

# PROYECTO INNOBANDAS

# PUBLICACIÓN DE LA JORNADA DE CONCLUSIONES

Fecha: Agosto 2020

# INNOBANDAS

— — — — —

Dirulaguntza / Proyecto financiado por:



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Kideak / Miembros:



# SUMARIO

<b>1.</b>	<b>INNOBANDAS, UN PROYECTO NECESARIO PARA MEJORAR LA SANIDAD FORESTAL</b>
<b>2.</b>	<b>LA AFECCIÓN DE LAS BANDAS DE LAS ACÍCULAS EN NAVARRA, EUSKADI Y CANTABRIA</b>
<b>3.</b>	<b>AVANCES EN EL CONOCIMIENTO SOBRE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA ENFERMEDAD DE LAS BANDAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>· ¿Cómo actúan los fungicidas?</li><li>· La naturaleza de las sustancias</li><li>· Dosis efectiva</li><li>· Efecto secundario</li></ul>
<b>4.</b>	<b>DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LAS ACTUACIONES DEL PROYECTO INNOBANDAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>· Diseño de las parcelas</li><li>· Productos elegidos</li><li>· Mediciones realizadas</li><li>· Localización de los ensayos</li></ul>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS DE LA EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS REALIZADOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>· Evolución diferente según localidad o ensayo</li><li>· Evolución de las parcelas testigo</li><li>· Evolución de la afección de forma diferenciada en pino radiata y en laricio</li><li>· Efectos de los tratamientos</li><li>· Efectos de los tratamientos descontando la evolución del testigo</li></ul>
<b>6.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LOS ENSAYOS EN EL ENTORNO</b>
<b>7.</b>	<b>CÁLCULO MEDIANTE LA TELEDETECCIÓN DE LA EFICACIA DE LOS ENSAYOS DEL PROYECTO INNOBANDAS</b>
<b>8.</b>	<b>LOS VALORES DEL PROYECTO INNOBANDAS Y SUS ENSEÑANZAS A FUTURO</b> <ul style="list-style-type: none"><li>· Colaboración transversal</li><li>· Necesidad de la puesta en valor de los resultados positivos</li><li>· Dar continuidad a estos proyectos</li></ul>

**Edición:** 1ª, agosto 2020.

**Tirada:** 300 ejemplares.

**Internet:** [www.baskegur.eus](http://www.baskegur.eus)

---

Este documento se ha elaborado en base a las ponencias de la JORNADA DE CONCLUSIONES DEL PROYECTO DE SANIDAD FORESTAL INNOBANDAS, con el objeto de recoger las características del mismo y los principales resultados y conclusiones.

# 1.

## INNOBANDAS, UN PROYECTO NECESARIO PARA MEJORAR LA SANIDAD FORESTAL

Las enfermedades englobadas dentro de la denominación “Bandas de acículas de los pinos” comprenden afecciones asociadas a varias especies de hongos que atacan a las acículas de árboles de diferentes especies del género *Pinus* (*Scirrhia sp*, *Mycosphaerella pini*, *Naemacyclus sp.* y *Lophodermium pinastri*, principalmente). Las especies de pino radiata y pino laricio están siendo muy atacadas y de forma creciente por estas enfermedades, así como el pino pinaster y el pino silvestre. No es una enfermedad que ataca a la madera, pero sí a las acículas. A medida que la enfermedad avanza, a lo largo de los años, si se produce un ataque severo puede terminar debilitando el árbol y provocar su muerte.

Las enfermedades forestales que provocan defoliaciones especialmente en el género *Pinus* generan impactos graves en muchos países. Evidencias recientes en Escandinavia y en otros países de Europa del Este indican que incluso las especies de *Pinus* nativas, como el *Pinus sylvestris*, están sufriendo defoliación severa causadas por este patosistema.

Las cambiantes condiciones climáticas, con ambientes calurosos y húmedos, la aceleración del movimiento de personas y mercancías a nivel mundial, la afección previa de otras plagas, como la procesionaria, el estado fisiológico de las masas forestales y factores endógenos de evolución de las propias enfermedades, han hecho aumentar la aparición y propagación de las afecciones fitosanitarias.

Estas afecciones hasta hace una década se manifestaban sobre todo en fondos de valle o montes con alta densidad arbórea, zonas asociadas con altas humedades ambientales. En la actualidad, la virulencia de la enfermedad se manifiesta en amplias áreas que cada año muestran síntomas más graves, hasta ocasionar la muerte de rodales enteros.

La comarca de Bidasoa, en Navarra y la zona del este de Gipuzkoa fueron los montes en los que antes se detectaron niveles altos de estas afecciones, pero su gravedad se fue ampliando a zonas más al oeste como Bizkaia y Cantabria, y en menor medida, Araba. En Navarra y Gipuzkoa, sobre todo, se han tenido que talar varios miles de hectáreas por esta afección en los últimos años.

El avance observado en la afección puede adquirir carices exponenciales si no se cambia la actual dinámica.

En otras latitudes que utilizan el pino radiata de especie base, como Chile y Nueva Zelanda, con afecciones de menor intensidad a las existentes en la área estudiada, tienen establecidos programas de innovación continuos, con tratamientos de productos fungicidas y de bioestimulantes.



Asimismo, con el testaje y verificación de la teledetección y de las nuevas técnicas para comprobación de mediciones en campo, se pueden poner a punto tecnologías que permitirán realizar prospecciones de enfermedades con mayor eficiencia y con ello, un mejor conocimiento de la evolución de estas enfermedades.

Tras este diagnóstico previo y compartido en el seno del sector forestal-madera se establecieron las líneas de actuación prioritarias del proyecto, que son las siguientes:

- Conocer la eficiencia y sostenibilidad en los montes vascos de las técnicas innovadoras utilizadas en Nueva Zelanda y Chile junto a las desarrolladas por otros centros de investigación (Neiker) para controlar el avance de la enfermedad de las bandas de las acículas de los pinos.
- Aportar sostenibilidad a los ecosistemas ligados a los pinares de la cornisa cantábrica.
- Defender las masas vascas de pinares de los efectos del cambio climático en la Cornisa Cantábrica, y del aumento de la introducción de nuevos patógenos por el aumento del movimiento de mercancías y personas.
- Contribuir a dar certidumbre de futuro a la cadena de valor ligada a la madera de pino procedente de los pinares.

# 2.

## LA AFECCIÓN DE LAS BANDAS DE LAS ACÍCULAS EN NAVARRA, EUSKADI Y CANTABRIA

Eduardo Rodríguez. ASOCIACIONES DE PROPIETARIOS FORESTALES.

Esta enfermedad de la banda marrón ya aparece identificada en Euskadi en el año 1944 y ha convivido con las masas forestales con mayor o menor virulencia, pero sin la gravedad que mostró en el primer semestre de 2018. Como a cualquier hongo, le gusta la humedad y el calor. Las consecuencias generadas por el cambio climático, con aumentos sensibles de las temperaturas y periodos de sequías, que generan un debilitamiento previo de los pinares, y ciclos de humedad relativa alta, han podido ser el principal desencadenante de su propagación. Los pinares menos aireados, de fondo de valle, abandonados o con una mala gestión silvícola han sido los más dañados. También aquellos que se encontraban ya debilitados por otro tipo de patógenos o por exposiciones al sur en suelos más pobres.

Antes del año 2016 en el territorio histórico de Gipuzkoa y parte de Navarra se comenzó a observar un importante avance de la enfermedad en masas de pino radiata y de pino laricio. En respuesta a ello, ya entre 2016 y 2017, las Asociaciones de Forestalistas plantearon la realización de algún tratamiento experimental.

Como se ha comentado anteriormente, es entre la primavera de 2018 y el verano del mismo año cuando se produce un avance espectacular de la enfermedad, aunque no afecta a todos los territorios de la Cornisa Cantábrica por igual, siendo especialmente preocupante en Gipuzkoa y también en algunas zonas en la mitad oriental de Bizkaia. Las escasas masas de pino radiata de Navarra y Cantabria también se ven muy afectadas en este 2018. Por su parte, las masas de pino laricio de Navarra y Euskadi, también sufren ese año una importante afección de la banda roja.



**Masa de pino radiata afectada por la banda marrón (en rojo) y no afectada (verde). Septiembre 2018.**

Entre los factores desencadenantes de esta virulencia se encuentra la sequía del verano de 2017, que supuso un estrés extra de las masas de pino, que fue acompañada por un invierno y principio de primavera de 2018 muy lluvioso. La posterior llegada del calor y humedad relativa alta, con pocos días de viento sur, fueron el caldo de cultivo propicio para el fuerte rebrote de la enfermedad. En Gipuzkoa la afección se produjo de forma mucho más generalizada y en Bizkaia se vio cómo avanzaba del este hacia el oeste.

Como respuesta a la creciente preocupación por la extensión de la afección de las bandas de las acículas, en octubre de 2017, dentro de la Semana de la Madera de Baskegur, se organiza una jornada dedicada exclusivamente a la sanidad forestal y con especial incidencia en las afecciones de las acículas de las coníferas, con la presencia de destacados expertos internacionales de Chile y Escocia. Dichos especialistas, además de ofrecer sus testimonios sobre la forma de afrontar problemas similares en sus respectivos países, pudieron visitar los montes vascos y realizar una primera valoración técnica de su situación. Tras este encuentro se solicita a la Administración que se trabaje en la inclusión de las coníferas entre los vegetales susceptibles de ser tratados con sales de cobre.

Con las reflexiones dentro del Grupo Asesor de Sanidad Forestal de Baskegur, conscientes del problema y antes incluso que se produjera el virulento brote de comienzos de 2018, se decide crear un Grupo de Trabajo específico de Sanidad Forestal, agrupando a todos los agentes interesados en dar una respuesta conjunta y coordinada al problema de la enfermedad de las bandas de las acículas.

Ante este escenario y el aumento de la preocupación de los propietarios forestales, las asociaciones de forestalistas de Gipuzkoa, Bizkaia y Araba, mantienen encuentros por comarcas con sus socios para exponer, junto con representantes de la Administración, Neiker y de Baskegur, la situación y las líneas de trabajo a seguir.

Los propietarios forestales se enfrentaban en muchos casos a la necesidad de proceder a la tala de la superficie forestal afectada, con una importante pérdida económica asociada. La elección de la especie a plantar posteriormente era otra de las incertidumbres, al continuar la enfermedad y los problemas para los pinos, especie habitualmente elegida hasta ahora. La conveniencia de un tratamiento efectivo a corto plazo para las masas menos dañadas y prevenir el avance de los patógenos era otra de las demandas del colectivo de propietarios.

En febrero de 2019 el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación deniega la solicitud de tratamiento aéreo con óxido de cobre que había sido solicitada en noviembre de 2018 por las instituciones vascas (Gobierno Vasco y las tres diputaciones forales) a propuesta del conjunto del sector forestal-madera, al entender que era la única solución viable en términos de efectividad y menor afección medioambiental.

Posteriormente, el Ministerio autorizó el uso de óxido de cobre por vía terrestre, dejando principalmente en los propietarios la responsabilidad de realizar el tratamiento a pesar de las enormes dificultades de ejecución en unos montes con orografía complicada.

Se procedió al tratamiento de algunos montes, con las importantes restricciones impuestas por el modo terrestre de la aplicación, los condicionantes de seguridad a zonas sensibles establecidos y la ventana temporal autorizada por el Ministerio para los tratamientos (entre abril y julio de 2019). En cuanto a montes privados, se trataron alrededor de dos mil hectáreas en todo Euskadi, 900 de ellas coordinadas por parte de las asociaciones de forestalistas para poder ser más eficaz con la escasez de recursos existente y la dificultad de la fragmentación de la propiedad.

En la primavera y verano de ese año 2019, la enfermedad no avanzó como en el ejercicio anterior y muchas masas volvieron a recuperar parte de su verdor gracias a las nuevas acículas que los árboles enfermos pudieron producir. Un escenario que dio algo de esperanza a los propietarios porque se demostraba que con un tratamiento efectivo muchas masas forestales podían llegar a salvarse.



De la esperanzadora coyuntura de 2019, las condiciones meteorológicas de 2020, intermedias a las de 2018 y 2019, están provocando un avance de la enfermedad en muchos de los pinares que parecían haberse recuperado de forma espontánea, debido a la combinación de calor y humedad propicia para el desarrollo de los hongos.

Existe un consenso entre propietarios e industria manufacturera a favor de prevenir y controlar el avance de la enfermedad en el pino radiata, al ser una especie con un enorme potencial para el desarrollo de la economía circular con base forestal.

Por ello, proyectos como Innobandas son necesarios para profundizar en el conocimiento de las enfermedades de las acículas y en sus tratamientos. Una estrategia a la que añadir otras líneas de trabajo para lograr la recuperación de las coníferas, como la selección de la planta del pino radiata para obtener ejemplares resistentes y la búsqueda de especies alternativas menos proclives a las enfermedades y que puedan tener encaje en toda la cadena de valor del sector forestal-madera y en la estrategia del fomento de la economía circular.

# 3.

## AVANCES EN EL CONOCIMIENTO SOBRE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA ENFERMEDAD DE LAS BANDAS

Eugenia Iturritxa. NEIKER.

El trabajo con los agentes tecnológicos en la búsqueda de un mayor conocimiento de la enfermedad de las bandas de las acículas para lograr un tratamiento efectivo ha sido una de las bases del proyecto Innobandas. En el País Vasco NEIKER, el Instituto Vasco de investigaciones agrarias, entidad que forma parte de la Basque Research & Technology Alliance lleva a cabo estos estudios.

Este centro se puso a trabajar hace años en la búsqueda de sustancias que pudieran ser efectivas frente a la enfermedad. Tras el duro brote a comienzos de 2018 se trató de aislar los hongos para posteriormente realizar toda una batería de ensayos a nivel de laboratorio.

Se comenzaron los tratamientos con sustancias procedentes de síntesis química, incluidos los derivados del cobre, pero también se probó la efectividad de otras sustancias naturales. Ya se sabía entonces que los derivados del cobre habían dado un buen resultado frente a las bandas en otras partes del mundo y se contaba con el asesoramiento de colaboradores chilenos y neozelandeses que lo atestiguaban. También se comenzó a utilizar sustancias naturales siendo conscientes de que van a ir en aumento de forma paulatina las restricciones al uso de productos fitosanitarios.

Hay que tener en cuenta que los hongos son capaces de generar resistencias y si no se tiene en cuenta este tipo de actividades metabólicas, la eficacia de los tratamientos puede verse afectada de forma negativa.

