

A continuación, en la *Tabla 3* se muestran la información provisional de la red experimental de ensayos de coníferas incluyendo características fisiográficas como la altitud, la pendiente o la orientación de cada ensayo. Esta red de ensayos dispondrá de unas 15 ubicaciones, instalados entre el otoño de 2024 y la primavera de 2025.

Tabla 3. Ensayos de la red experimental de coníferas (información provisional).

N	Nombre	Concejo	Fecha repoblación	Altitud (m)	Orientación	Pendiente (%)
1	Montiquín	Piloña	Otoño 2024	324	SO	32
2	Cuesta Cayon	Piloña	Otoño 2024	454	NO	50
3	Balbón	Tineo	Otoño 2024	435	SE	32
4	Armayán	Tineo	Otoño 2024	610	N/NE	20
5	Berdulés	Tineo	Primavera 2025	612	N	30
6	Riaño	Valdés	Primavera 2025	295	S	29
7	Coaña	Coaña	Primavera 2025	550	NE	30
8	Barcia	Valdés	Primavera 2025	137	NE	15
9	Tamallares	Tineo	Primavera 2025	510	E	42
10	Foz	Tineo	Primavera 2025	610	S	37
11	Cordal de Peón	Villaviciosa	Primavera 2025	558	SO	17
12	Algerdo	Ibias	Primavera 2025	634	SO	30

Los ensayos disponibles en la red experimental cubren desde el norte de la zona occidental asturiana en el concejo de Coaña al sur con Ibias, también la zona de interior con varios ensayos en Tineo y más hacia la costa en Valdés. En la zona

centro-oriental existen ensayos ubicados hacia la costa en Villaviciosa y hacia el interior en Nava y Piloña.

En cuanto a las características fisiográficas, se abarcan distintos rangos de altitud en los ensayos cubriendo desde prácticamente el nivel del mar, como es el ensayo de Barcia en el concejo de Valdés a 137 m, hasta sobrepasar los 600 m en algunas parcelas del interior en los concejos de Tineo, Nava o Ibias. Los ensayos presentan todas las orientaciones posibles y la pendiente varía desde terrenos prácticamente llanos a algunos con pendiente medias más acusadas de hasta el 50%.

En la Figura 3 se presenta uno de los diseños experimentales de los ensayos. El reparto de los bloques se realizó al azar pero cumpliendo con las premisas necesarias entre especies colindantes para no condicionar negativamente su futuro desarrollo.



Figura 3. Diseño experimental de uno de los ensayos de coníferas.

El siguiente paso, una vez que esté finalizada la instalación de la red experimental, es hacer un seguimiento de los ensayos empleando distintas tecnologías disponibles (ej. inventarios dendrométricos y vuelos LIDAR) así como evaluaciones periódicas de la supervivencia y las posibles enfermedades desarrolladas por las distintas especies para poder estudiar el crecimiento y comportamiento de los materiales en los distintos ambientes y con ello proporcionar información y herramientas que faciliten la toma de decisiones en el sector forestal.

5. Conclusiones

Considerando las características y la autoecología de las especies: *Pinus taeda*, *Pseudotsuga menziesii*, *Cedrus atlántica*, *Cedrus libani*, *Cryptomeria japonica* y *Sequoia sempervivens*. como potenciales sustitutos de las masas enfermas de *Pinus radiata*, desde 2024, en Asturias se está llevando a cabo la instalación de una red experimental de ensayos cubriendo distintas condiciones de suelo y clima de la región.



La información que se genere de este dispositivo permitirá a todo el sector forestal y de la madera disponer de materiales forestales de reproducción, sostenibles y productivos, poniendo a su disposición alternativas para hacer frente a problemas sanitarios y los efectos del cambio climático en las masas del norte de España.

6. Agradecimientos

Este proyecto cuenta el apoyo y la financiación del Servicio de Gestión Forestal de la Consejería de Medio Rural y Política Agraria del Principado de Asturias. Queremos expresar nuestro especial agradecimiento a todos los Técnicos de Gestión Forestal implicados en el proyecto. También se ha llevado a cabo una estrecha colaboración con el Vivero Forestal de La Mata del Principado de Asturias gestionado por la empresa pública SERPA (Sociedad de Servicios del Principado de Asturias S.A.). Adicionalmente algunos de los materiales que están siendo evaluados ha sido cedidos por el Serviço de Saude e Vitalidade do Monte de la Dirección Xeral de Planificación e Ordenación Forestal de la Xunta de Galicia.

7. Bibliografía

- BASTIEN, J. C.; PHILIPPE, G.; ROUSSELLE, Y.; SANCHEZ, L.; CHAUMET, M.; GIRARD, S.; 2021. Les variétés améliorées de douglas en France. *Schweiz Z Forstwes* 172(2) 76-83
- BOISSESON, J.M. ;2014. La sylviculture du pin taeda en Aquitaine. FCBA – Pôle Biotechnologie Sylviculture Avancée.
- CETEMAS; 2024. Estudios de compatibilidad y fichas orientativas para su uso forestal de varias especies de coníferas. Principado de Asturias. 36 p. Oviedo
- COBOS-SUAREZ, J. M.; RUIZ-URRESTARAZU, M. M.; 1990. Problemas fitosanitarios de la especie *Pinus radiata* D. Don en España, con especial referencia al País Vasco. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 16: 37-53.
- COURBET, F.; LAGACHERIE, M.; MARTY, P.; LADIER, J.; RIPERT, C.; AMANDIER, L.; GUILLEMOT, J.; 2012. Le cèdre en France face au changement climatique: un projet pour un bilan et un transfert des connaissances. *Forêt Entrep* 204 41-45
- DGCN; 2012. Cuarto Inventario Forestal Nacional. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid
- LANDERAS, E.; GARCÍA, P.; FERNÁNDEZ, Y.; BRAÑA, M.; FERNÁNDEZ-ALONSO, O.; MÉNDEZ-LODOS, S.; ARMENGOL, J.; 2005. Outbreak of pitch canker caused by *Fusarium circinatum* on *Pinus* spp. in northern Spain. *Plant Dis* 89(9) 1015 - 1015
- ORTÍZ DE URBINA, E.; MESANZA, N.; ARAGONÉS, A.; RAPOSO, R.; ELVIRA-RECUENCO, M.; BOQUÉ, R.; ITURRITXA, E.; 2016. Emerging needle blight diseases in Atlantic *Pinus* ecosystems of Spain. *Forests* 8(1) 1 – 18
- OYAREGUI-ARRIADA, G.; GORTARI, X. P.; BILDARRAZ, M. A.; 2016. Especies forestales, Secoya, sequoia, sequoia roja. Sequoia de California (*Sequoia Sempervirens* Endl.). *Navarra forestal: Rev Asoc For Navarra* 39 6-9
- PALMA BARBERÁ, J.; 2019. Monitorización del daño causado por la Banda Marrón (*Lecanosticta acicola*) en masas de *Pinus radiata* mediante imágenes multiespectrales tomadas desde un APR (Aeronave Pilotada Remotamente). Universidad de Oviedo. 57p. Oviedo.
- SANTANA, J. C.; ALONSO, R., JUEZ, L.; GONZÁLEZ, O. C.; 2016. Especies forestales, Criptomera, sugi, cedro japonés (*Cryptomeria Japonica* (Lf) D. Don.). *Navarra forestal: Rev Asoc For Navarra* 38 6-9