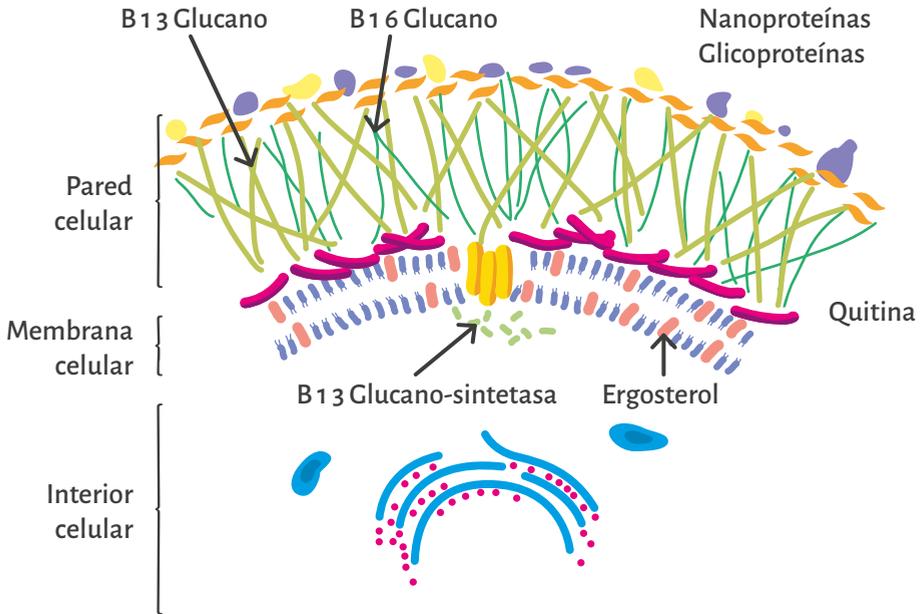
### ¿CÓMO ACTÚAN LOS FUNGICIDAS?

Las células de los hongos no son capaces de regularse osmóticamente, como lo hacen las células animales, en este aspecto la pared es esencial para evitar la deshidratación, un exceso de entrada de agua al interior celular etc.

Las sustancias fungicidas actúan a nivel más externo de la Pared y Membrana celular y a nivel del interior de la célula.

### A NIVEL MÁS EXTERNO DE LA PARED Y MEMBRANA CELULAR

Algunas sustancias fungicidas pueden inactivar o inhibir su síntesis del ergosterol. **El Ergosterol** desempeña un papel esencial en preservar la integridad y función de la membrana celular. Afectan a la fluidez y estabilidad de la membrana celular.



## Actuación de las sustancias fungicidas frente a los hongos.

A nivel de la Pared y Membrana celular.

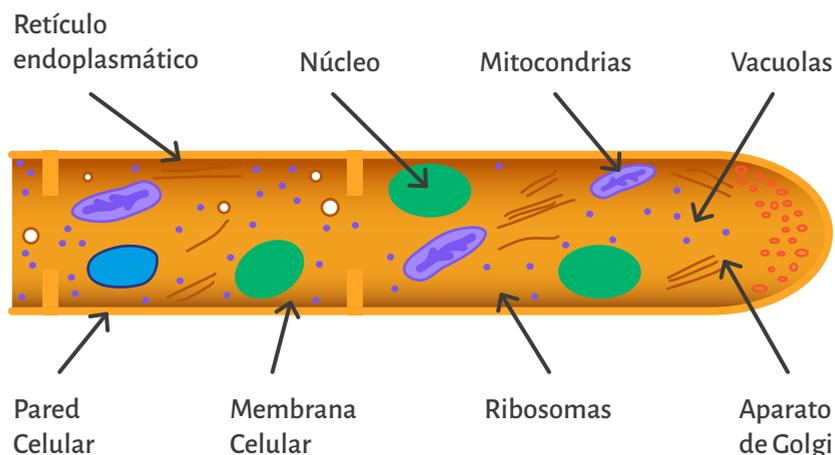
También pueden inhibir la síntesis de la quitina y bloquear de la formación de beta glucanos. Los glucanos son los componentes de la pared fúngica más importantes para su estructura, a ellos se unen los demás componentes de la pared fúngica. Las sustancias fungicidas pueden causar la inhibición de la formación de pared celular, afectando a su estructura y función.

Otro componente importante de la pared son las glicoproteínas con capacidad de reconocimiento de sustancias exteriores. Además muchas de estas glicoproteínas al no estar presentes en el ser humano se utilizan como dianas para el diseño de tratamientos fungicidas de plantas.

A nivel del interior de la célula, provocan la inhibición de la función mitocondrial, de la cadena transportadora de electrones. Además esta inhibición puede afectar a la bomba de protones en la cadena respiratoria y de la bomba de eflujo celular, entre otras. En general, actúan interfiriendo en procesos claves tales como la producción de energía o la respiración.

Entre los factores que pueden afectar a la actividad de los fungicidas se pueden mencionar:

- La naturaleza y condiciones de la infección.
- El período que transcurre desde la infección hasta la aplicación de la sustancia.
- La presión de inóculo del hongo, su zona de colonización. Las cantidades más grandes de micelios más profundas dentro del tejido de la planta pueden verse menos afectadas por la actividad fungicida.




---

### Actuación de las sustancias fungicidas frente a los hongos.

A nivel del interior celular.

---

## LA NATURALEZA DE LAS SUSTANCIAS

- Su composición, la complejidad de la misma, la actividad metabólica del hongo a la que afecta.
- Sinergias o antagonismos entre sustancias fungicidas y entre otras medidas de control (estimulantes minerales, bioestimulantes).
- La solubilidad, necesidad de coadyudantes.

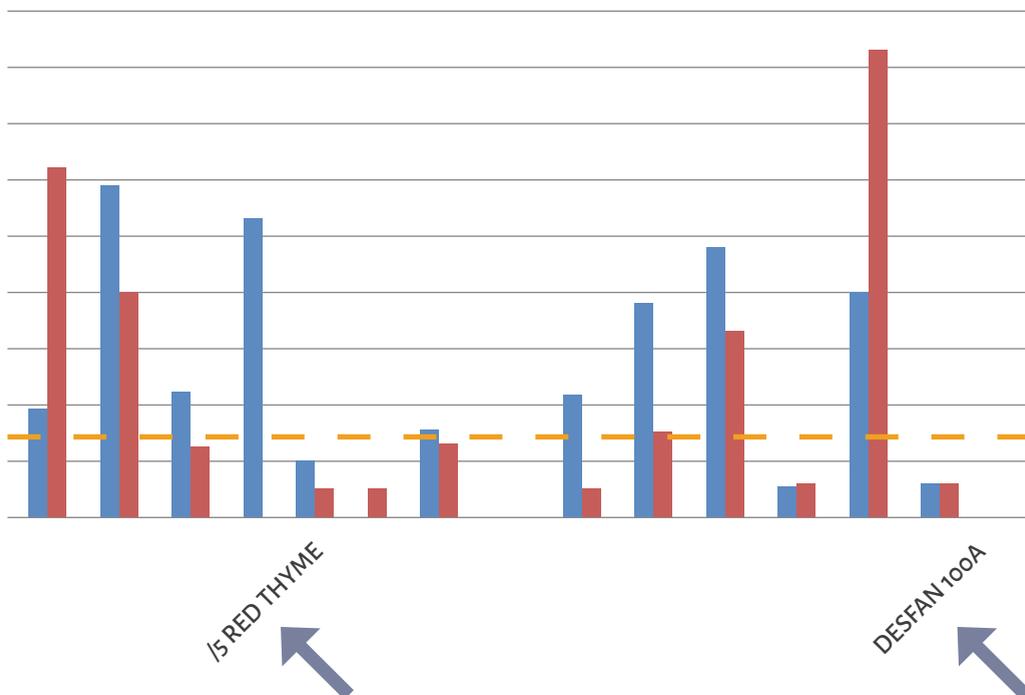
## LA DOSIS REQUERIDA EN SU APLICACIÓN

El conocimiento de cómo un fungicida afecta exactamente a un hongo es útil en el momento de seleccionar un producto. Primero, el modo de acción del fungicida determina qué hongos serán afectados y por consiguiente qué enfermedades pueden ser controladas mediante su uso. Segundo, los fungicidas con modos de acción diferentes son necesarios en un programa de manejo de enfermedades para retardar el desarrollo de resistencia a fungicidas.

## DOSIS EFECTIVA

Es la dosis necesaria para inhibir el crecimiento del hongo en un 50% potenciando al máximo los beneficios y reduciendo al mínimo los efectos secundarios. Es todo un reto y en este caso la farmacología y su metodología han hecho una contribución muy importante al trabajo con este tipo de sustancias.

Definir las dosis efectivas de los productos ensayados contribuye a establecer un ranking de efectividad de los mismos. A menudo, en farmacología, se demuestra que son suficientes las dosis próximas a la llamada dosis efectiva 50, ED50. Un análisis de la relación dosis-respuesta de la mayoría de los fármacos demuestra que por encima de la ED50 la eficacia aumenta sólo de manera marginal, pero los efectos adversos siguen aumentando, sobre todo con las sustancias agonistas.



ED 50 (% v/v).

## EFEECTO SECUNDARIO

Entre los efectos secundarios que pueden producirse, derivados de la aplicación de fungicidas de forma inadecuada, tenemos un aumento de la ecotoxicidad y/o la posibilidad de dañar la planta (fitotoxicidad).

Para evitar estos efectos adversos se realizan ensayos en condiciones controladas y semicontroladas, aplicando las sustancias, a la dosis considerada adecuada, sobre las especies de plantas/árboles a estudiar y se evalúa el efecto producido sobre ellas.

En el caso del óxido cuproso, una vez que se han obtenido los valores óptimos - los gramos por litro de producto que van a producir esa reducción del crecimiento en un 50% - cuanto menor sea la necesidad de añadir producto, más interesante resultará la sustancia. Lo mismo con los tratamientos naturales incorporados al proyecto Innobandas, como el Desfan y los aceites esenciales de tomillo rojo.

---

# 4.

## DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LAS ACTUACIONES DEL PROYECTO INNOBANDAS

Josu Azpitarte. BASKEGUR.

---

Tal y como se ha dado cuenta en capítulos anteriores, hay un antes y un después tras la virulenta propagación de la enfermedad en los primeros meses de 2018. Innobandas es la respuesta a esta situación por el conjunto del sector, desde las asociaciones de propietarios e industria vasca, agrupados en Baskegur, y los centros de investigación con los que se mantiene una colaboración estrecha como Neiker y HAZI, las administraciones competentes, además de la comunicación con las organizaciones homólogas de Navarra y Cantabria. Todos los agentes implicados coincidíamos en la necesidad de saber más sobre la enfermedad y posibles medidas de prevención y control, a fin de lograr una respuesta efectiva para revertir su avance.

Los expertos internacionales consultados sostenían en todo momento que una aplicación de óxido de cobre a ultrabajo volumen no generaría afecciones medioambientales, podía combatir con eficacia las enfermedades de las bandas de las acículas y que podía hacerse a unos costes asumibles para las partes implicadas en garantizar la sanidad de los bosques. Pero se carecía de pruebas de campo en la cornisa cantábrica que permitieran corroborar que el comportamiento del tratamiento en nuestros pinares iba a ser equivalente que el mostrado en Chile o Nueva Zelanda.

El proyecto Innobandas se solicita al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en julio de 2018, y consistía en la puesta en marcha de un grupo operativo supraautonómico, liderado por BASKEGUR y con la participación de FORESNA en representación de los propietarios de Navarra, ACEMM, Asociación de Empresarios Forestales de Cantabria, la empresa GALCA especializada en trabajos forestales y HAZI, entidad del Gobierno Vasco encargada de impulsar la competitividad y sostenibilidad del sector primario vasco. También se contaba en el proyecto con dos agentes subcontratados, necesarios para garantizar el buen desarrollo técnico del mismo, el centro tecnológico NEIKER y BASOEKIN, entidad creada por las asociaciones de forestalistas del País Vasco para realizar labores de gestión de los montes de sus asociados. Como entidades colaboradores se encontraban, además de ASPAPEL, organización profesional que agrupa a las empresas del sector de la celulosa y el papel, y las administraciones competentes forestales de las tres Comunidades Autónomas involucradas.

# DISEÑO DE LAS PARCELAS

Para el proyecto Innobandas se diseñaron una serie de parcelas de dos tipos:

- Unas, calificadas de tipo 1, permitían la realización de ensayos con suficientes repeticiones para obtener resultados significativos estadísticamente, que se realizaron sobre masas jóvenes por medio de mochila y tratamiento individualizado por pino.
- Y las de tipo 2, con tratamiento por rodal por medios motorizados, con cañón pulverizador, pero sin repeticiones dentro de cada ensayo, dada la orografía y la fragmentación de la propiedad de los pinares de la zona de trabajo.

Neiker, con el conocimiento recabado de los expertos internacionales y sus propias experiencias en laboratorio, determinó los seis tratamientos diferentes (incluido el testigo) que se han utilizado en los dos tipos de parcelas. A cada tipo de tratamiento se le asigna un código de colores para poder identificarlos, tanto en la ejecución del tratamiento, como en la posterior medición.

En las parcelas de tipo 1 se hicieron 6 repeticiones de los 6 tratamientos (incluido el testigo), o sea, 36 parcelas por cada ensayo de tratamiento tipo 1. Estos ensayos se establecieron en 6 localizaciones diferentes.

	P.1.1	P.1.2	P.1.3	P.1.4	P.1.5	P.1.6	
P.2.1	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 111 112 113 0 X X 0 114 115 116 0 X X 0 117 118 119 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 121 122 123 0 X X 0 124 125 126 0 X X 0 127 128 129 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 131 132 133 0 X X 0 134 135 136 0 X X 0 137 138 139 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 141 142 143 0 X X 0 144 145 146 0 X X 0 147 148 149 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 151 152 153 0 X X 0 154 155 156 0 X X 0 157 158 159 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 161 162 163 0 X X 0 164 165 166 0 X X 0 167 168 169 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	
	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 211 212 213 0 X X 0 214 215 216 0 X X 0 217 218 219 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 221 222 223 0 X X 0 224 225 226 0 X X 0 227 228 229 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 231 232 233 0 X X 0 234 235 236 0 X X 0 237 238 239 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 241 242 243 0 X X 0 244 245 246 0 X X 0 247 248 249 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 251 252 253 0 X X 0 254 255 256 0 X X 0 257 258 259 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 261 262 263 0 X X 0 264 265 266 0 X X 0 267 268 269 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	P.2.6
	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 311 312 313 0 X X 0 314 315 316 0 X X 0 317 318 319 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 321 322 323 0 X X 0 324 325 326 0 X X 0 327 328 329 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 331 332 333 0 X X 0 334 335 336 0 X X 0 337 338 339 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 341 342 343 0 X X 0 344 345 346 0 X X 0 347 348 349 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 351 352 353 0 X X 0 354 355 356 0 X X 0 357 358 359 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 361 362 363 0 X X 0 364 365 366 0 X X 0 367 368 369 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	P.3.6
	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 411 412 413 0 X X 0 414 415 416 0 X X 0 417 418 419 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 421 422 423 0 X X 0 424 425 426 0 X X 0 427 428 429 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 431 432 433 0 X X 0 434 435 436 0 X X 0 437 438 439 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 441 442 443 0 X X 0 444 445 446 0 X X 0 447 448 449 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 451 452 453 0 X X 0 454 455 456 0 X X 0 457 458 459 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 461 462 463 0 X X 0 464 465 466 0 X X 0 467 468 469 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	P.4.6
	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 511 512 513 0 X X 0 514 515 516 0 X X 0 517 518 519 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 521 522 523 0 X X 0 524 525 526 0 X X 0 527 528 529 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 531 532 533 0 X X 0 534 535 536 0 X X 0 537 538 539 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 541 542 543 0 X X 0 544 545 546 0 X X 0 547 548 549 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 551 552 553 0 X X 0 554 555 556 0 X X 0 557 558 559 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 561 562 563 0 X X 0 564 565 566 0 X X 0 567 568 569 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	P.5.6
	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 611 612 613 0 X X 0 614 615 616 0 X X 0 617 618 619 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 621 622 623 0 X X 0 624 625 626 0 X X 0 627 628 629 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 631 632 633 0 X X 0 634 635 636 0 X X 0 637 638 639 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 641 642 643 0 X X 0 644 645 646 0 X X 0 647 648 649 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 651 652 653 0 X X 0 654 655 656 0 X X 0 657 658 659 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	X X X X X X X X X 0 0 0 0 0 0 X X 0 661 662 663 0 X X 0 664 665 666 0 X X 0 667 668 669 0 X X 0 0 0 0 0 0 X X X X X X X X X	P.6.6

Esquema teórico de la distribución de las parcelas de Tipo 1.

En las de tipo 2, se realizó una repetición, en cada una de las 10 localizaciones elegidas para su establecimiento.

## PRODUCTOS ELEGIDOS

Los productos elegidos en el proyecto Innobandas durante la fase de ensayos de 2019 han sido los siguientes:

<b>DEFAN 100</b>	Compuesto orgánico complejo proveniente de la extracción de las semillas de la naranja y pomelo.
<b>NORDOX COBRE 75%. WG</b>	Óxido cuproso presentado en forma de gránulos dispersables en agua.
<b>BIO 75 RED THYME (TIMOL)</b>	Extracto de tomillo rojo <i>Thymus zygis</i> con propiedades antifúngicas e inductoras de la producción de fitoalexinas.
<b>BIOFUNGITEK</b>	Carbonato y componentes activos sinérgicos.

## PRODUCTOS 2019

Con estos cuatro productos, se han realizado los tratamientos del gráfico siguiente, donde se muestran los códigos de colores utilizados:

	MAYO 2019	JULIO 2019
<b>T1</b>	DEFAN	
<b>T2</b>	NORDOX	NORDOX
<b>T3</b>	TIMOL	TIMOL
<b>T4</b>	TIMOL	BIOFUNGITEK
<b>T5</b>	DEFAN + TIMOL	BIOFUNGITEK
<b>T6</b>	TESTIGO	TESTIGO

En algunos de ellos se han realizado dos tratamientos en 2019 (mayo y julio) y en otros sólo en mayo. Con ello, se quería obtener información sobre la eficacia con una y con dos aplicaciones.

De cara a los tratamientos de 2020, debido a sus esperanzadores resultados en condiciones de laboratorio y su favorable situación legal para su utilización, se ha decidido introducir otros productos. De esta forma, se incorporan:

- **Sulfato cuprocálcico** en lugar del Desfan.
- **ARRAW**, que contiene timol, geraniol y eugenol; en lugar del BioRed (Timol).
- **ARMICARB**, que es un hidrógenocarbonato de potasio, en lugar del producto de BioFungitec.
- **ECONATUR**, elicitores y bioestimulantes y cobre a baja concentración, en lugar de la mezcla de Desfan y Timol. Contiene lecitina de soja y extracto de Equisetum, ambas sustancias básicas recogidas así en el reglamento europeo y que puede ser el origen de una línea de trabajo muy interesante para el futuro.

## MEDICIONES REALIZADAS

La decoloración y defoliación de los dos tercios superiores de la copa de los pinos son los principales parámetros que se han medido para poder conocer el grado de efectividad de cada uno de los productos aplicados.

Hasta la fecha, se han realizado tres mediciones: en mayo de 2019, para determinar la situación originaria antes de proceder a la intervención; en octubre de 2019, después de la primera campaña y la última, en mayo de 2020, para dar conocer los efectos tras el invierno y un año entero desde la primera medición. Así se puede cuantificar la evolución de las masas tratadas y también de los testigos en aquellas parcelas que no han recibido ningún tratamiento y en las que la enfermedad ha progresado de forma natural sin ningún tipo de intervención.

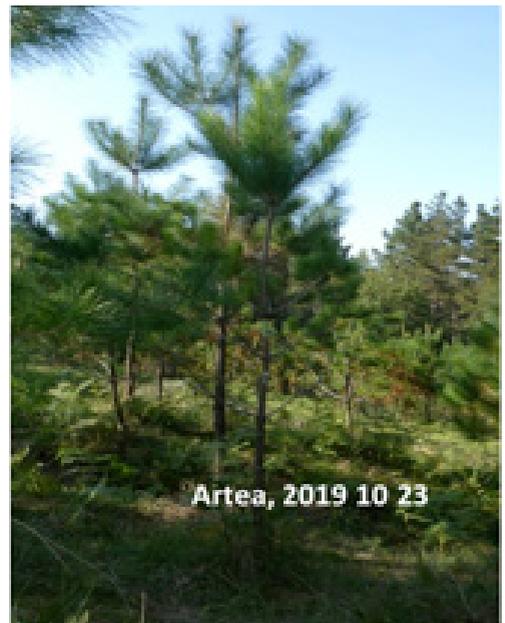




Con ello, tras los tratamientos, se han medido tres veces 911 árboles de tipo 1 y 243 árboles de tipo 2 de los ensayos.

Así podemos cuantificar la evolución de las masas tratadas entre primavera y verano, así como en otoño e invierno y durante el año entero.

Con las mediciones de los testigos (aquellas parcelas que no han recibido ningún tratamiento), podemos evaluar el progreso de la enfermedad sin ningún tipo de intervención, asimilable a las masas del entorno y también podemos modular los resultados de las parcelas tratadas, incorporando la intensidad de la afección de la propia ubicación.



Las parcelas y pinos de los ensayos evolucionan de forma diferente según tratamiento recibido y según su ubicación.

## LOCALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS

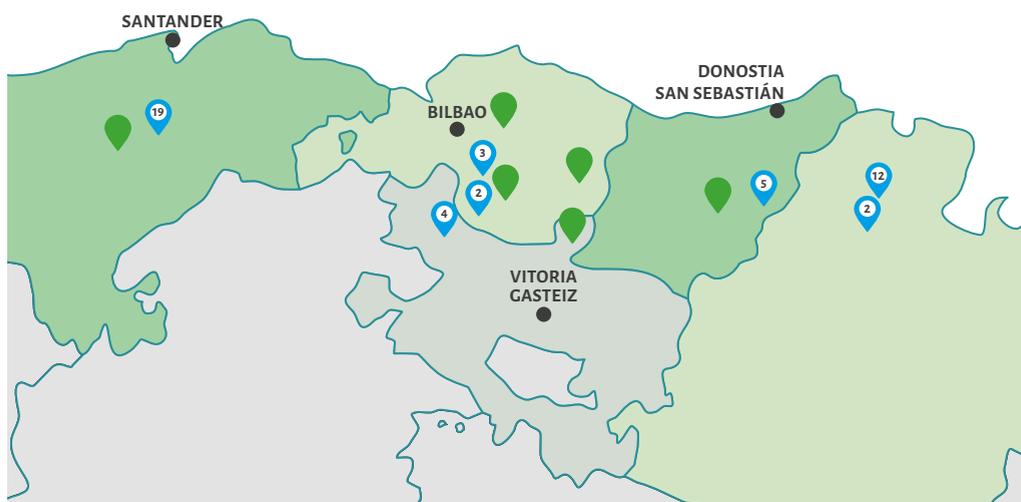
Las localizaciones donde se han realizado los ensayos son las siguientes:

### PARCELAS TIPO I

Territorio	Municipio
Bizkaia	Lezama
Bizkaia	Artea
Araba	Aramaio
Bizkaia	Berriz
Gipuzkoa	Tolosa
Cantabria	Santiurde de Toranzo

### PARCELAS TIPO II

Territorio	Municipio
Bizkaia	Zeberio/Zaratamo
Araba	Amurrio
Bizkaia	Zeberio
Bizkaia	Orozko
Gipuzkoa	Gaztelu
Cantabria	Villafufre
Cantabria	Santa María de Cayón
Navarra	Bidaosa-Berroarán
Navarra	Igantzi 1
Navarra	Igantzi 2



Distribución de las parcelas experimentales del proyecto Innobandas



Parcelas Tipo 1



Parcelas Tipo 2



Límites provinciales

# 5.

## RESULTADOS DE LA EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS REALIZADOS

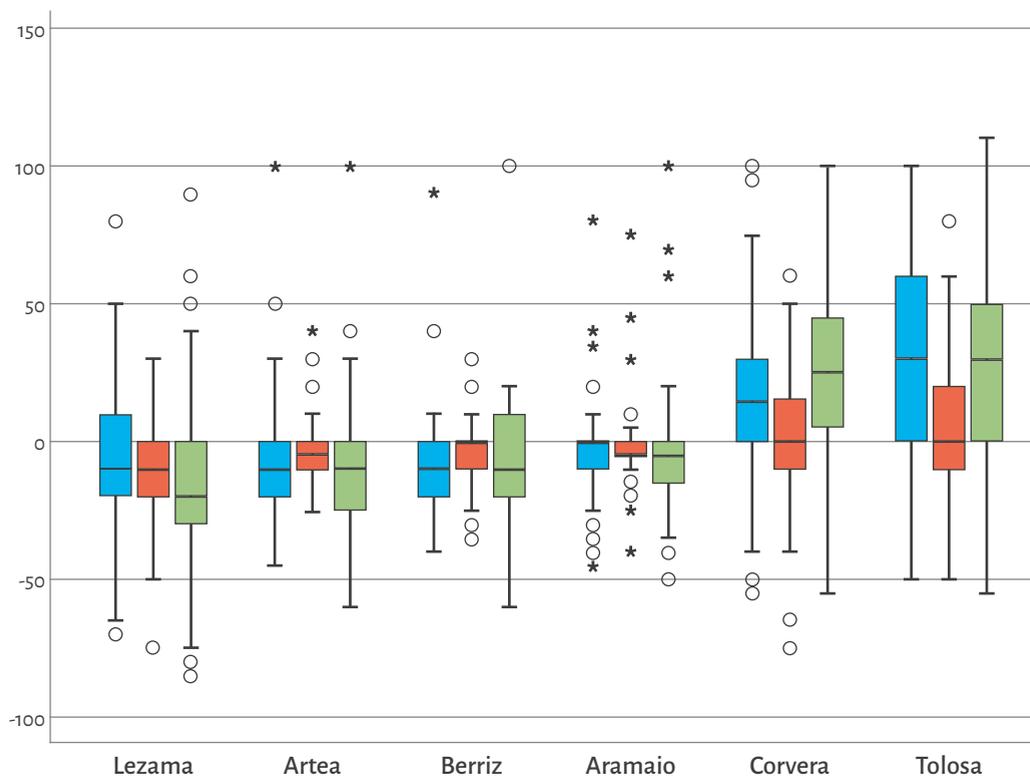
Josu Azpitarte. BASKEGUR.

A continuación se analizan los principales resultados tras los tratamientos realizados durante el ejercicio 2019 y las tres mediciones de las parcelas (mayo y octubre de 2019 y mayo de 2020).

### EVOLUCIÓN DIFERENTE SEGÚN LOCALIDAD O ENSAYO

Se constata que la evolución de los ensayos está muy relacionada con cada localidad. El estado fisiológico previo, marcado por los condicionantes de la estación donde están ubicados (siendo sus exposiciones y litologías los más influyentes), y la intensidad de la afección en la zona, marcan evoluciones diferentes en cada ensayo (localización).

En el Gráfico 1 se representan los valores medios de todos los tratamientos, de las sumas de las diferencias entre mediciones 2 (10/2019) y 1 (05/2019), 3 (05/2020) y 2, y 3 y 1 en cada localización de los ensayos de tipo 1:



**Gráfico 1. Diagrama de cajas.**

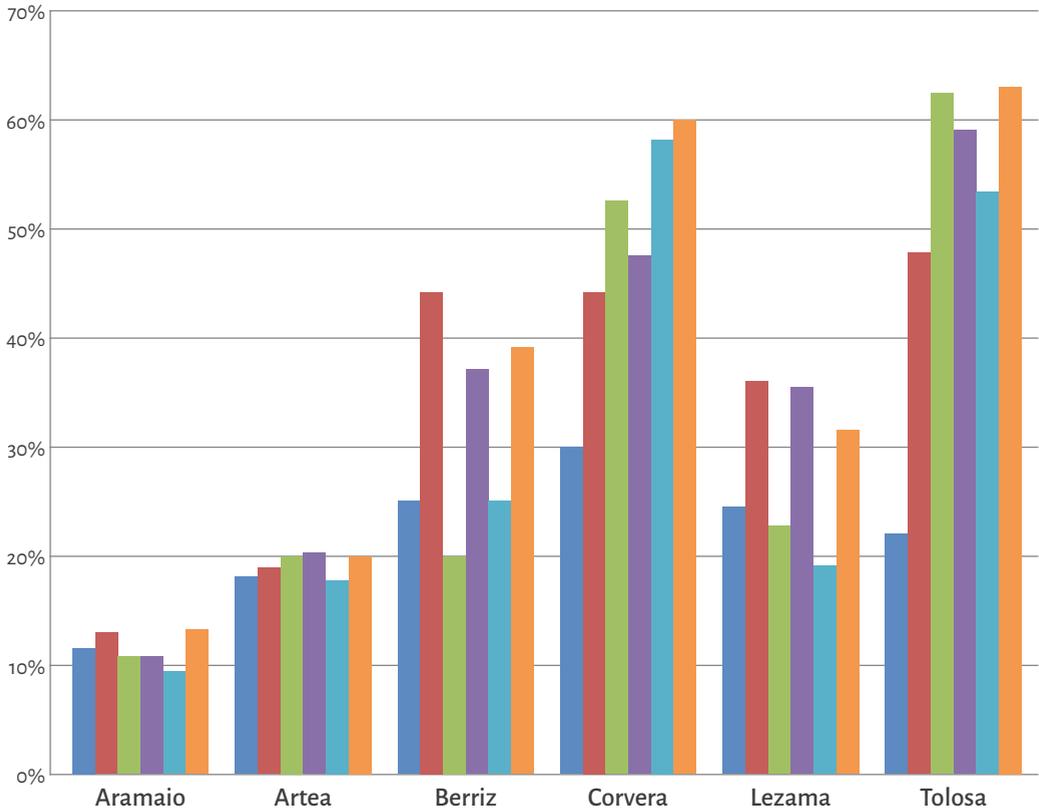
Evolución de ensayos Tipo 1 por localidades.

sumdefdec21    sumdefdec32    sumdefdec31

Se representan las sumas de las diferencias entre mediciones 2 y 1, 3 y 2, y 3 y 1, de todas las parcelas de cada ensayo.

## EVOLUCIÓN DE LAS PARCELAS TESTIGO

A través de la medición de las parcelas testigo se puede evaluar la intensidad de la afección por cada localización y considerar así su influencia en la evolución de los ensayos.



### Gráfico 2. Parcelas testigo. Evolución, decoloración y defoliación.

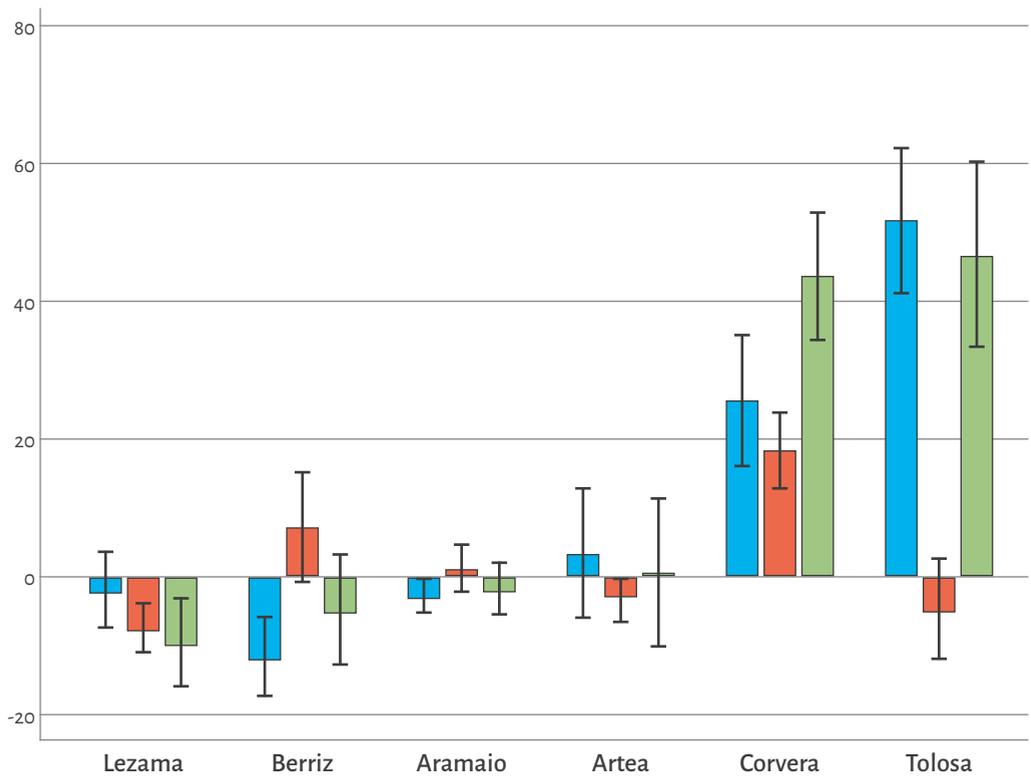
Parcelas Tipo 1. Medias.



Se representan los valores absolutos medios de decoloración y defoliación de las parcelas testigo en 05/2019, 10//2019 y 05/2020).

En el Gráfico 2 se pueden observar los valores medios de decoloración y defoliación de las parcelas testigo de tipo 1 a lo largo de las 3 mediciones realizadas: la situación de partida de cada localización es dispar, pero su evolución en un año es asimismo diferente.

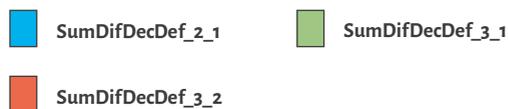
Observando el diagrama de cajas del Gráfico 3, de las sumas de las diferencias de decoloración y defoliación entre los tres periodos de medición en las parcelas control, se constatan dos agrupamientos de parcelas con diferencias estadísticamente significativas entre sí: en las parcelas de Araba (Aramaio) y Bizkaia (Artea, Berriz y Lezama), la afección de las parcelas sin tratamiento, durante en este último año, no ha avanzado. En cambio, en las localizaciones de Cantabria (Corvera de Toranzo) y Gipuzkoa (Tolosa), donde inicialmente presentaban una mayor afección, ésta ha continuado empeorando a lo largo de este año de forma considerable (Gráfico 3).



### Gráfico 3. Parcelas testigo.

Parcelas Tipo 1. Medias.

Barras de error: +/- 2 SE

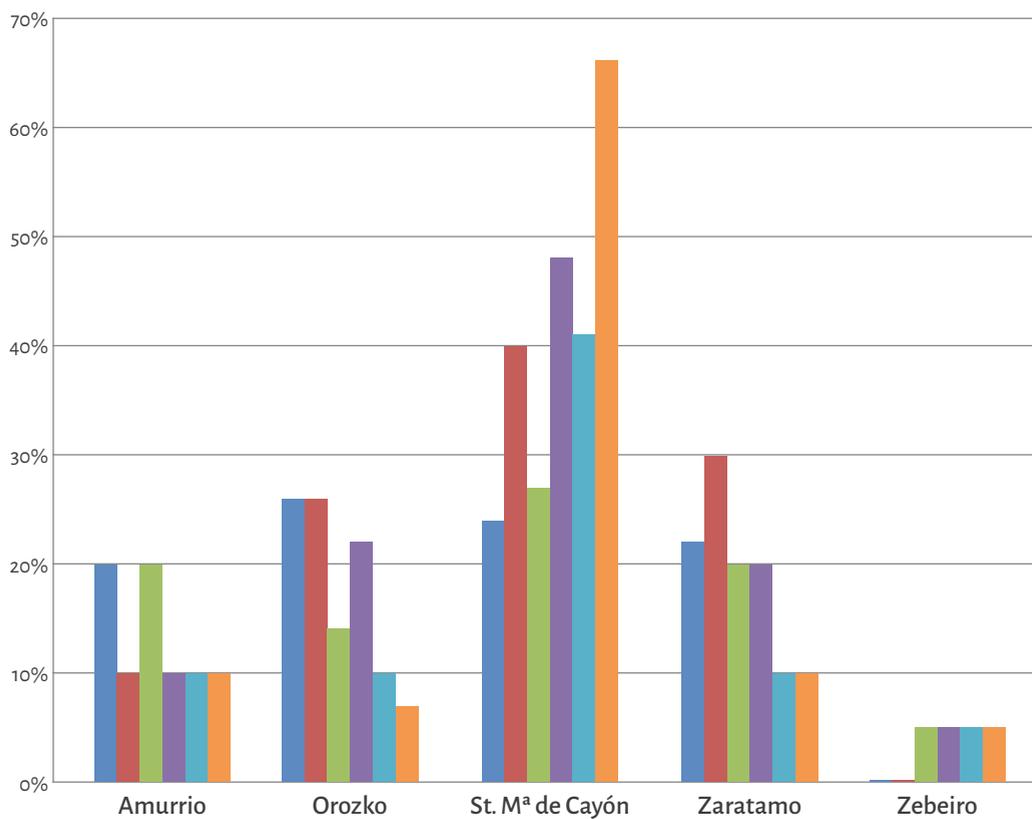


Se representan las sumas de las diferencias entre mediciones 2 y 1, 3 y 2, y 3 y 1, de parcelas testigo de cada ensayo.

## EVOLUCIÓN DE LA AFECCIÓN DE FORMA DIFERENCIADA EN PINO RADIATA Y EN LARICIO

Así como todas las parcelas tipo 1 (jóvenes) se han instalado en plantaciones de pino radiata, en el caso de las parcelas de tipo 2 (adultas), cuatro de ellas se han instalado en plantaciones de radiata y otras cuatro en plantaciones de laricio. De esta forma, se puede hacer un seguimiento diferenciado de las enfermedades foliares que afectan a ambas (la banda marrón fundamentalmente al radiata y la banda roja al laricio).

En el Gráfico 4 se puede observar la evolución de la decoloración y defoliación en las parcelas testigo de tipo 2 de pino radiata, y en el Gráfico 5 la de laricio:



**Gráfico 4. Parcelas testigo. Pino radiata. Evolución, decoloración y defoliación.**

Parcelas Tipo 2.

Decoloración  
05 2019 (%)

Defoliación  
05 2019 (%)

Decoloración  
10 2019 (%)

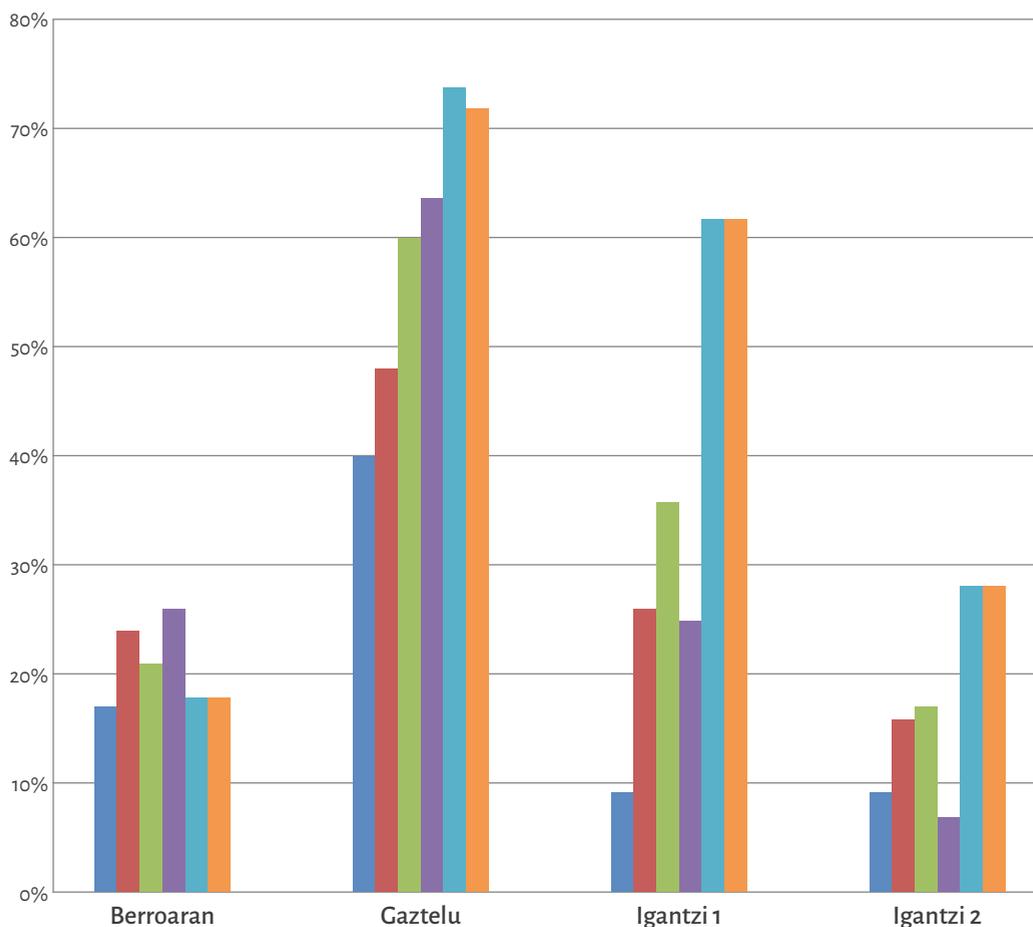
Defoliación  
10 2019 (%)

Decoloración  
05 2020 (%)

Defoliación  
05 2020 (%)

En el caso de las parcelas testigo de tipo 2 de pino radiata, al igual que ocurría en los ensayos tipo 1, en las parcelas de Araba (Amurrio, en este caso) y Bizkaia (Orozko, Zaratamo y Zeberio), la afección del control durante este último año se ha mantenido o ha bajado. En cambio, en la localización de Cantabria en la que se han podido realizar las tres mediciones (Santa María de Cayón), empeora de forma sustancial en cada medición.

En las parcelas de tipo 2 de pino laricio, se observa una tendencia generalizada al empeoramiento, con especial énfasis en el periodo invierno primavera de 2020.



**Gráfico 5. Parcelas testigo. Pino laricio. Evolución, decoloración y defoliación.**

Parcelas Tipo 2.



## EFFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS

De acuerdo al plan de los tratamientos realizados, codificando por colores y el número de aplicaciones de 2019, existen estos 9 tipos diferentes de tratamientos:

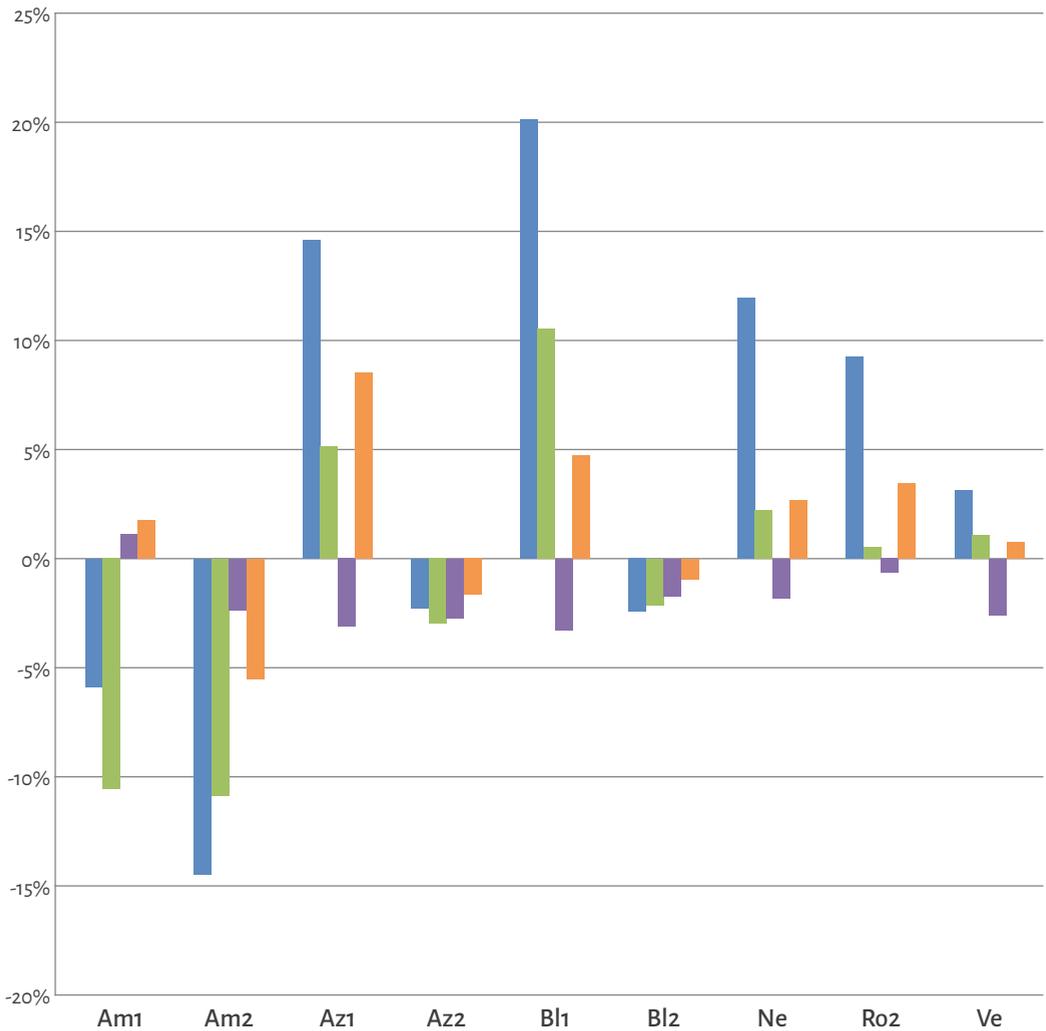
TRATAMIENTO	CÓDIGO
Único tratamiento de Nordox	Am1
Doble tratamiento de Nordox	Am2
Único tratamiento de Timol	Az1
Doble tratamiento de Timol	Az2
Único tratamiento de Desfan + Timol	B11
Desfan+Timol y Bicarbonato potásico	B12
Desfan	Ve
Timol y Bicarbonato potásico	Ro2
Testigo (sin tratamiento)	Ne

**Tabla 1. Tratamientos realizados y códigos de colores empleados.**

En las siguientes tabla y gráfico, se representan los resultados medios de las diferencias entre las 3 mediciones de los diferentes tratamientos en todas las localizaciones de tipo 1:

ETIQUETAS DE FILA	PROMEDIO DE DIF DECOL 2-1 (%)	PROMEDIO DE DIF DEFOLI 2-1 (%)	PROMEDIO DE DIF DECOL 3-2 (%)	PROMEDIO DE DIF DEFOLI 3-2 (%)	SUMA 4 DIFERENCIAS
Am1	-6%	-11%	1%	2%	-14%
Am2	-15%	-11%	-2%	-6%	-33%
Az1	15%	5%	-3%	9%	25%
Az2	-2%	-3%	-3%	-2%	-10%
B11	20%	11%	-3%	5%	32%
B12	-2%	-2%	-2%	-1%	-7%
Ne	12%	2%	-2%	3%	15%
Ro2	9%	0%	-1%	3%	13%
Ve	3%	1%	-3%	1%	2%
<b>Total general</b>	<b>4%</b>	<b>0%</b>	<b>-2%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>

**Tabla 2. Diferencia media en decoloración y defoliación entre las medición 2 y la 1, y entre la medición 3 y la 2. Parcelas Tipo 1.**



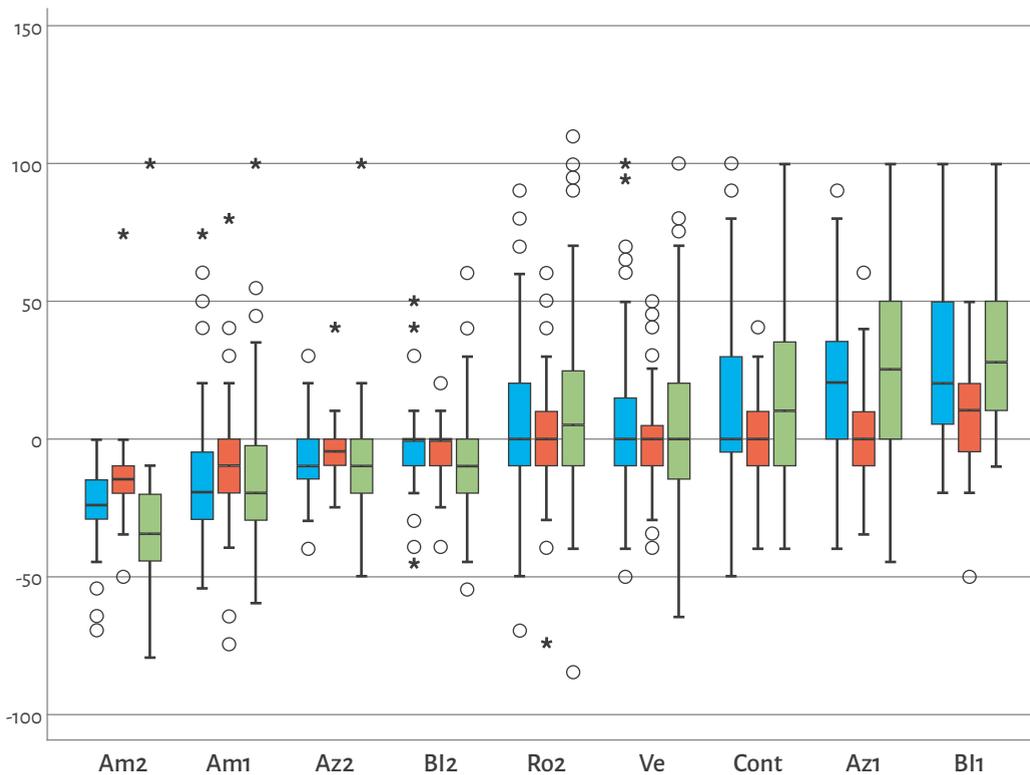
**Gráfico 5. Diferencia en decoloración y defoliación en las 3 mediciones.**

Parcelas Tipo 1.



Considerando las diferencias entre las tres mediciones, los mejores resultados los ofrecen el tratamiento Am2, seguido por los tratamientos Am1, Az2 y Bl2.

En el diagrama de cajas del gráfico 6, se observa que las diferencias entre los tratamientos son significativamente diferentes. También muestra que los tratamientos que mejores resultados aportan, también hacen más predecible los efectos de los mismos (al haber menor disparidad de resultados).



**Gráfico 6. Diagrama de cajas para las sumas de diferencias de decoloración y defoliación por tratamiento.**

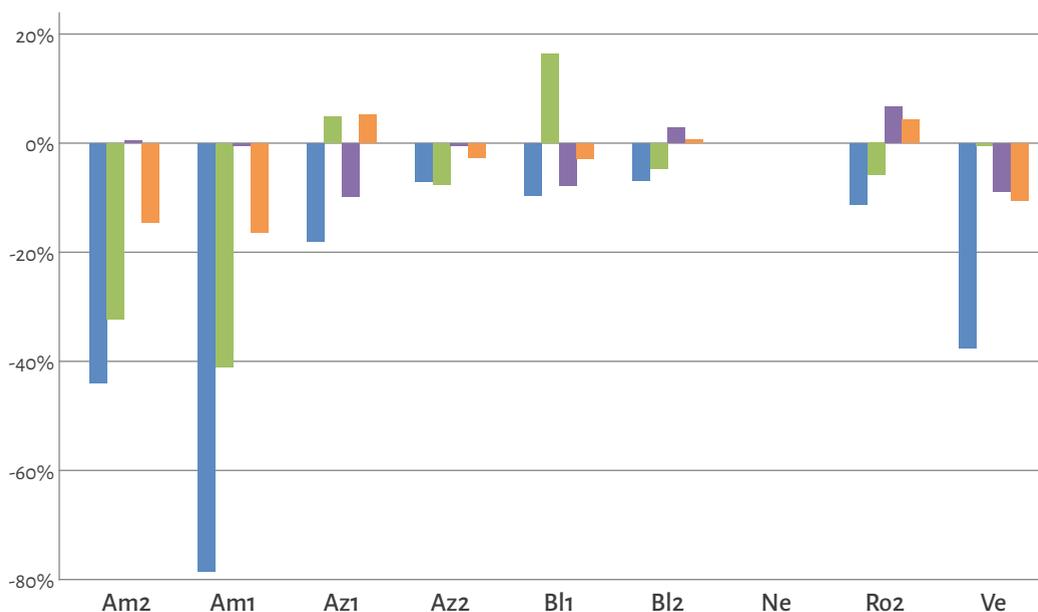
■ sumdefdec21   
 ■ sumdefdec32   
 ■ sumdefdec31

Se representan las sumas de las diferencias entre mediciones 2 y 1, 3 y 2, y 3 y 1, de todas las parcelas de cada ensayo.



## EFFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS DESCONTANDO LA EVOLUCIÓN DEL TESTIGO

En los gráficos 1 y 3 se ha observado que la evolución de las parcelas testigo es significativamente diferente según su localización. Descontando esa evolución de las parcelas sin tratamiento a los resultados obtenidos con los diferentes tratamientos, se obtiene el Gráfico 7:



**Gráfico 7. Diferencia en decoloración y defoliación tras descontar la evolución de las parcelas testigo.**

<span style="color: blue;">■</span> Promedio de DIF DECOL 2-1 (%)	<span style="color: green;">■</span> Promedio de DIF DEFOLI 2-1 (%)
<span style="color: purple;">■</span> Promedio de DIF DECOL 3-2 (%)	<span style="color: orange;">■</span> Promedio de DIF DEFOLI 3-2 (%)

Tras descontar la evolución de las parcelas testigo, los resultados se modulan relativamente, de forma que:

- Los tratamientos realizados una sola vez, dan tan buenos resultados relativos como los que se han realizado dos tratamientos.
- Tras descontar el efecto en el testigo, los mejores resultados siguen aportando los tratamientos de Nordox (Am), seguidos de los de Timol (Az) y Desfan (Ve).
- Descontando la evolución de las parcelas testigo, todos los tratamientos mejoran al comportamiento del testigo.
- En el periodo entre la segunda y tercera medición, las diferencias por tratamientos se hacen menores, pero se mantienen las tendencias de los tratamientos del periodo anterior, por lo que la protección de los tratamientos permanece en todo el año.

Con todo ello, se observa que la diferencia entre los pinos tratados y los no tratados es muy palpable, sobre todo con los tratamientos de Nordox (Am) y se pueden ver en las gráficas y fotos que acompañan a esta publicación. También se ha observado que el desarrollo de la enfermedad es muy diferente en función de la ubicación, tal y como se ha podido medir en las parcelas testigo, con las que se ha analizado su evolución.

También se ha observado que el desarrollo de la enfermedad es muy diferente en función de la ubicación, tal y como hemos podido medir en las parcelas testigo, con las que se ha evaluado su evolución.



Foto. La diferencia entre los pinos tratados y los no tratados es muy palpable a lo largo de todo el año.

Se puede ver en las gráficas que los tratamientos amarillos, los que corresponden al Nordox, son los que mejor funcionan, corroborando las apreciaciones iniciales y lo anunciado por los expertos internacionales.

Los tratamientos con Timol también tiene un efecto más positivo que en el caso de otras sustancias pero siendo su efecto general menor que en el caso del Nordox (del orden de un 50% menor que con el Nordox). En las parcelas tipo 2, las que se han tratado con cañón nebulizador, se puede ver que se da un comportamiento bastante similar, siendo también el Nordox el que tiene un mejor comportamiento seguido del Timol. Se puede concluir que la efectividad del Timol frente al Nordox, utilizando valores absolutos sería un 50% menor.

En cuanto a las especies, el comportamiento del pino radiata y del laricio ante los tratamientos es similar, aunque se ha podido observar que los dobles tratamientos (o los tratamientos tardíos) parecen funcionar mejor en los pinares de pino laricio. Este resultado apunta que la afección de la banda roja pueda tener un desarrollo más activo en el periodo otoño-invierno que en el caso de la banda marrón.

# 6.

## EVALUACIÓN DE LOS ENSAYOS EN EL ENTORNO

Asier Alonso. NEIKER.

Uno de los objetivos del proyecto Innobandas es garantizar que todos y cada uno de los productos utilizados cumplan con las normativas medioambientales, a fin de no causar ningún impacto reseñable en el entorno. Neiker se ha encargado del control de la posible ecotoxicidad originada por los productos ensayados con el fin de garantizar que son seguros en las diferentes fases de los tratamientos.

Durante año y medio se han procedido a analizar dos parcelas de tipo 1 en Lezama y Artea – que se han tratado con mochila por ser pinos jóvenes y para realizar el tratamiento individualizado por árbol– y una parcela de tipo 2 en Orozko – en las que la aplicación de los productos se ha realizado mediante cañón nebulizador al conjunto del rodal–.

Se ha realizado el seguimiento de la posible ecotoxicidad de 200 tratamientos en total, centrándose sobre todo en los controles sobre el óxido cuproso, por ser el que, a priori, más afecciones medioambientales podría generar, lo que obliga a extremar la vigilancia, con el objetivo de determinar su efecto en las aguas y en el suelo.

### ESTIMACIÓN DE LA DEPOSICIÓN DE COBRE EN SUELO

En el caso de la parcela de Orozko, para una correcta medición con el uso del cañón nebulizador, se colocaron soportes de madera de una altura de 0,80 m a 5, 10, 20, 40, 60 y 80 m de la pista, con el fin de garantizar el correcto control medioambiental.

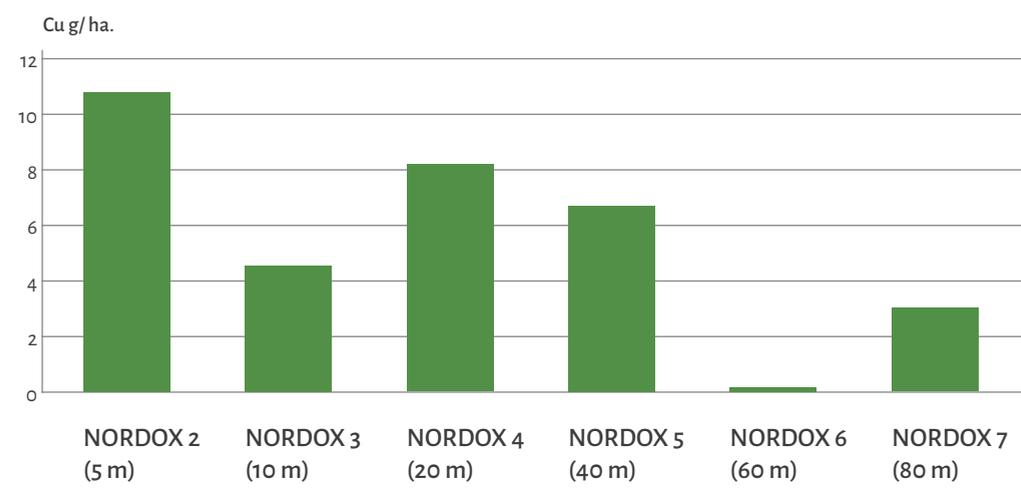


Ensayo tipo II de Orozko con indicación de los puntos de muestreo.

El trabajo de medición se ha centrado en la estimación de la deposición de cobre en suelo, mediante el uso de Láminas trazadoras (láminas Mylar®), sobre los soportes de madera mencionados anteriormente, para poder comprobar cuánto del cobre nebulizado llegaba al suelo. Junto a la hoja se disponía también un papel hidrosensible para comprobar que existía deposición, que la distribución de la aplicación era homogénea y si el cobre llegaba o no al soporte.

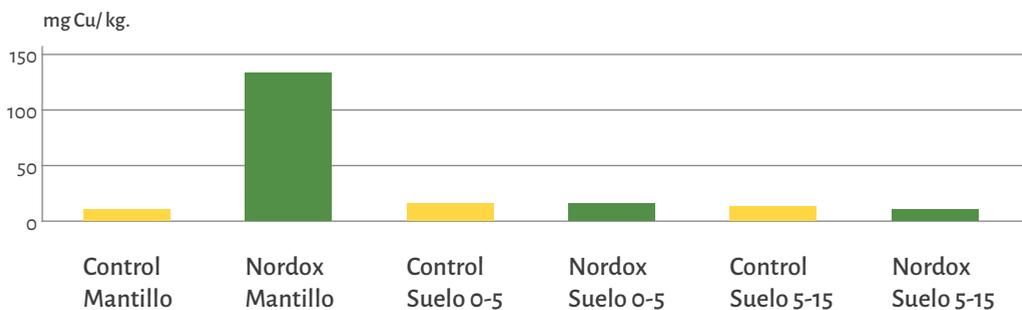


Estimación de la deposición de cobre en suelo por medio de láminas trazadoras (láminas Mylar®), sobre soportes de madera a h: 0,80 m y a 5, 10, 20, 40, 60, y 80 m de la pista.



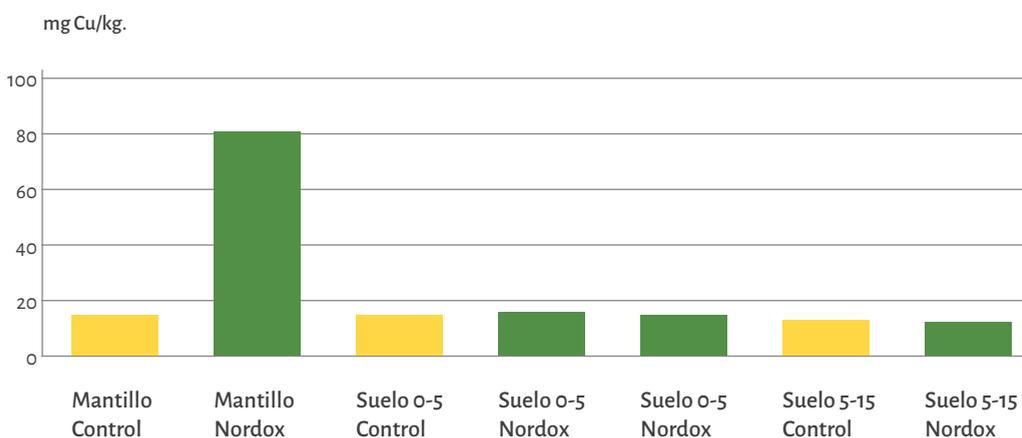
**Figura 1.**  
Deposición de Cobre  
tras tratamiento con  
cañón.  
Orozko, 2019.

NORDOX 2 (5m) OROZKO	21,545	NORDOX 5 (40m) OROZKO	8,157
NORDOX 3 (10m) OROZKO	10,883	NORDOX 6 (60m) OROZKO	6,795
NORDOX 4 (20m) OROZKO	4,630	NORDOX 7 (80m) OROZKO	0,301



**Figura 2.**  
Concentración de Cu en suelo tras tratamiento.  
Artea, 2019.

Trat.	Prof.	mg Cu/kg	SD
Control	Mantillo	12,70	6,20
Nordox	Mantillo	133,47	37,89
Control	0-5	22,60	4,00
Nordox	0-5	21,41	7,24
Nordox	5-15	19,16	4,92
Control	5-15	17,53	2,56



**Figura 3.**  
Concentración de Cu en suelo tras tratamiento.  
Lezama, 2020.

Trat.	Prof.	mg Cu /kg	SD
Control	Mantillo	15,401	2,88698262
Nordox	Mantillo	81,21175	28,7548071
Control	Suelo 0-5	15,79725	3,94664713
Nordox	Suelo 0-5	17,08425	1,60069284
Nordox	Suelo 0-5	15,69175	3,51258304
Control	Suelo 5-15	13,46775	2,48494968
Nordox	Suelo 5-15	14,1085	3,40964304

Los resultados de 2020 siguen la misma tendencia que los registrados en 2019, no apreciándose una deposición de riesgo medioambiental ninguno de los años estudiados. Las mayores concentraciones se observan en el mantillo, que es la zona más superficial, sin llegar a afectar a perfiles más profundos.

En 2020, al haberse desarrollado más la masa, en Orozko, además de poner soportes a 80 m se ha completado el método de control con otros testigos localizados a 100 y 120 metros, siendo prácticamente nulas las deposiciones de cobre registradas. Solo cabe mencionar un ligero pico en las hojas Mylar situadas a 5 m del equipo de aplicación.

## EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECOTOXICOLÓGICO EN LA MICROBIOTA DEL SUELO Y AGUA

Para la evaluación del impacto ecotoxicológico en la microbiota del suelo y agua, se realizaron muestreos de la solución intersticial del suelo, en tres momentos diferentes, tras el primer período de lluvia y un mes después de la aplicación.

Estos muestreos se han realizado mediante “Rhizon” de baja presión negativa y posterior Bioensayo multiespecífico “MARA” que consiste en la inoculación en la muestra de agua de una colección de once microorganismos genéticamente diversos (diez bacterias y una levadura) para determinar el grado de toxicidad de las muestras recogidas.



Fotos: Instrumental “Rhizon” de baja presión negativa y su disposición en las parcelas

ARTEA			Mara
Muestreo	Tratamiento	Cobre (mg/l)	% Inhibición
19/09/2019	Carbonato	<0.005	No tóxica (<20%)
	Timol	<0.005	No tóxica (<20%)
	Desfan+timol	<0.005	No tóxica (<20%)
04/10/2019	Carbonato	<0.005	No tóxica (<20%)
	Timol	<0.005	No tóxica (<20%)
	Timol	<0.005	No tóxica (<20%)
	Desfan+timol	<0.005	No tóxica (<20%)
	Control	<0.005	No tóxica (<20%)
18/10/2019	Carbonato	<0.005	No tóxica (<20%)
	Timol	<0.005	No tóxica (<20%)
	Desfan+timol	<0.005	No tóxica (<20%)
23/10/2019	Carbonato	<0.005	No tóxica (<20%)
	Timol	<0.005	No tóxica (<20%)
	Desfan+timol	<0.005	No tóxica (<20%)
	Desfan	<0.005	No tóxica (<20%)

LEZAMA			Mara
Muestreo	Tratamiento	Cobre (mg/l)	% Inhibición
19/09/2019	Nordox	<0.005	No tóxica (<20%)
	Carbonato	0,01	No tóxica (<20%)
04/10/2019	Nordox	<0.005	No tóxica (<20%)
18/10/2019	Nordox	<0.005	No tóxica (<20%)
	Carbonato	0,008	No tóxica (<20%)
23/10/2019	Nordox	<0.005	No tóxica (<20%)
	Carbonato	0,006	No tóxica (<20%)
	Desfan+timol	<0.005	No tóxica (<20%)
OROZKO			Mara
Muestreo	Tratamiento	Cobre (mg/l)	% Inhibición
19/09/2019	NORDOX 7 (8om)	<0.005	No tóxica (<20%)
04/10/2019	NORDOX 7 (8om)	<0.005	No tóxica (<20%)
18/10/2019	NORDOX 7 (8om)	<0.005	No tóxica (<20%)
23/10/2019	NORDOX 7 (8om)	<0.005	No tóxica (<20%)

**Tabla 1. Ecotoxicidad en los tratamientos ensayados.**

Tal y como se observa en la Tabla 1, no se producen efectos tóxicos en ninguna de las muestras recogidas, en ninguno de los periodos muestreados.

## ESPECIACIÓN DEL COBRE

La biodisponibilidad se define como el grado en el que las sustancias químicas presentes en el suelo, pueden ser absorbidas o metabolizadas por receptores humanos o naturales, o quedar disponibles para interactuar con los sistemas biológicos (ISO/DIS 17402, 2006).

Para evaluar la biodisponibilidad de los cobres en los suelos, Neiker se centró en desarrollar un método de extracción secuencial con distintos extractantes, para visualizar las fracciones de cobre biodisponible que es el que más afectaría tanto a los microorganismos del suelo como a los recursos naturales.

Los extractantes utilizados fueron los siguientes:

- Digestión ácida con ácidos nítrico y perclórico (85%-15%) donde se obtiene el Cobre Total (CuT).
- Acetato amónico neutro 1N donde se obtiene el Cu intercambiable (Cu E).
- Pirofosfato 0,1M. donde se obtiene el Cobre extraíble con Pirofosfato (CuP) necesario para el cálculo del cobre acomplejado con la materia orgánica y también para el cálculo del Cobre acomplejado con los oxi-hidroxidos de Fe y Al no-cristalinos.

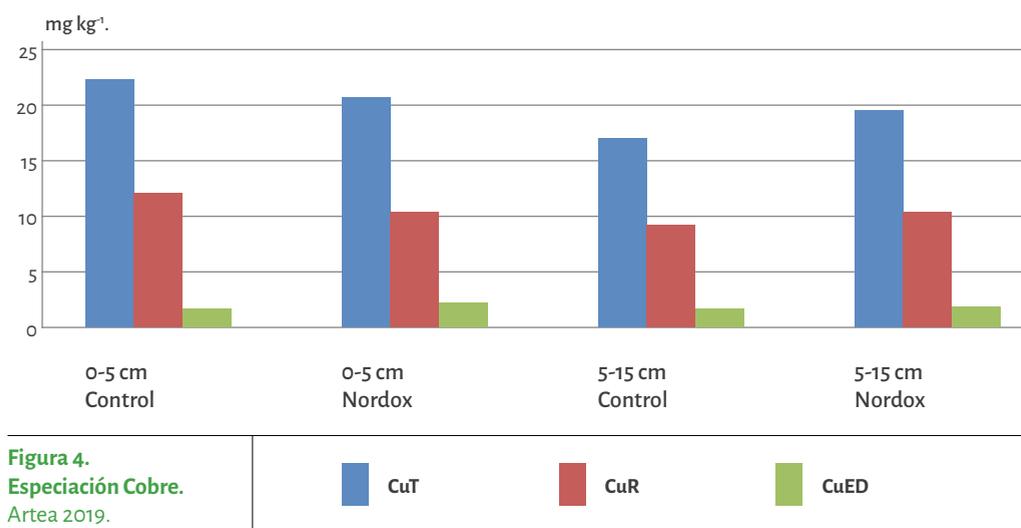
- Oxalato amónico/Oxálico 0.2 M pH:3 (CuO) necesario para el cálculo del cobre acomplejado con los oxi-hydroxidos de Fe y Al tanto no-cristalinos como cristalinos así como para el cálculo del Cobre residual.
- Ox. amónico/Oxálico 0.2 M Asc 0.1M pH:3.25.- (CuAO) necesario para el cálculo del cobre acomplejado con los oxi-hydroxidos de Fe y Al cristalinos.
- Acetato amónico 0.5 M EDTA 0.02 M pH: 4.65 donde se obtiene el Cu biodisponible (CuED).

En la siguiente tabla se muestran las relaciones existentes entre los extractantes para el cálculo de las distintas fracciones de Cu.

<b>CuE</b>	Cu intercambiable	CuE
<b>CuOM</b>	Cu acomplejado con la MO	CuP-CuE
<b>CuIA</b>	Cu acomplejado con los oxi-hydroxidos de Fe y Al no-cristalinos	CuO-CuP
<b>CuC</b>	Cu acomplejado con los oxi-hydroxidos de Fe y Al cristalinos	CuAO-CuO
<b>CuR</b>	Cu residual	CuT-CuAO
<b>CuED</b>	Cu biodisponible	CuED

Rango de cobre total en suelos naturales de materia parental básica: 90–100 mg kg<sup>-1</sup>.

El rango de cobre total en suelos naturales de materia parental ácida, por ejemplo, granitos: 10-13 mg kg<sup>-1</sup> (Fernández-Calviño et al., 2009,) o entre 12 to 39 mg kg<sup>-1</sup> según Macías et al., Adrees et al., por su parte, mencionan como rango óptimo de Cu en suelo entre 5-30 mg kg<sup>-1</sup>.



El rango de las fracciones principales de Cobre, (Cu biodisponible, Cu total y Cu residual) en las muestras de INNOBANDAS es de 8 a 32.2 mg kg<sup>-1</sup>. En el caso el Cobre total las

concentraciones se sitúan entre 17,5 y 22,6 mg Cu kg<sup>-1</sup> por lo que podemos asumir que están en un rango normal para suelos naturales ácidos. Figura 4.

## RESULTADOS

Como conclusión sobre la posible ecotoxicidad de los tratamientos, se puede concluir que:

- En ninguno de los tratamientos realizados se han producido daños medioambientales al suelo.
- Por su parte en las muestras de agua tanto las concentraciones de cobre como los porcentajes de inhibición encontrados son inapreciables y no tóxicos.

En las tablas, que pueden ser consultadas en esta publicación, se puede observar el resultado de las mediciones en laboratorio obtenidas en las diferentes parcelas.

# 7.

## CÁLCULO MEDIANTE LA TELEDETECCIÓN DE LA EFICACIA DE LOS ENSAYOS DEL PROYECTO INNOBANDAS

Alejandro Cantero. HAZI.

Innobandas es un proyecto de innovación en sanidad forestal que ha querido desde el inicio ofrecer una solución integral al problema que generan enfermedades como las bandas en las acículas de los pinos. Por ello dicha innovación no se ha limitado únicamente a los tratamientos y a su forma de aplicación sino también al modo en el que se ha procedido a la medición de los ensayos para poder tener una idea lo más fiel posible de la eficacia de cada uno de los productos testados. HAZI ha aportado como socio del proyecto su reconocida trayectoria en el uso de cartografía digital obtenida mediante ortofotos e imágenes del satélite, primero para calcular el grado de afección de las enfermedades de las bandas en la cornisa cantábrica y posteriormente para saber también cómo se han comportado las parcelas tratadas.

El uso de drones y la utilización de la información meteorológica en estaciones automatizadas son otras formas de empleo de la teledetección para completar la información existente. Esta información innovadora ha permitido al proyecto Innobandas poder relacionar el aumento de la afección a condiciones climatológicas especialmente propicias para el desarrollo de la enfermedad y ha ayudado a lograr una mejor comprensión de su comportamiento.

### ATAQUE DE HONGOS EN PINUS RADIATA (2018)

El caso vasco, con la afección de las bandas de las acículas en los pinos radiata y laricio, no es excepcional. Por toda Europa abundan los casos de especies forestales muy afectadas por hongos defoliadores, como se puede observar en ejemplos como las plantaciones de pino laricio en Gran Bretaña o el fresno en Europa continental. No solo existen problemas relacionados con hongos, sino que abundan los problemas fitosanitarios ligados a otros organismos, agravados por sequías y debilitamiento de muchos bosques.

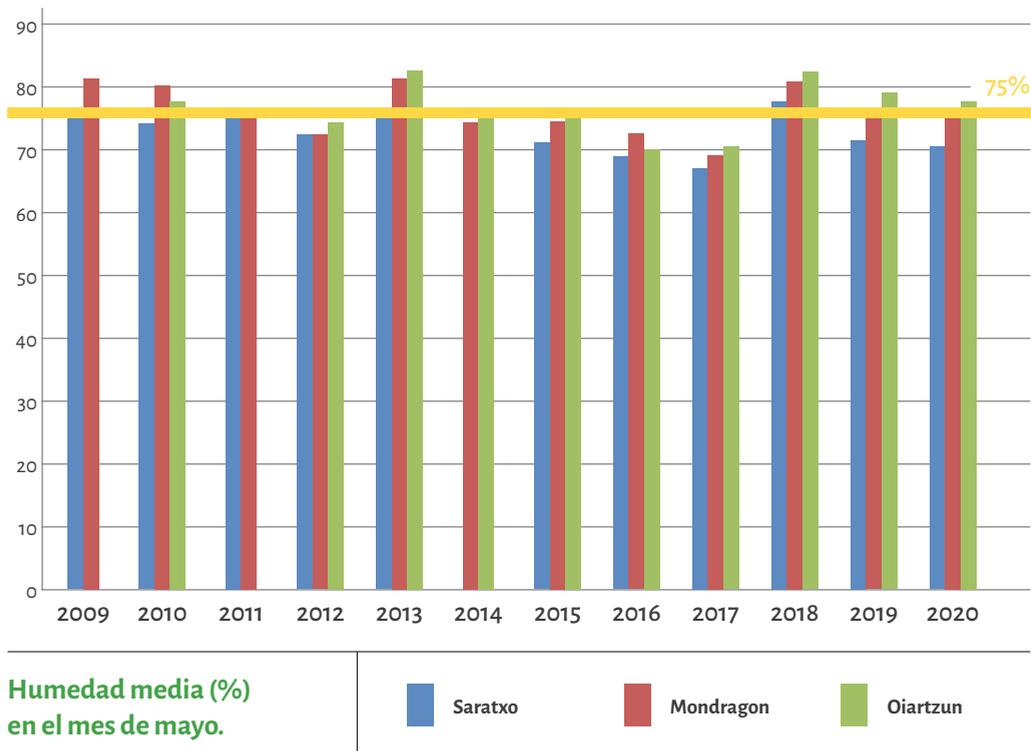
El ataque de primavera-verano de 2018 fue especialmente grave en la Cornisa Cantábrica, como se va a analizar en las siguientes líneas. Entre los meses de mayo y agosto de ese año se registró un intenso proceso de enrojecimiento y defoliación en muchos pinares.

## ANÁLISIS DE LA REPERCUSIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS EN EL DESARROLLO DE LA AFECCIÓN DE LAS BANDAS

Los datos de las distintas estaciones meteorológicas de Euskadi reflejan un aumento de la humedad ambiental veraniega año tras año, si bien 2018 fue un ejercicio con registros especialmente altos. Según datos de diversas estaciones representativas de Euskalmet, la Agencia vasca de Meteorología, se registró una alta humedad ambiental en esa primavera-verano de 2018, la cual explica ese ataque de hongos.

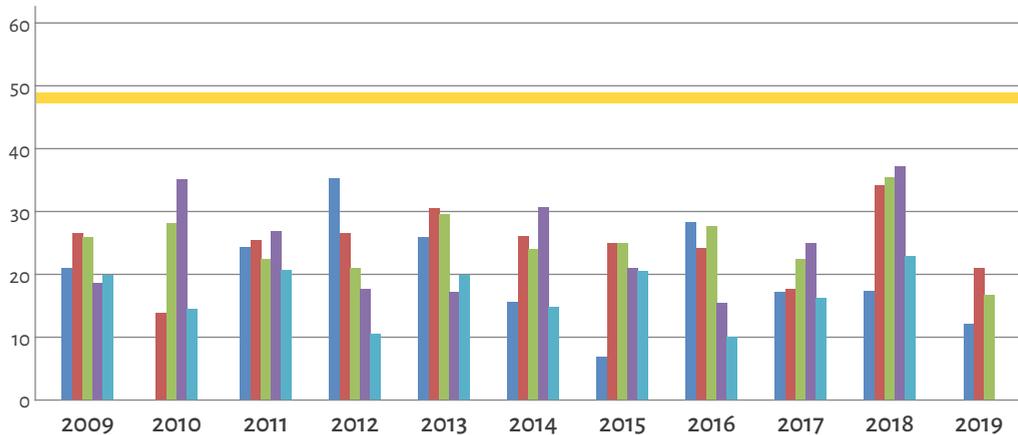
Se han tomado tres observatorios típicos: de una zona muy afectada por la enfermedad de las bandas (Oiartzun), una zona medianamente afectada (Arrasate-Mondragón) y una zona no afectada hasta ahora (Saratxo, Amurrio).

El mes de mayo de 2018 fue más húmedo de lo normal en todo el País Vasco, ya que se registró una humedad media por encima del 75-80%, umbral propicio para que los conidios o esporas de los hongos fructifiquen y se dispersen, según la bibliografía científica.



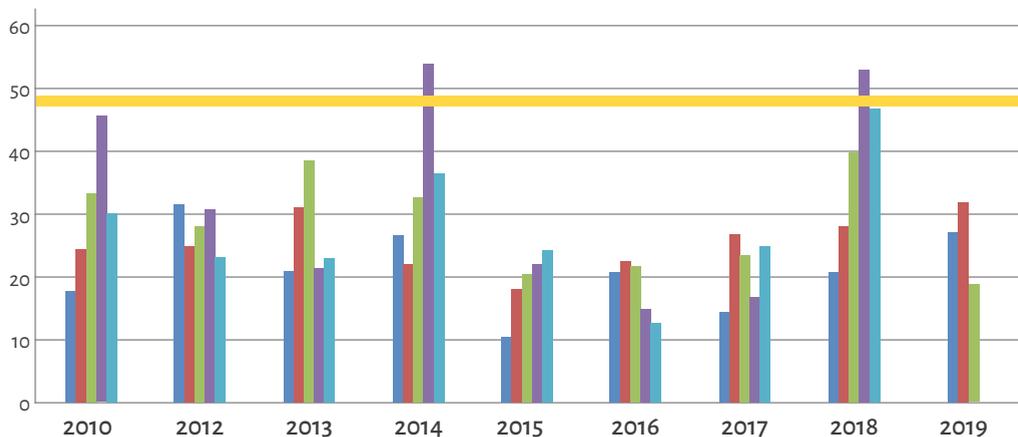
Otro factor que ha contribuido a la proliferación del hongo es que en 2018 no hubo días de “viento sur”. Cuando el aire seco sopla de esta componente, la humedad baja y la temperatura sube, lo que produce la destrucción de las esporas de los hongos.

En 2018, en la estación de Oiartzun no se registró ningún episodio de “viento sur”. En los meses de junio, julio y agosto la humedad ambiental no bajó en ningún momento del 40-50%. En cambio en los años anteriores siempre había bajado de ese umbral, siempre había habido algún día de viento sur en primavera-verano, como viene siendo normal en Euskadi. Por el contrario, en Arrasate-Mondragón y en Saratxo sí se registraron en 2018 algunos días de viento sur, caracterizados por un calor pegajoso.



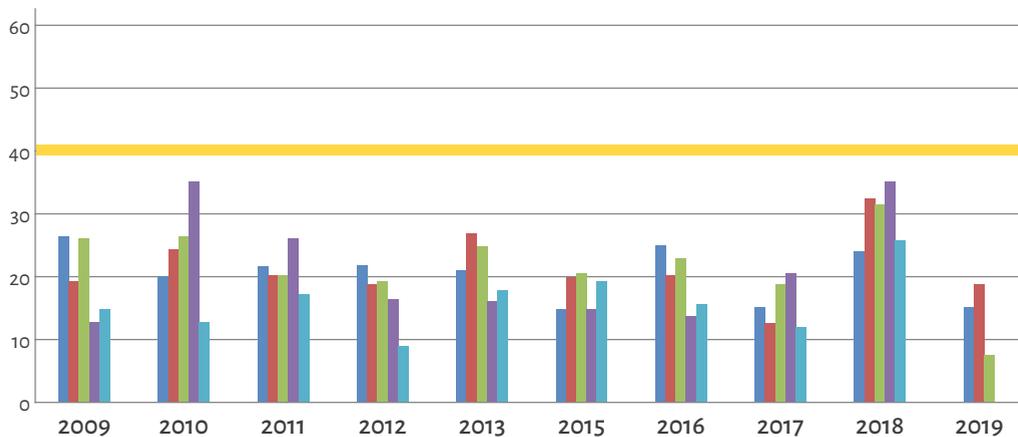
**Humedad mínima (%)  
Estación Mondragon.**

Abril Mayo Junio Julio Agosto



**Humedad mínima (%)  
Estación Oiartzun.**

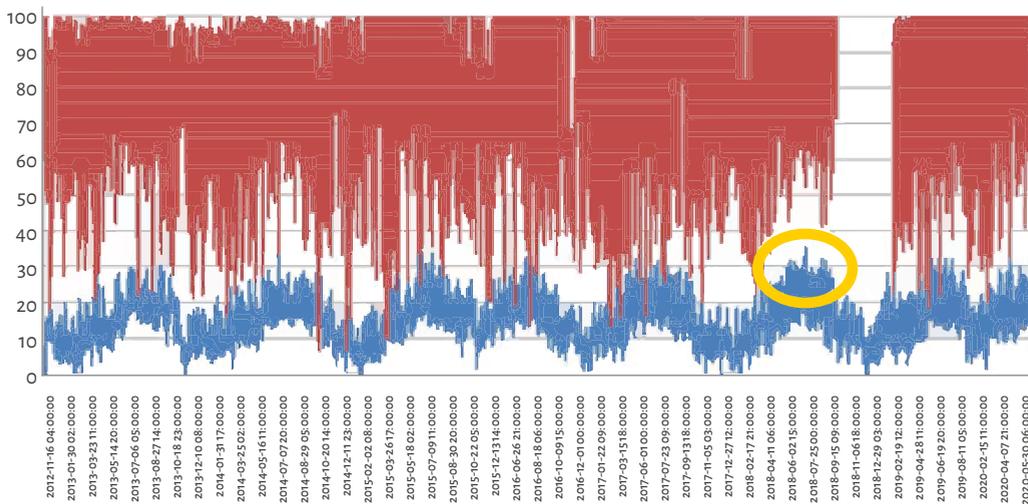
Abril Mayo Junio Julio Agosto



**Humedad mínima (%)  
Estación Saratxo.**

Abril Mayo Junio Julio Agosto

Además de las estaciones de Euskalmet, Innobandas dispuso de estaciones propias del proyecto Arco Atlántico Reinforce. Una de ellas está en zona muy afectada por la enfermedad, en el monte Irisasi (Usurbil), y aporta registros desde el año 2012. Al ser una zona costera, lo normal es que la humedad ambiental siempre esté en torno al 100%, salvo los días de viento sur. El año 2018 (marcado en amarillo) ha sido el primero en el que no hubo episodios de viento sur, tal y como también se había detectado en la estación de Oiartzun, episodios en los que la temperatura media en °C es superior a la humedad media en %.



**Estaciones meteorológicas automáticas.**



Temperatura promedio



Humedad (%)

## FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA EN TELEDETECCIÓN DE LA DEFOLIACIÓN Y ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA DE LOS PINOS

En el proyecto Innobandas se han utilizado sobre todo los índices NBR (índice normalizado de zonas quemadas) y NDVI (índice de vegetación normalizada), índices que se pueden calcular a partir de las imágenes tomadas por satélites y drones.

El proyecto LIFE HEALTHY FOREST (2016-2019) mostró la utilidad de trabajar con varias fuentes de información cartográfica y satelital y dejó patente la estrecha relación entre los índices NDVI y NBR con el grado de defoliación en los pinares. Afortunadamente, se dispone desde hace años de los datos procedentes de las imágenes de satélite, gratuitas y con resolución decamétrica, generadas por distintos satélites que periódicamente, con frecuencia quincenal o semanal, sobrevuelan el País Vasco. Desde 2016 se dispone de imágenes Sentinel 2, pero ha sido posible trabajar también con imágenes disponibles de LandSat8 desde 2013.

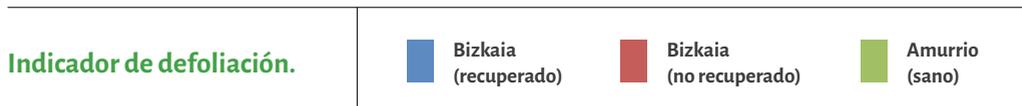
- El índice NDVI emplea dos bandas del espectro electromagnético: la reflectancia en la banda del rojo (R) y del infrarrojo cercano (NIR). Una de sus ventajas es que las ortofotos IR disponibles para el País Vasco entre 2008 y 2019 permiten el cálculo del NDVI con píxeles de 25-50 cm, además de que los vuelos con dron empleados en diversos proyectos también permiten calcular el NDVI con píxeles de 5-10 cm.

- Por su parte, el índice NBR, generalmente utilizado para el caso específico del análisis de incendios forestales, emplea las bandas del infrarrojo cercano (NIR) y del infrarrojo cercano de onda corta (SWIR). En el citado proyecto LIFE HEALTHY FOREST se ha comprobado la capacidad del NBR para reflejar la defoliación de los pinares utilizando una sola imagen satelital, así como para permitir estudiar su evolución a lo largo del año. Las imágenes gratuitas procedentes de los satélites LandSat8 y Sentinel2 proporcionan los índices NBR y NDVI con una resolución de 10-20 m.

Ambos índices NDVI y NBR adoptan valores entre -1 y 1, rango de valores que relaciona la energía reflejada por la vegetación respecto a la energía solar incidente. En algunos casos, como en los visores desarrollados por HAZI, los valores obtenidos han podido re-escalarse para tener valores de NBR entre 0 y 20.000.

El NBR es una fuente de información muy útil porque indica patrones anuales en la vegetación sana. Lo normal es que los valores del NBR alcancen un máximo en los pinares en diciembre/enero, para después empezar a bajar cuando empiezan a renovar las acículas (pierden las viejas y nacen las hojas nuevas) en febrero-marzo. A continuación, empieza a aumentar el índice NBR por el efecto de la hoja nueva primaveral y sigue aumentando hasta final del año. Ése es el patrón normal del NBR y del NDVI cada año, salvo si sucede una perturbación o una enfermedad.

Por ejemplo, se incluye la evolución anual del índice NBR de un pinar sano de Amurrio, frente a dos pinares de Bizkaia en los que se detectó la enfermedad en el verano de 2018: uno de esos pinares se pudo recuperar después y el otro siguió empeorando su estado.



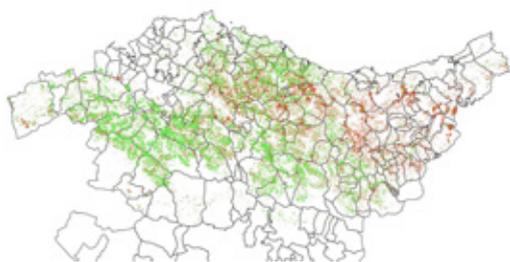
Así pues, el esquema de trabajo que se ha seguido en el proyecto Innobandas es obtener patrones mensuales del NBR de cada parcela y deducir así su estado fitosanitario. No obstante, hay que tener en cuenta que cada año puede presentar variaciones climatológicas y repercutir en el desarrollo vegetal, como sucedió en 2019, año muy bueno para el control de la enfermedad pero desde el punto de vista climático fue frío, ya que se retrasó la brotación de las hojas y obligó a calcular unos patrones mensuales específicos del NBR de ese año 2019. El presente año 2020 está siendo muy parecido a los anteriores, lo que facilita el empleo de los índices NBR mensuales típicos.

## RESULTADOS DE TELEDETECCIÓN EN AÑOS ANTERIORES: ORTOFOTOS DEL PAÍS VASCO

Las siguientes conclusiones están disponibles en los correspondientes informes anuales que se encuentran en la web oficial del proyecto Innobandas.

Hay que recordar que en este proyecto se ha trabajado en equipo, aprovechando las sinergias de las áreas forestal, SIG y biodiversidad. Este trabajo en equipo permitió aplicar la inteligencia artificial a las ortofotos RGB e infrarrojo de 2018 y 2019 para detectar pinares de radiata y laricio afectados, a partir de un patrón conocido. Para ambas especies, se ha cuantificado una superficie más o menos afectada que ha rondado el 40-50% del total de ambas especies. Los resultados gráficos obtenidos son prácticamente iguales a los que se había conseguido empleando el valor del NBR de Sentinel 2 en agosto de 2018. Es decir, fuentes y metodología distintas, pero resultados semejantes en cuanto a detección de pinares afectados (color rojo).

Pino radiata



Pino laricio



---

**Masa de pino radiata y pino laricio afectada por las bandas (en rojo) y no afectada (verde). Septiembre 2018.**

---

## RESULTADOS DE TELEDETECCIÓN EN TRATAMIENTOS DE 2019: SATÉLITE SENTINEL 2

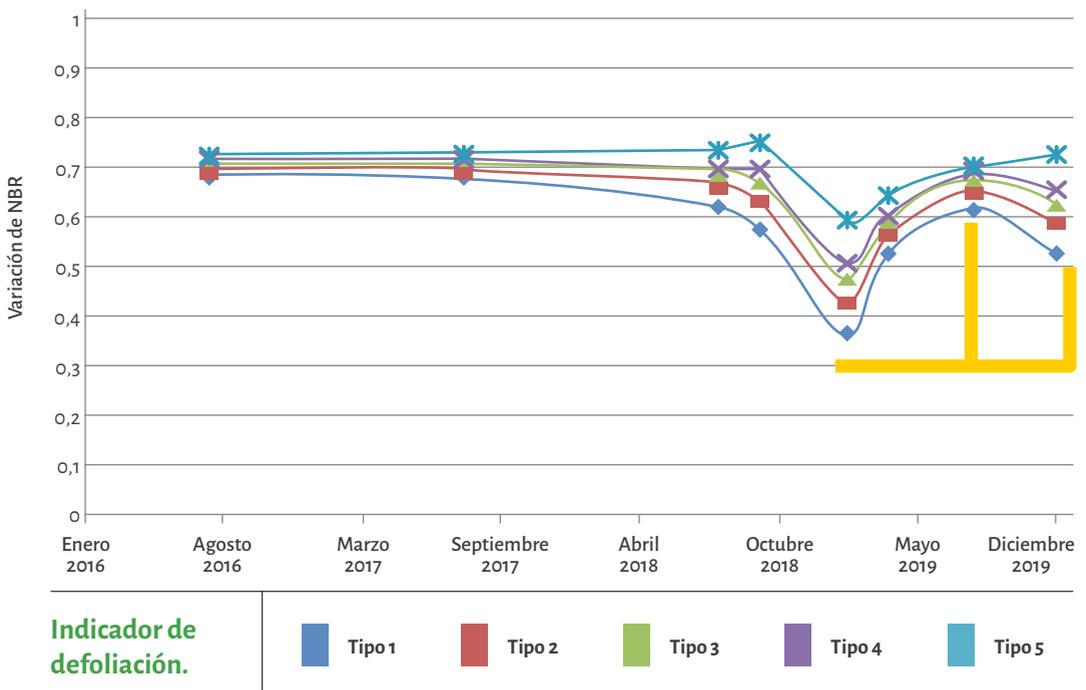
La medición de los índices satelitales de vegetación ha podido realizarse mediante las imágenes que se han podido obtener, libres de nubes, empleando el visor/comparador de datos e imágenes Sentinel2: <https://geo.hazi.eus/rs/comparador/>. La eficacia evaluadora de esos índices, principalmente del NBR, se comprueba al comparar sus resultados con la evaluación de visu realizada en las mismas parcelas antes y después de los tratamientos

Este satélite ofrece imágenes satelitales de la zona central de Bizkaia cada 2 ó 3 días y de Gipuzkoa, la mitad de Álava y Cantabria cada 5 días debido a la disposición de las pasadas del satélite S2. Sin embargo, la mayor parte de esas imágenes son inservibles por el efecto de las nubes y no se han cargado en el citado visor disponible para comparar los datos de Sentinel2 y Landsat8.

Los primeros resultados fueron obtenidos al evaluar la eficacia del tratamiento terrestre (1 kg/ha de NORDOX 75) de unas 1.000 hectáreas de pinares al comienzo del verano de 2019. Se obtuvieron tres patrones para el año 2019:

- En las zonas sanas, que han respondido bien al tratamiento, se constata un aumento claro del NBR desde el mínimo de febrero-marzo hasta fin de verano y fin de año.
- En las zonas medianamente afectadas o que han respondido de forma intermedia al tratamiento, se constata un aumento del NBR desde el mínimo de febrero-marzo hasta fin de verano, manteniéndose más o menos estable hasta fin de año.
- Por último, en las zonas más afectadas o que no han respondido al tratamiento, se constata un claro descenso del NBR desde fin de verano hasta fin de año.

Estos mismos patrones han sido los aplicados en las parcelas de Innobandas para evaluar la eficacia de los tratamientos testados.



Los resultados obtenidos coinciden, en general, con las observaciones de campo de defoliación y decoloración obtenidas por Basoekin. Las parcelas cuya densidad de copa ha mejorado tras el tratamiento son las mismas parcelas en las que ha aumentado su índice NBR, una tendencia muy bien correlacionada en las parcelas de pino radiata, pero menos en pino laricio.

También se constata que las parcelas de pino radiata tratadas una o dos veces con NORDOX presentan una mejor evolución que en el resto de tratamientos, incluido el no tratamiento. En el pino laricio la evolución es más variable, debido a que la enfermedad causada por la banda roja defolia parcialmente a los árboles y suele permitir crecer la acícula de nuevo al final del verano, generando unos ciclos que cambian mucho según el año y la edad del pinar.

## RESULTADOS DE TELEDETECCIÓN 2019: DRONES

A lo largo del año 2019 se pudo disponer de imágenes de drones de diversas parcelas, proporcionadas por el proyecto POCTEFA iForWood. Se trataba de imágenes de detalle y muy útiles para las parcelas Innobandas de tipo I (pinos jóvenes), en las que las imágenes de satélite no eran muy útiles debido al pequeño tamaño de los pinos. Frente al tamaño medio de píxeles de 10 metros en el satélite, en los drones se cuenta con píxeles de pocos centímetros.

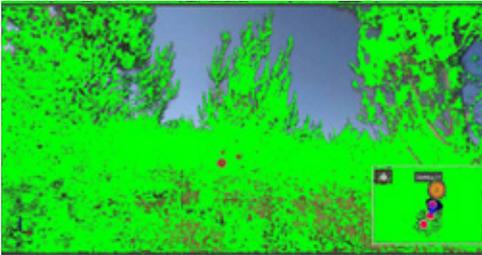
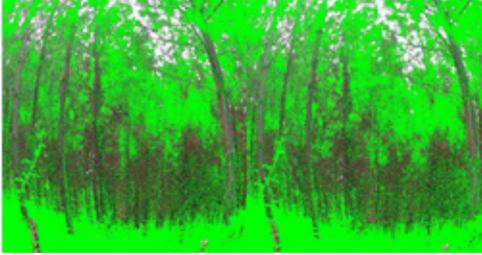
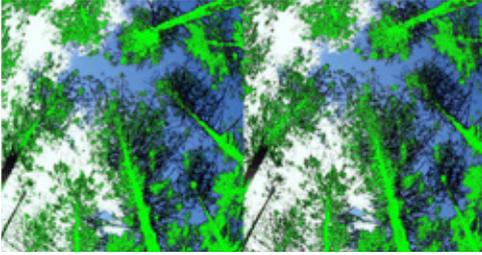
Los resultados en este caso fueron muy detallados, después de delinear la copa de cada pino mediante fotogrametría y de calcular el índice NDVI medio en un radio medio alrededor de cada una de esas copas. Los resultados así obtenidos eran prácticamente iguales que los obtenidos con los satélites en las parcelas de tipo II.

## RESULTADOS DE TELEDETECCIÓN 2020: NUEVOS MÉTODOS

Este año 2020 ya no se dispone de imágenes de drones, por lo que hay que testar nuevos métodos complementarios a las imágenes de Sentinel 2. Estos nuevos métodos alternativos para estimar de forma objetiva la defoliación han sido:

- Láser 3D escáner, que permite escanear a ras de suelo y de forma estacionaria los árboles de una parcela; de esta forma se pueden medir parámetros de cada árbol, como diámetros, alturas o tamaños de ramas.
- Láser de mano Leica BLK2Go, que permite medir también a los árboles pero de forma dinámica, yendo de una posición a otra grabando con láser.
- Toma de fotos hemisféricas, de ojo de pez o de pares estereoscópicos para visualizar la cubierta de los pinos en relieve.

Las imágenes así obtenidas permiten caracterizar el arbolado en un momento dado y poder repetir esa misma medición más adelante con el objeto de cuantificar el crecimiento y la evolución de esos árboles. El empleo de programas gratuitos como CAN-EYE del INRA francés permite también, por ejemplo, estimar en cada pino el porcentaje de cubierta verde o afectada por decoloración, lo que abre nuevas posibilidades para complementar las mediciones de defoliación tradicionales de visu o las imágenes satelitales.



---

**Estimación del porcentaje de cubierta verde de los pinos en diversas parcelas del proyecto en Amurrio y Cantabria.**

---

## **RESULTADOS DE TELEDETECCIÓN FUTUROS**

En la actualidad siguen activos otros proyectos que van a permitir seguir midiendo la evolución de la enfermedad y de las parcelas Innobandas, como los proyectos Microsoft AIOnForest, Mapa forestal de la Eurorregión o Inventario forestal vasco 2020, el cual permitirá calcular la altura de los árboles a finales del verano 2020, una vez realizados los tratamientos de este último año.

# 8.

## LOS VALORES DEL PROYECTO INNOBANDAS Y SUS ENSEÑANZAS A FUTURO

Gracias al proyecto Innobandas el sector forestal-madera cuenta en la actualidad con una gran cantidad de información de la que antes carecía que va a ser fundamental para poder sentar las bases del trabajo a corto y medio plazo. Datos que permiten afrontar con mayores garantías las enfermedades que afectan a las bandas de las acículas en los pinos.

Antes de iniciarse el proyecto Innobandas existían perspectivas de cómo podían funcionar algunos productos, porque ya habían demostrado su efectividad en otras zonas del mundo para el control de enfermedades similares, y de que aplicados con la tecnología y las dosis recomendadas por los expertos, las afecciones al medio ambiente podrían ser muy bajas o nulas. El proyecto Innobandas ha confirmado la veracidad de estas perspectivas y que la labor de prevención es fundamental para proteger a los árboles que no han sido afectados, pero también que buena parte de las masas que sufren la enfermedad pueden ser recuperadas con métodos sostenibles y efectivos.

Los datos extraídos en los dos años del proyecto Innobandas reflejan que todos los pinos tratados, independientemente de la intensidad de la afección inicial, pueden llegar a mejorar un 10% o un 15% al año si se le hacen las intervenciones adecuadas.

Tres son las principales enseñanzas que podemos extraer del proyecto Innobandas, para que la inversión económica, en recursos y humana realizada durante estos años tenga su continuidad y genere un mayor retorno en el conjunto del sector forestal-madera.

En primer lugar la importancia de la colaboración transversal entre propietarios, empresas, centros tecnológicos y administraciones. La segunda, la necesidad de la puesta en valor de resultados positivos que permitan prevenir el avance de la enfermedad y recuperar la masa forestal y, por último, la necesidad de que el trabajo realizado tenga su continuidad para aprovechar las redes creadas y poder profundizar aquellos aspectos del proyecto Innobandas que requieren de más tiempo de análisis y estudio.

### COLABORACIÓN TRANSVERSAL

Innobandas ha sido, sobre todo, un proyecto que ha fomentado el trabajo en equipo y un buen ejemplo de la colaboración transversal. Un proyecto supra autonómico, con el apoyo del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y con fondos europeos del FEADER, que ha propiciado el trabajo entre diferentes comunidades (Navarra, Cantabria y País Vasco) para dar soluciones a problemas comunes de sanidad forestal que afectan a toda la Cornisa Cantábrica.

Una labor que ha permitido que empresas, administraciones, organizaciones, entes tecnológicos y propietarios sumemos fuerzas en un objetivo común. Todas las entidades que hemos tomado parte en la iniciativa reconocemos que la colaboración tiene que ser la base para el futuro, independientemente de cual sea la estrategia a seguir a posteriori.



Mesa redonda final de la jornada.

## NECESIDAD DE LA PUESTA EN VALOR DE LOS RESULTADOS POSITIVOS

El principal objetivo del proyecto Innobandas era testar productos y tratamientos que pudieran ser eficaces para la lucha contra las bandas de las acículas de los pinos y que estos tratamientos fueran medioambientalmente sostenibles. Poder evaluar en la Cornisa Cantábrica la experiencia existente con estos tratamientos en países como Nueva Zelanda y Chile. Se partía de la necesidad de valorar soluciones eficaces en cuanto a su respuesta y eco toxicidad ya que los datos con los que se contaban correspondían a otras latitudes y de fuera de Europa. Con los estudios realizados en Cantabria, País Vasco y Navarra se puede romper esa inercia y aportar datos irrefutables. Gracias a Innobandas se puede afirmar con claridad que desde el punto de vista técnico existen tratamientos válidos que se pueden aplicar con garantías medioambientales y sin riesgos para los ecosistemas y la salud de las personas.

## DAR CONTINUIDAD A ESTOS PROYECTOS

A tenor de los excelentes resultados obtenidos y a la puesta en marcha de una red de profesionales que aporta valor y conocimiento sobre sanidad forestal, es importante seguir profundizando en los logros obtenidos. Innobandas ha permitido generar un conocimiento científico sobre la efectividad de los tratamientos y sus métodos de aplicación para hacer frente a una enfermedad que permanece activa y que sigue causando graves afecciones en las masas de pinares. También ha permitido focalizar cuáles deben de ser ahora las líneas de trabajo a futuro en esta materia, que serán complementarias a otras áreas, sobre las que se está avanzando también, como el desarrollo de material genético más resistente a estas enfermedades o la adaptación a nuestros montes e industria de otras especies alternativas, para las estaciones que no recomienden las especies actuales.

El proyecto se ha convertido en un modelo para afrontar presentes y futuras crisis en el ámbito de la Sanidad Forestal porque la globalización, los movimientos de personas y mercancías, propician la expansión de nuevas enfermedades que pueden afectar a cualquier especie. El sector forestal-madera debe consolidar herramientas como Innobandas que ha demostrado ser un modelo de éxito con resultados de aplicación inmediata.

Todo ello, requiere también de la debida diligencia y urgencia, pues la no aplicación de soluciones eficaces y sostenibles conocidas se cobra el resultado en forma de muchas masas forestales, trabajo e inversión malogrados.

# INNOBANDAS

-----

Dirulaguntza / Proyecto financiado por:



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Kideak / Miembros:

