

COGOMELOS+

Incremento de la productividad micológica de los pinares gallegos

Memoria libre



Cogomelos+



Servitec
medioambiente



fundación
empresa
universidad
gallega



Cogomelos+ está financiado por las ayudas para la ejecución de los grupos operativos de la Asociación Europea de la Innovación (AEI), cofinanciadas en un 75% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) en el marco del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Galicia 2014-2020. La Consellería do Medio Rural es el órgano de la Administración galega al cual le corresponde proponer y ejecutar las directrices generales en el ámbito rural, y engloba las competencias en materia de agricultura, ganadería, desarrollo rural y ordenación comarcal, estructuras rurales, industrias agroalimentarias y forestales, montes, prevención y defensa de los incendios forestales.

Presupuesto total: 179,996,95€; Subvención: 179,996,95€; Cofinanciación UE: 75% FEADER

Tabla de contenido

Memoria libre	1
EJECUCIÓN TÉCNICA.....	3
EJECUCIÓN DEL PLAN DE DIVULGACIÓN	5
TAREA 8.1. LOGO	5
TAREA 8.2. CARTEL.....	7
TAREA 8.3. INFOGRAFÍA	8
TAREA 8.4. TRÍPTICOS	12
TAREA 8.5. AUDIOVISUAL DE ANIMACIÓN.....	14
TAREA 8.6. WEBS Y RRSS.....	15
TAREA 8.7. NOTAS DE PRENSA.....	34
TAREA 8.8. ARTÍCULOS.....	43
TAREA 8.9. ORGANIZACIÓN EVENTOS	45
TAREA 8.10. PARTICIPACIÓN EN EVENTOS EXTERNOS RELACIONADOS	49
Anexo Técnico_Informe R1	53
Anexo Técnico_Informe R2	62
Anexo Técnico_Informe R3	65
Anexo Técnico_Informe R4	74
Anexo Técnico_Informe R5	94
Anexo Técnico_Informe R6	101
Anexo Técnico_Informe R7	113
Anexo Técnico_Informe R8	122
Anexo Divulgación 01_Manual identidad.....	131
Anexo Divulgación 02_Banners.....	148
Anexo Divulgación 03_Cartel A3	153
Anexo Divulgación 04_Infografía	155
Anexo Divulgación 05_Roll-up	159
Anexo Divulgación 06_Trípticos	161
Anexo Divulgación 07_Artículos.....	168
Anexo Divulgación 08_Primer jornada demostrativa	187
Anexo Divulgación 09_Segunda jornada demostrativa	194
Anexo Divulgación 10_Evento final	201
Anexo Divulgación 11_Presentaciones evento final	213

EJECUCIÓN TÉCNICA

La ejecución de los trabajos del grupo operativo Cogomelos+ ha permitido obtener información muy completa sobre las actividades de gestión adecuadas para combinar la productividad en madera y micológica en un pinar de plantación de *Pinus radiata* con edad de 32 años. En concreto se han conseguido los siguientes objetivos:

- Evaluación de la productividad de diferentes especies micológicas comercializables en función del tratamiento de clara después de 18 años de iniciados los tratamientos. Se han obtenido niveles promedio de productividad micológica de 60 kg/ha año en peso fresco de carpóforos de especies comercializables, cifra que sube a 64 kg/ha año si se consideran especies comestibles relevantes que no resultan comercializables. Los distintos tratamientos de clara parecen afectar a la productividad micológica, con valores superiores en las parcelas que se aclararon, aunque los resultados no son significativos, probablemente debido a que varias repeticiones de las parcelas testigo se ubican en borde de masa y su productividad micológica es relevante. Adicionalmente, especies como la lengua de vaca muestran altos niveles de productividad incluso en parcelas muy densas y con alto nivel de área basimétrica.

La disponibilidad de datos previos en algunas parcelas ha permitido alcanzar series de productividad de 5 temporadas, lo que permite calcular la variabilidad interanual de la productividad micológica, que resulta menor que la reportada en estudios de Castilla y León.

Las tareas necesarias para alcanzar este objetivo se han desarrollado con normalidad, desarrollándose todos los resultados en el “Anexo Técnico_Informe R6” que se adjunta en esta memoria.

- Evaluar la productividad en madera de los distintos regímenes de clara y los resultados de nuevas técnicas de inventario mediante sensores remotos por comparación con el inventario pie a pie tradicional. Estos dos objetivos se han alcanzado correctamente.

El último inventario de las 24 parcelas de 30×30 m establecidas para evaluación de la productividad maderera se llevó a cabo en enero de 2024, con una edad del pinar de 32 años. La evaluación de los resultados muestra una ventaja evidente de los tratamientos de clara más fuertes, tanto en la producción total del pinar como en la distribución por categorías dimensionales de la madera. Este resultado se aplica tanto al material genético neozelandés como al pinar procedente de material comercial gallego. Un desarrollo de mayor detalle de los resultados puede consultarse en el “Anexo Técnico_Informe R3” que se adjunta a esta memoria.

- Obtener una estimación de las diferencias de producción entre la zona acotada por cercado y el área abierta, que está sometida a recogida comercial habitual de boletos. El objetivo se ha cumplido totalmente, ya que tras la instalación del cercado se han conseguido realizar inventarios micológicos durante un periodo de 1,5 años, deduciéndose de la comparativa con el exterior del cercado que no hay diferencias significativas de productividad y que la recogida comercial podría estar afectando solo a algunas especies, como *Boletus edulis*.



No es recomendable por tanto el cercado de ciertas superficies como sistema de gestión para aprovechamiento micológico. Un mayor detalle de los resultados, con los valores numéricos derivados de las 12 parcelas en interior de cercado y las 12 restantes fuera de cercado, puede consultarse en el “Anexo Técnico_Informe R2” que se adjunta a esta memoria.

- Evaluar maquinaria manual de desbroce mediante martillos con tren de orugas en comparación con desbrozadoras clásicas de cadenas acopladas a tractor de vía estrecha y motodesbrozadoras, todo ello en desbroces bajo arbolado. El objetivo se ha cumplido totalmente, habiéndose evaluado varios robots de desbroce con tren de rodaje de orugas neumáticas y diferentes potencias, todo ellos en comparación con tractores estrechos, tractores grandes e incluso desbroce manual.

Los robots a radiocontrol muestran resultados esperanzadores en algunos de sus diseños, aunque la potencia debería ser superior a 40 CV para acometer los trabajos en áreas con mayor carga de matorral bajo arbolado. Esta potencia iría asociada a mayores pesos, lo que por otro lado podría suponer una mayor alteración del suelo. La ejecución del GO Cogomelos+ abre en este sentido una línea potencial de trabajo prometedora. Por otro lado, sin duda el desbroce manual es la operación que supone un mayor coste, con la dificultad adicional de disponer de operarios para su ejecución. Detalles de los resultados del proyecto están disponibles en el “Anexo Técnico_Informe R1”, que se adjunta a esta memoria libre.

- Evaluar económicamente la prolongación de 5 años del turno de Pinus radiata, con aprovechamiento intensivo de setas comerciales. La evaluación económica ha podido realizarse después de inventariar 24 parcelas de 900 m2 a una edad de 27 años y a una edad de 32 años. La prolongación del turno resulta rentable debido especialmente al incremento del valor de tasación de la madera en pie, que se incrementa en esos 5 años en 5377 €/ha en la procedencia gallega y en 6580 €/ha en la neozelandesa. A ellos habría que sumar el efecto de los ingresos posibles por recogida y comercialización de setas, que se han estimado en 169 €/ha año una vez determinada la distribución por calidades y por meses.

El VAN resulta positivo hasta un nivel de tasa de actualización de 7,5% (nivel de TIR), que llega incluso a 8,5% cuando se considera la productividad micológica. La relevancia económica de la producción micológica sería de un 15% de lo que supone la madera, cifra que puede resultar modesta, pero que entendemos puede ayudar a dinamizar la gestión de ellos pinares. Por otro lado, dado el interés que despiertan los hongos tanto en su aspecto de posibles comestibles como en su componente lúdica, los resultados obtenidos pueden ser representativos de los servicios ecosistémicos que los pinares proporcionan a la sociedad.

Detalles de los resultados del análisis económico abordado se incluyen en el “Anexo Técnico_Informe R5” que se adjunta a esta memoria libre.

- Testar el esquema selvícola PF1 y establecer mejoras para una mejor definición de tratamientos micoselvícolas en el marco de pino radiata. Los resultados del proyecto han permitido elaborar un “Anexo Técnico_Informe R7” con sugerencias de mejora para este modelo selvícola, que se ha adjuntado a esta memoria.
- Establecer unas directrices para incluir la productividad micológica en los instrumentos de ordenación y gestión forestal en Galicia. Se plantea como

conclusiones del proyecto las ideas a considerar en los proyectos de ordenación, donde la puesta en valor de aprovechamientos secundarios compatibles con la madera debe aportar un valor añadido que justifique la inversión en gestión. Se plantean varias posibilidades para obtener la información necesaria que permita a los técnicos redactores de los instrumentos de ordenación realizar una estimación razonable de la productividad micológica, que puede derivar tanto de valores modulares que la administración autonómica establezca en base a parcelas específicas, como de actuaciones de inventario que las propias empresas de servicios forestales establezcan, cargando los resultados en la aplicación XORFOR. Detalles adicionales se aportan en el “Anexo Técnico_Informe R8” que se adjunta a esta memoria.

- Evaluación de técnicas de inventario por fotogrametría con sensores remotos en un rango de densidades de arbolado adulto de pino radiata. Los resultados de nuevas técnicas de medición mediante sensores remotos han permitido evaluar el grado de precisión y los requisitos y parámetros necesarios para llevar a cabo la metodología correctamente. Se ha concluido que estos procedimientos solo suponen una venja en aquellas masas que cumplen los parámetros necesarios, que normalmente derivan de una gestión del pinar intensa. Los detalles de los resultados pueden consultarse en el “Anexo Técnico_Informe R4” que se adjunta a esta memoria.

EJECUCIÓN DEL PLAN DE DIVULGACIÓN

ACTIVIDAD 8. Ejecución del plan de divulgación. Julio 2022-Octubre 2024

El plan de divulgación fue ejecutado por FEUGA, entidad con amplia experiencia en actividades de comunicación y transferencia, con la colaboración de todos los miembros del GO. Las actividades de divulgación fueron dirigidas a montes vecinales en mano común, empresas forestales, madereras y productoras y comercializadoras de setas, investigadores, técnicos, administración y público en general. Se utilizaron canales virtuales, presenciales, y mixtos. El ámbito fue regional, estatal y/o europeo. Se elaboraron los siguientes materiales y se llevaron a cabo las acciones y/o actividades de comunicación y difusión que se indican a continuación.

TAREA 8.1. LOGO

Diseño del logo como “marca” del proyecto y uso en todas las comunicaciones relacionadas con el proyecto, materiales de difusión y eventos. Ámbito autonómico, nacional y europeo. Formato: mixto. Participantes: responsable FEUGA, todos colaboran.

Se llevó a cabo, entre todos los socios, el diseño de la imagen corporativa del proyecto, incluyendo el logo, el cual fue empleado en todas las comunicaciones relacionadas con el proyecto, materiales de difusión y eventos.

Anexo Técnico_Informe R1



Cogomelos+

INFORME ENSAYOS DE DESBROCE. GRUPOS OPERATIVOS COGOMELOS+ SERVITEC MEDIOAMBIENTE/USC. MARZO DE 2023

RESUMEN

Se ha procedido al ensayo de 3 máquinas de desbroce en el marco de un proyecto que pretende mejorar la gestión micoselvícola en pinares. Un tractor convencional se empleó para desbrozar los cortafuegos, indicándose su rendimiento a modo comparativo. Para el desbroce bajo arbolado se emplearon un tractor estrecho tipo frutero adaptado a trabajo forestal, de 100 CV y dotado de desbrozadora de cadenas y una desbrozadora accionada a radio control modelo RoboEVO, con tren de rodaje de cadenas de goma y elemento desbrozador frontal de eje horizontal dotado de martillos afilados.

La superficie desbrozada bajo pinar fue de 12,25 ha, en terreno pendiente inferior al 5%, ocupándose cada máquina de 5 zonas de trabajo. La vegetación de subpiso fue predominantemente zarza de gran desarrollo con abundante madera muerta caída, realizándose el desbroce en doble pasada por calles, pero sin cruzado. Se cronometraron los tiempos sin trabajo (NT), productivos (PW), preparatorios (PT) y de servicio (ST).

Los resultados indicaron unos rendimientos muy superiores del tractor frutero (4,3 h/ha) frente al RoboEVO (12,2 h/ha), aunque este último presentó ventajas por la escasa compactación del terreno debido a su menor peso y mayor superficie de sustentación, además de su mayor maniobrabilidad, lo que le permitió apurar más el desbroce a la fila de árboles. Se discute el potencial de las desbrozadoras accionadas a radiocontrol en montes de mayores pendientes y siempre que se pretenda reducir al máximo el impacto sobre el suelo, como ocurre en rodales de ata producción micológica.

INTRODUCCIÓN

En el marco del grupo operativo COGOMELOS+, financiado por AGACAL (FEADER 2022/048B, Incremento de la productividad micológica de los pinares gallegos COGOMELOS+) se desarrolló un ensayo de desbroce durante la segunda quincena de octubre de 2022 en el monte vecinal en mano común (MVMC) de Bóveda (Begonte, Lugo).

La actuación responde al objetivo del proyecto: Evaluar maquinaria alternativa de desbroce mediante martillos con tren de orugas en comparación con desbrozadoras clásicas de cadenas acopladas a tractor de vía estrecha y motodesbrozadoras, todo ello en desbroces bajo arbolado.

La aplicación de desbroces en plantaciones suele quedar restringida a los primeros años, reduciendo la competencia del matorral y el riesgo de incendio, facilitando además el acceso. Tras la tangencia de copas, los desbroces pueden realizarse por motivos específicos, como facilitar el acceso para realizar podas o reducir el riesgo de incendio, aplicándose en todos los casos siguiendo las calles de plantación.

En el caso que nos ocupa, la gestión para producción conjunta de madera y setas conlleva la necesidad de facilitar el acceso al monte para la recogida. En el monte objeto de estudio se ha observado una buena productividad micológica en parcelas desbrozadas, resultando impenetrables aquellas en que no se ha realizado desbroce en los últimos 3 años. La

vegetación de subpiso es predominantemente un zarzal de gran desarrollo, aspecto esencial que explica la dificultad de acceso.

En el caso que nos ocupa, se ha aplicado desbroce por trituración, operación consistente en la roza y trituración de la parte aérea de la vegetación en pie mediante tractores con aperos que portan piezas múltiples rotatorias que giran a gran velocidad y avanzan por el terreno golpeando las matas leñosas, rompiendo sus tallos cerca del suelo e introduciendo sus partes aéreas en tambores metálicos donde por reiteración del golpeteo resultan trituradas (Navarro-Garnica et al. 1977).

(15) (PDF) Capitulo 13 Tratamientos sobre la vegetación. Available from: https://www.researchgate.net/publication/357998819_Capitulo_13_Tratamientos_sobre_la_vegetacion [accessed Mar 15 2023].

El objetivo del estudio es determinar los tiempos y rendimientos de distinta maquinaria de desbroce, considerando tanto tractores convencionales con apero desbrozador o triturador como una máquina accionada por radiocontrol.

MATERIAL Y MÉTODOS

Maquinaria empleada. Para los desbroces bajo arbolado se emplearon un tractor estrecho de 100 CV de potencia (en adelante tractor frutero) y una desbrozadora con accionamiento por radio control, en adelante RoboEVO. Los cortafuegos se desbrozaron con un tractor John Deere 6130M, indicándose los rendimientos a modo comparativo, aunque en este caso se desbrozó sobre terreno completamente desarbolado.

En la tabla 1 se presentan las principales características de la maquinaria empleada, que puede observarse en la Figura 1.

Tratamiento	Marca	Modelo	Potencia motor (CV)	Anchura (m)	Peso (t)	Tren rodaje
Tractor frutero	Lamborghini	F-100 Plus	100	1,96	2,56	4WD
Robot	Energreen	RoboEVO	40	1,3	1,5	Cadenas de goma
Tractor convencional	John Deere	6130M	144	2,5	5,8	4WD

Tabla 1. Maquinaria empleada para el desbroce, indicando marca y modelo, características generales, potencia y dimensiones



Figura 1. Imagen de las tres máquinas ensayadas en el estudio. A la izquierda el tractor frutero, tractor convencional arriba a la derecha y RoboEVO abajo

En la tabla 2 se detallan el apero o implemento de desbroce usado, indicándose la marca y modelo y el elemento cortante o de desbroce.

Tratamiento	Posición apero	Eje	Marca	Modelo	Elemento de desbroce
Tractor frutero	Trasera	Vertical	TMC Cancela	D3 160	4 cadenas
Robot	Delantera	Horizontal	Energreen	Forestry 130H	Martillos afilados
Tractor convencional	Delantera	Horizontal	TMC Cancela	TDR 200	Martillos romos

Tabla 2. Aperos y elemento de desbroce usado en las 3 máquinas ensayadas

Como novedad más evidente de este trabajo, se ha ensayado el empleo de una máquina con radio control, por tanto sin cabina, fabricada por Energreen. Se trata en concreto del modelo RoboEVO, con potencia intermedia (40 CV) respecto a la serie fabricada. El diseño sin cabina y el tren de rodaje de cadenas le permite una buena maniobrabilidad y la capacidad para actuar en áreas de muy elevada pendiente, incluso en curvas de nivel (<https://en.energgreen.it/green-maintenance-machines-energgreen/robo-remote-controlled-tool-carriers/>). Cabe indicar que el tractor frutero presenta diversas adaptaciones para el trabajo forestal, en particular las barras antivuelco.

Área de trabajo. La superficie total desbrozada en el ensayo fue de 15,6 ha, de las que 3,35 ha correspondieron a cortafuegos (figura 2). El resto de la superficie corresponde a un pinar de pino radiata de 30 años, plantado a un marco aproximado de 3×2,5 m. La realización

progresiva de claras y la mortalidad del arbolado ha reducido la densidad, siendo las líneas de plantación todavía plenamente visibles, con una orientación general N-S.



Figura 2. Distribución de zonas de trabajo del RoboEVO (5 zonas, en verde) y del tractor frutero (5 zonas, en amarillo)

Las zonas de trabajo se distribuyeron considerando los rodales existentes, limitados por cortafuegos y el tipo de vegetación a desbrozar. Esta en general estaba constituida por un zarzal de gran desarrollo (1,5 m de altura), mientras que en el extremo oriental del monte el subpiso del pinar albergaba matorral de mayor desarrollo, formado por tojo, retama y carquesa (*Ulex europaeus*, *Cytisus scoparius* y *Pterospartum tridentatum*). Existen abundantes árboles caídos, la mayor parte de los mismos tras morir previamente en pie, presentando distintos grados de descomposición. Algunos árboles han caído estando vivos debido al efecto de tormentas, lo que supuso una mayor dificultad para ejecutar el desbroce. La pendiente es en todos los rodales inferior al 5%. Existe muy poca abundancia de piedras en todas las zonas de trabajo.

El trabajo bajo arbolado supuso una doble pasada por cada calle, de ida y de vuelta, al presentar los aperos usados un ancho claramente inferior al de la propia calle (2,4 m en promedio, al descontar el espacio ocupado por los árboles). No se realizó un desbroce cruzado. Los cronometrajes correspondieron a cada una de las 5 zonas de trabajo asignadas a cada máquina, lo que, junto con la superficie de cada zona, permitió asignar valores de tiempos (h/ha) a cada zona, contándose por tanto con un total de 5 repeticiones.

Tiempos considerados. Se ha empleado una versión simplificada del procedimiento de evaluación de tiempos y rendimientos de IUFRO (Bjorheden et al, 1995). Se estudiarán exclusivamente los tiempos en el lugar de trabajo (Workplace times WT), distinguiéndose:

- Tiempo sin trabajo (non-work time): NT. Derivado de interrupciones relacionadas o no con las tareas a realizar. Inclemencias meteorológicas, recopilación de

información, accidentes, paradas para descanso, comidas o tiempo personal, interferencias con otras operaciones.

- Tiempo de trabajo (work time, WT). Se subdivide en:
 - Tiempo productivo (PW). Incluye el trabajo en sí de desbroce)
 - Tiempos indirectos o de soporte (SW), que serán de dos tipos:
 - Preparatorio (PT). Incluye transporte entre áreas de actuación, planificación o movimientos de la máquina sin realizar desbroce
 - Servicio (ST). Incluirá reparaciones, mantenimiento o repostaje.

El procedimiento es una simplificación de las definiciones que se aportan en las metodologías internacionales indicadas.

RESULTADOS

Los resultados generales obtenidos se muestran en la figura 3. Los resultados sobre tiempo sin trabajo (NT) mostraron valores promedio mayores en el robot accionado por radio control, aunque la gran variabilidad entre rodales resultó en que no se detectaron diferencias significativas entre ambas máquinas ($p=0,154$). Este tiempo representó alrededor de un 20% del total empleado (ver figura 3), cifra que se cumplió aproximadamente en ambas máquinas. El desglose indica que, en su mayoría, estos tiempos corresponden a comida y descanso o bien a atascos del elemento desbrozador. A modo comparativo, el tiempo sin trabajo del tractor convencional en los cortafuegos fue de 0,54 h/ha.

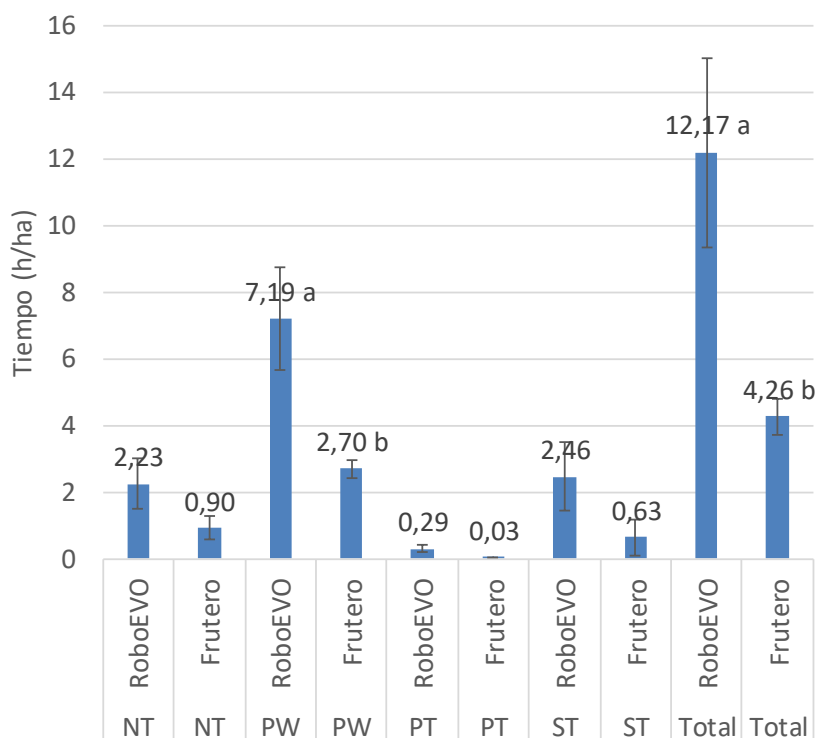


Figura 3. Tiempos promedio (h/ha) y error típico (barras) para los distintos tiempos estudiados en ambas máquinas. Diferentes letras indican diferencias significativas considerando el test de Tukey

En relación al tiempo de desbroce efectivo (PW), se observaron diferencias significativas ($p=0,0218$) entre ambas máquinas, con un rendimiento claramente favorable al tractor frutero. El RoboEVO presentó una gran variabilidad de tiempos productivos de unas a otras

repeticiones (rango de 4,4 a 12,3 h/ha), como resultado de la dificultad en triturar la vegetación más leñosa que dominaba en dos de las repeticiones. El porcentaje del PW respecto al total fue del 59% en el RoboEVO y de un 64% en el frutero (ver figura 3), lo que resulta significativo de una mayor eficiencia en este último. Trabajando en cortafuegos, el PW del tractor convencional arrojó valores (3,16 h/ha) superiores al del tractor frutero.

Los tiempos preparatorios (PT) cronometrados fueron los que tuvieron menor relevancia respecto del tiempo total (ver figuras 2 y 3), sin que se encontrasen diferencias significativas entre ambas máquinas, aunque las medias resultaron muy diferentes. En general correspondieron a cambios de área de trabajo o planificación, resultando muy relevantes en el caso del RoboEVO las maniobras de esquiva de madera muerta, dada su menor capacidad para superar los troncos caídos, debido a la escasa altura de las cadenas.

Con respecto a los tiempos de servicio (ST) y aunque las diferencias no resultaron significativas debido a la enorme variabilidad entre zonas de trabajo para cada máquina, se observaron promedios 4 veces superiores en el RoboEVO que en el tractor frutero (ver figura 2), siendo este tiempo relevante para el cálculo del tiempo total de trabajo, al suponer un 20% del total en RoboEVO y un 15% en el frutero (ver figura 4). El desglose corresponde a tiempos de reparación, mantenimiento y repostaje, siendo los primeros los más importantes en ambas máquinas. Para el tractor frutero se consideró un tiempo estimado de repostaje, ya que podía llegar al tajo con el depósito lleno, teniendo una autonomía que le permite trabajar la jornada completa, circunstancia que no se produce en el RoboEVO. Cabe indicar a modo comparativo que el desbroce de cortafuegos por tractor convencional supuso tan solo 0,19 h/ha conjuntamente en PT y ST.

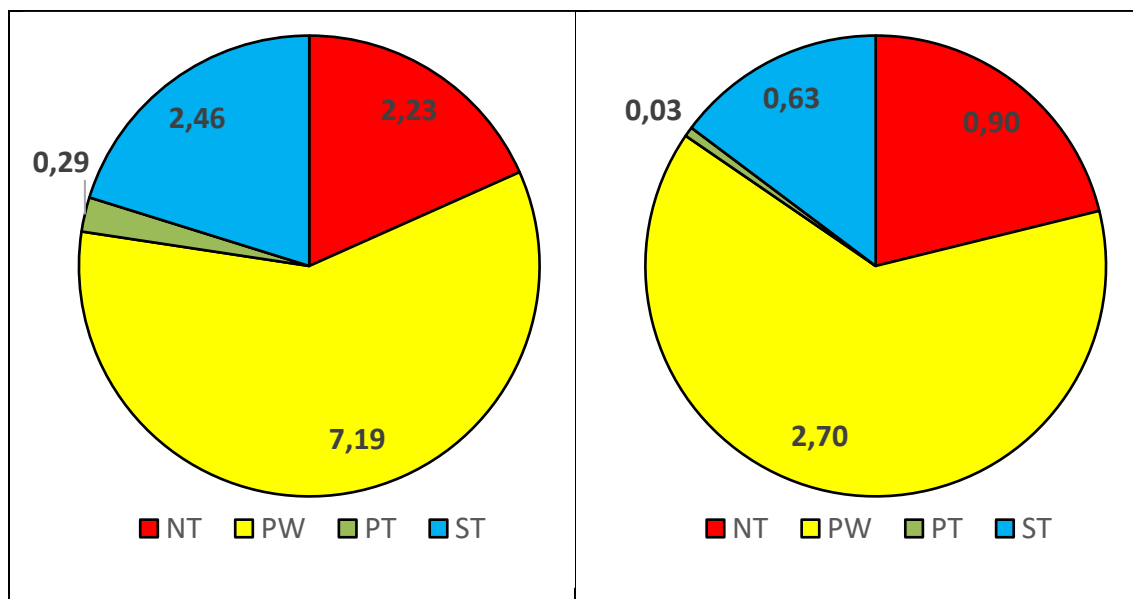


Figura 4. Distribución de tiempos de trabajo para el RoboEVO (izquierda) y para el tractor frutero (derecha)

DISCUSIÓN

La comparativa de rendimientos con otros estudios de tiempos o referencias generales de unidades de obra de empresas y administraciones resulta especialmente compleja, ya que los rangos que se aportan son a menudo muy amplios. Así, Serrada et al (2022) indican, en

desbroces de matorral sin arbolado, rendimientos de 6,4, 15 o incluso 25h/ha para fracción de cubierta >80% y pendiente<10%.

Para desbroces de matorral bajo arbolado, la información de rendimientos de desbroce o costes es muy escasa y la información recopilable tiene una gran variabilidad. Así, en actuaciones de prevención de incendios en la Comunidad Valencia, el rango que se puede deducir de los valores de coste que aportan Arrieta et al (2014) sería de 4 a 20 h/ha. Sin duda la variabilidad se debe a las diferentes cargas y estados de desarrollo del arbolado.

El contexto del monte que nos ocupa es el de un pinar adulto, con subpiso predominantemente de zarza, que se ha desbrozado por calles de forma no selectiva. Como vegetación de subpiso, las zarzas son especies bienales, capaces de soportar un elevado nivel de sombra. Tras la germinación de una planta, se forma un tallo inicial arqueado o primocaña, capaz de enraizar en otoño a partir del ápice al tocar el suelo. Durante el segundo año se forman las cañas secundarias o fructíferas, a partir de yemas situadas a lo largo de la primocaña. Nuevas plantas se individualizan a partir del extremo de las cañas iniciales, comportándose de forma independiente a partir de los 9 meses. La planta inicial muere y queda seca tras la fructificación de su segundo año (Taylor, 2005). Esta pauta de desarrollo, junto con la abundancia de aguijones, explica la formación de macollas densas prácticamente impenetrables. Por otro lado, como vegetación de subpiso es representativa de buenas calidades de estación.

Los resultados generales indican una eficiencia superior del tractor frutero en el desbroce bajo arbolado respecto al RoboEVO, si bien varias circunstancias del sitio de ensayo explican este resultado y permiten ponerlo en contexto.

1. La pendiente del terreno es prácticamente nula, lo que facilita la labor del tractor frutero y reduce los riesgos sobre el tractorista por efecto de posibles vuelcos del tractor. Debe considerarse en este punto que el RoboEVO presenta un centro de gravedad muy bajo y capacidad para mantenerse estable incluso en pendientes superiores al 100% (119% según el fabricante).
2. El RoboEVO permite apurar mucho más el desbroce a la línea de árboles, dejando una banda muy estrecha sin desbrozar a lo largo de dichas alineaciones. Adicionalmente, en caso de que se pretendiese cruzar el desbroce, la maniobrabilidad del RoboEVO facilitaría la operación respecto del tractor frutero.
3. Buena parte de los tiempos sin trabajo derivados de atascos o de los tiempos de servicio necesarios para reparaciones del RoboEVO, derivan de que la potencia considerada es un nivel intermedio a bajo dentro de la serie del fabricante, lo que limita la capacidad de desbroce con vegetación más leñosa o zarzas de mayor desarrollo. Sería por tanto conveniente ensayar el modelo RoboMAX, de 100 CV.
4. Al ser el RoboEVO un dispositivo relativamente novedoso, el grado de optimización del ajuste técnico de los aperos y el grado de pericia del maquinista, seguramente ha redundado en unos tiempos mayores de servicio y reparación. Este posible sesgo en la evaluación posiblemente disminuirá conforme estas tecnologías de desbroce sean más comunes.
5. La alteración por compactación del suelo debido al desbroce es mucho menor en el caso del RoboEVO, como resultado de un reparto de menor peso en la superficie de las cadenas. El peso total del tractor frutero con el apero ronda las 3 t, mientras que el RoboEVO repartiría sus 1,5 t en una superficie de cadenas de goma no inferior a 9000 cm², lo que supondría un valor promedio de 0,17 kg/cm², muy inferior a los habituales en tractores o a los establecidos como límite (0,70 kg/cm² por el CTBA en Francia).

Referencias.

Arrieta, J.A. et al, 2014. Hacia una mejor gestión de los montes a través de la ordenación forestal enfocada a la obtención de biomasa y prevención de incendios (el caso del Macizo de Caroig). Iberdrola. 200 pp

Björheden R, Apel K, Shiba M, Thompson MA (1995) IUFRO forest work study nomenclature. Department of Operational Efficiency, Swedish University of Agricultural Science, Garpenberg, p 16.

Navarro-Garnica M, Molina J, Montero de Burgos J(1977) Técnicas de forestación. 1975. Madrid

Serrada, R., Navarro Cerrillo, M^a., Gómez Mampaso, V., Ocaña Bueno, L., Pemán, J. 2022. Tratamiento sobre la vegetación. En: Bases técnicas y ecológicas del proyecto de repoblación forestal (Tomo 1). Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO).

Taylor, K., 2005. Biological Flora of the British Isles: *Rubus vestitus* Weihe. Journal of Ecology 93, 1249–1262

Anexo Técnico_Informe R2



Cogomelos+

INFORME R2. EFECTO DEL ACOTADO MEDIANTE CERCADO EN LA PRODUCCIÓN DE SETA COMERCIALIZABLE E IMPLICACIONES DE CARA A LAS DECISIONES DE ACOTAMIENTO EN MONTES VECINALES EN MANO COMÚN

Una vez realizados todos los inventarios micológicos previstos en el proyecto, el número de parcelas y temporadas en las que pueden compararse las productividades dentro y fuera del cercado son las siguientes:

- 12 parcelas establecidas dentro del cercado (1C a 12C), evaluadas durante la última temporada 2023/24, aunque comenzaron a inventariarse ya el 12/04/2023, por lo que 6 visitas de primavera de 2023 corresponderían a la temporada anterior (2022/23).
- 12 parcelas fuera del cercado, que se evaluaron durante el mismo periodo

Se han evaluado la productividad de las siguientes especies:

- Especies comercializable en aplicación del Real Decreto 30/2009, de 16 de enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario: *Boletus pinophilus*, *Boletus edulis*, *Hydnum repandum*, *Lactarius quieticolor*, *Imleria badia*, *Suillus luteus* y *Tricholoma portentosum*.
- Especies comestibles, aunque no incluidas en el real decreto anterior: *Clitopilus prunulus* y *Laccaria amethystina*.

El número de visitas realizadas fue de 42, totalizando 1008 inventarios de parcelas.

Los ejemplares recogidos en cada inventario se pesaban en fresco, midiéndose adicionalmente los diámetros. La productividad de cada campaña y para cada parcela se puede determinar sumando el peso de los carpóforos de todas las visitas correspondientes. El total de valores de productividad (en kg/ha año) ha sido por tanto de 56, lo que puede además desglosarse por especies.

En el caso de las parcelas dentro de cercado se dispone de 6 visitas adicionales en primavera de 2023, que corresponden a la temporada 2022/23, que estaría claramente incompleta, por lo que no se han considerado para el cómputo de la productividad por temporadas. Esa información resulta sin embargo útil para la comparativa de producciones primaverales de *Boletus pinophilus*.

Efecto del cercado

El análisis del efecto conjunto de los tratamientos (cercado y tipos de clara) se ha realizado mediante un ANOVA de dos vías, aplicado exclusivamente para la temporada 2023/24, única disponible tanto fuera como dentro del cercado, sin que se hayan detectado diferencias significativas para el cercado. Los promedios de productividad son de hecho bastante similares, 75,8 kg/ha año dentro del cercado, siendo de 78,1 kg/ha año fuera del cercado. Dada la importante variabilidad de producciones de unas parcelas a otras, las diferentes especies tampoco mostraron diferencias significativas, salvo en el caso de *Suillus luteus* (p=0,034), cuya producción fuera del cercado fue significativamente superior.

Productividad	Fuera de cercado	Dentro de cercado
Total comercial	75,1 (σ =36,7, rango 23,6-139,5)	73,8 (σ =44,5, rango 28,0-147,6)
<i>Boletus pinophilus</i>	34,5 (σ =28,4, rango 0-81,2)	22,8 (σ =30,9, rango 0-89,7)

<i>Hydnum repandum</i>	14,3 ($\sigma=18,5$, rango 0-59,4)	24,7 ($\sigma=21,9$, rango 0-61)
<i>Lactarius quieticolor</i>	9,6 ($\sigma=19,3$, rango 0-68)	7,2 ($\sigma=10,4$, rango 0-33,6)
<i>Suillus luteus</i>	7,1a ($\sigma=9,7$, rango 0-28,7)	1,2b ($\sigma=2,6$, rango 0-9,1)
<i>Boletus edulis</i>	3,6 ($\sigma=5,2$, rango 0-13)	10,3 ($\sigma=13,6$, rango 0-47,2)
<i>Imleria badia</i>	5,7 ($\sigma=9,9$, rango 0-34,8)	7,6 ($\sigma=6,5$, rango 0-21,3)
<i>Tricholoma portentosum</i>	0,66 ($\sigma=1,15$, rango 0-3,45)	0,03 ($\sigma=0,08$, rango 0-0,25)

Tabla 4. Comparativa de productividad micológica dentro y fuera del cercado para la temporada 2023/24 (n=24). Letras diferentes indican diferentes grupos según el test de Tukey.

Dado que las diferencias entre la productividad de la zona cercada a la zona abierta pueden atribuirse a la recolección con fines de uso propio o comercial, realizada en la zona, de la información recogida se desprende que dicha actividad por parte de terceros no tiene un impacto relevante en el inventario de productividad total comercializable que se está aplicando en el área abierta.

Sin embargo, el análisis por especies, aunque arroje resultados no significativos, sí que indica una menor productividad de *Boletus edulis* fuera de cercado (2,9 veces inferior en el área abierta), lo que quizás podría derivarse de que esta es la especie más conocida por los recolectores. Los recolectores comerciales reconocen y recogen habitualmente ambas especies de *Boletus* al mismo tiempo, pero el impacto de recolección no puede establecerse al presentar la zona abierta una mayor productividad de esta especie que el área cercada.

La recolección comercial también podría estar incidiendo sobre *Hydnum repandum*, especie de muy fácil identificación y cuya productividad dentro del cercado resulta ser 1,7 veces superior a la que se registra en el área abierta. Para el resto de especies no parece de ningún modo que pueda intuirse una recogida comercial relevante.

Implicaciones de cara a la decisión de acotamiento de los montes

No parece en este caso que la presión recolectora sea lo suficientemente intensa como para acometer actuaciones de cercado, que suponen una inversión relevante en el monte. El cercado podría justificarse si el aprovechamiento micológico y maderero se combina con el pastoreo en extensivo, para lo cual el cercado tendría una utilidad evidente.

Anexo Técnico_Informe R3



Cogomelos+

INFORME 3. Evaluación de la productividad en madera a 32 años en los distintos regímenes de clara: productividad total, arbolado en corta final y calidad de la madera USC/SERVITEC MEDIOAMBIENTE. MAYO DE 2024

RESUMEN

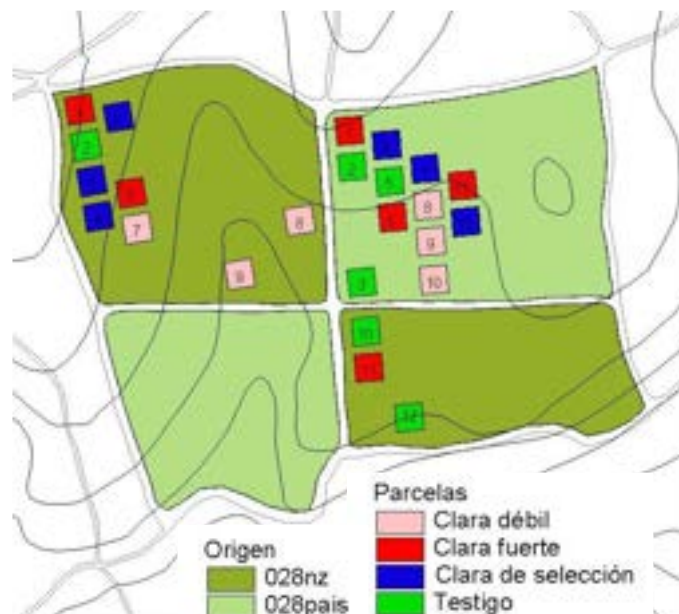
Se presentan los resultados de la medición final a los 32 años de 24 parcelas de pino radiata que corresponden a dos procedencias y en las que se han ensayado 4 tratamientos de clara, con 3 repeticiones por tratamiento y procedencia. La procedencia neozelandesa mostró mejores resultados de índice de sitio (IS) y mayor producción en volumen, tanto de la masa principal (volumen en pie a los 32 años), como de la masa total (volumen acumulado producido). Los tratamientos han tenido un efecto significativo sobre el área basimétrica en pie, que resulta muy superior en las parcelas testigo, aunque el nivel global es siempre elevado, por encima de 40 m²/ha para todas las parcelas. La densidad de arbolado toma valores que quedan muy condicionados por el tratamiento, aunque los valores siguen siendo muy altos, en general, lo que se traduce en valores bajos del índice de Hart-Becking. La producción total en volumen, contabilizando las claras previas, se comportó mejor en las parcelas aclaradas, con las parcelas testigo siempre en los peores niveles de productividad total, lo que deriva de la mortalidad natural que progresivamente se va produciendo. Globalmente para la procedencia neozelandesa se alcanza un crecimiento medio de 22,0 m³/ha año y para la gallega de 18,8. Las dimensiones medias del arbolado y los diámetros dominantes fueron mayores en las parcelas aclaradas, especialmente en los tratamientos con claras más fuertes.

INTRODUCCIÓN

En el marco del grupo operativo COGOMELOS+, financiado por AGACAL (FEADER 2022/048B, Incremento de la productividad micológica de los pinares gallegos COGOMELOS+) se efectuó un inventario final de las 24 parcelas del proyecto durante enero de 2024, en el monte vecinal en mano común (MVMC) de Bóveda (Begonte, Lugo).

La actuación responde al objetivo del proyecto: 2. Evaluar la productividad en madera de los distintos regímenes de clara y los resultados de nuevas técnicas de inventario mediante sensores remotos por comparación con el inventario pie a pie tradicional. En el presente informe se presentan los resultados derivados del inventario pie a pie tanto en las parcelas de la procedencia neozelandesa como en las de procedencia gallega.

El área de estudio está formada por 4 rodales separados por cortafuegos y que totalizan unas 20 ha, en forma de cuatro cuadrantes (ver Figura 1). En sentido horario, los cuadrantes 1 y 3 corresponden a material mejorado neozelandés, mientras que los cuadrantes 2 y 4 corresponden a semilla del país (en adelante, Galicia). Se han instalado parcelas en los cuadrantes 1, 2 y 3, totalizando 24 parcelas, 12 en cada procedencia y con 3 repeticiones por tratamiento y procedencia, en un diseño de bloques completos al azar.



MATERIAL Y MÉTODOS

Tratamientos. Los rodales de pino radiata objeto de estudio derivan de plantación realizada en primavera de 1992. Se han aplicado 4 tratamientos de clara: testigo sin clara, clara débil, clara fuerte y clara de selección, con dos intervenciones aplicadas a los 11 y 18 años de edad. En la primera clara los tratamientos se diseñaron con el objetivo adicional de homogeneizar las condiciones de partida, lo que explica algunas extracciones muy ligeras en las parcelas testigo.

Al menos en la segunda clara, el objetivo en cuanto a porcentaje de área basimétrica extraído fue de un 15-20% para la clara débil y del 25-30% para ambos tipos de claras fuertes (clara fuerte por lo bajo y clara fuerte con selección de pies de porvenir). En la tabla 1 se definen los tratamientos realmente aplicados empleando el peso de clara en términos de volumen (Ve/V , %) y el volumen del árbol medio extraído (Ve_u , dm^3).

Tratamiento	Tipo de clara	Clara a los 11 años		Clara a los 18 años	
		Ve/V (%)	Ve_u (dm^3 /pie)	Ve/V (%)	Ve_u (dm^3 /pie)
Testigo	Sin clara	0,6	30	0	0
Clara débil	Clara por lo bajo (selección negativa) y de peso débil-moderado	9,7	31	17,6	168
Clara fuerte	Clara por lo bajo (selección negativa) y de peso fuerte	20,0	40	28,3	224
Clara de selección	Clara con selección de pies de porvenir (selección positiva) y de peso fuerte	22,3	70	24,6	272

Se aprecian diferencias notables en cuanto al peso de clara, con niveles similares en ambas claras fuertes, intermedios en la clara débil y prácticamente nulos en las parcelas

testigo. El volumen del árbol medio extraído permite discernir entre la clara fuerte (de selección negativa, lo que supone eliminar el arbolado de menor desarrollo) y la clara de selección: en esta última los árboles extraídos son un 21% más voluminosos en la segunda clara. Este hecho deriva de la forma de ejecución de estas claras de selección, en las que se retiraba el arbolado que competía directamente con los pinos previamente señalados como de porvenir.

Adicionalmente se muestra en la tabla 2 el peso de clara evaluado en términos de porcentaje de pies extraído (Ne/N , %) y el índice SG, definido como el peso de clara en términos de volumen dividido por el peso en términos de número de pies. Se aprecia una diferencia evidente entre la clara fuerte y la de selección, con valores de SG en esta última muy superiores, aunque no puede llegar a considerarse una clara por lo alto, al quedar los valores muy por debajo de 1.

Tratamiento	Tipo de clara	Clara a los 11 años		Clara a los 18 años	
		Ne/N (%)	SG	Ne/N (%)	SG
Testigo	Sin clara	0,8	-	0	-
Clara débil	Clara por lo bajo (selección negativa) y de peso débil-moderado	26,8	0,36	40,4	0,44
Clara fuerte	Clara por lo bajo (selección negativa) y de peso fuerte	43,9	0,46	51,1	0,55
Clara de selección	Clara con selección de pies de porvenir (selección positiva) y de peso fuerte	28,7	0,78	35,5	0,69

Inventarios. Se presentan los resultados derivados de los dos últimos inventarios, en noviembre de 2021 (en adelante, inventario de 2021) y en enero de 2024 (en adelante referido como inventario de 2023, para recalcar el hecho de que han pasado dos periodos de crecimiento desde el inventario anterior). La edad del rodal en el inventario de 2021 era de 30 años (periodos completos de crecimiento) y en el inventario de 2023 de 32 años. Para los cálculos se han empleado asimismo los valores de madera extraída previamente en las claras. En las figuras de evolución del área basimétrica en pie se han usado los resultados derivados de inventarios previos.

Las 24 parcelas disponibles, con dimensión de 30x30 m, se midieron pie a pie, determinándose el diámetro en cruz con aproximación al mm y la altura con hipsómetro vertex y aproximación al dm. Se empleó un estadillo específico en el que las mediciones de 2023 se pudieron contrastar con las de 2021, remidiendo las alturas en el caso de árboles que no presentaban aparentemente la copa rota. El estado de cada árbol se anotó con el código: R-copa rota, MOR-moribundo y M-muerto en pie.

En los diferentes inventarios se ha observado el proceso progresivo de mortalidad natural característico de una especie con necesidad de luz, como *Pinus radiata*. Los árboles sumergidos pasan progresivamente a una situación de individuos moribundos. Las roturas de copa parecen ser más frecuentes en este tipo de árboles, caracterizados por su gran esbeltez, a pesar de que su altura es inferior a la media. La evaluación del arbolado muerto se ha centrado precisamente en esos pies ya sin acículas pero todavía en pie, que pueden

permanecer durante varios inventarios, en general sin que pierdan la corteza, pero afectados progresivamente por pudriciones de la madera que terminan con su caída.

En caso de roturas del fuste, lo que afecta sobre todo a arbolado muerto, pero también a arbolado vivo, la altura del árbol se ha evaluado hasta la sección de rotura, considerando que esa madera sería todavía aprovechable. Ello supone una subestimación de volúmenes al aplicar las ecuaciones de cubicación, que se ha considerado aceptable para quedar del lado de la seguridad. No se ha evaluado la madera muerta caída al suelo.

Cálculos y análisis estadístico. A partir del inventario pie a pie se han determinado las principales variables dasométricas de masa, de la forma indicada en la tabla:

Variable	Notación	Comentario
Densidad de pies	N	Número de pies por ha, contabilizando los vivos y los muertos en pie
Pies muertos	M	Número de árboles muertos en pie por ha
Área basimétrica	G	Suma de las secciones normales por ha, incluyendo muertos en pie
Altura dominante	H ₀	Promedio de alturas de los 9 pies más gruesos en cada parcela de 900 m ² (corresponde a los 100 pies más gruesos por ha)
Volumen de madera	V	Volumen de fuste por ha, calculado a partir del aplicativo de cubicación TCCP. Incluye en volumen de madera muerta en pie
Volumen de la masa total	VMT	Volumen total producido por ha contabilizando el arbolado en pie y las extracciones previas en clara
Diámetro dominante	D ₀	Diámetro promedio de los 9 pies más gruesos por parcela (100 pies más gruesos por ha)
Índice de sitio	IS	Indica de calidad de estación evaluado como la altura dominante

RESULTADOS

Alturas dominantes e índices de calidad de estación. Los resultados obtenidos son muy superiores para la procedencia neozelandesa, por lo que en la tabla 1 se indican los valores separados por procedencias, tanto para la altura dominante como para el índice de sitio.

Procedencia	H ₀ (m)	Rango H ₀	IS	Rango IS
Nueva Zelanda	34,9 (1,14)	33,1-37,0	26,5 (0,98)	24,9-28,2
Galicia	32,1 (1,36)	30,4-34,1	24,0 (1,17)	22,6-25,7

Se aprecia que la procedencia neozelandesa presenta en promedio un IS superior al máximo que habitualmente se considera en las curvas de calidad para *Pinus radiata* en Galicia (IS=26 m), lo que resulta indicativo de la alta productividad de los rodales.

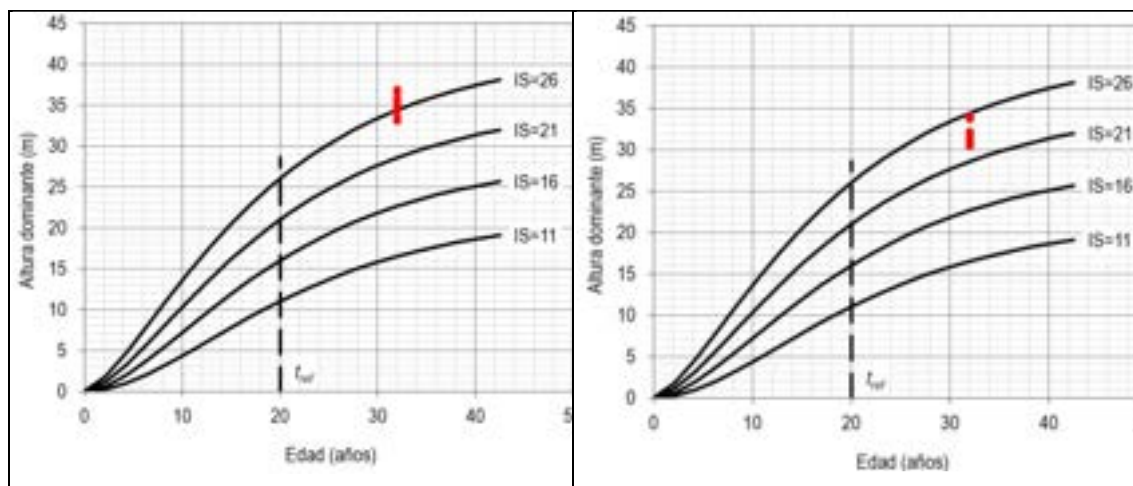
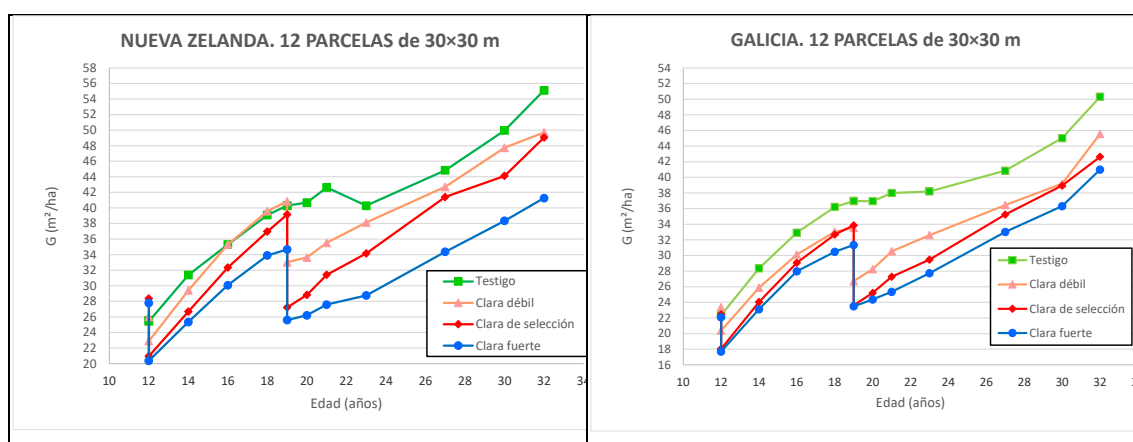


Figura . Índices de sitio de las parcelas de Nueva Zelanda (izquierda) y las de procedencia gallega (derecha)

Las alturas medidas en el inventario de 2023 suponen un incremento de 25 cm con respecto al inventario de 2021. En esa cifra se computan los árboles cuya altura se redujo debido a roturas de copa, que representan un 34,4% del total. En el inventario de 2023, se midieron 18 árboles de más de 38 m de altura, de los que 4 superaron los 40 m.

Evolución de áreas basimétricas.



No hay diferencias significativas entre procedencias. Sí que hay un efecto significativo del tratamiento ($p=0,0153$). Para las dos procedencias conjuntamente, la clasificación de medias indica un grupo a para el testigo ($G=52,7 \text{ m}^2/\text{ha}$), con un grupo ab para clara débil ($G=47,6 \text{ m}^2/\text{ha}$), grupo ab para clara fuerte ($G=45,8 \text{ m}^2/\text{ha}$) y grupo b para clara de selección ($G=41,1 \text{ m}^2/\text{ha}$). Esto significa que en promedio las parcelas testigo presentan un 28% más de área basimétrica que las de clara de selección.

Tras las claras no resulta apreciable una tendencia convergente de la evolución de las áreas basimétricas en los distintos tratamientos, manteniéndose en general las diferencias que derivan de las claras. A pesar de las diferencias entre tratamientos que se indican, debe considerarse que los rodales de estudio mantienen unos niveles de G elevados, siempre por encima de $40 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Densidad y madera muerta.

El Tratamiento tiene un efecto muy significativo ($p < 0,0001$) sobre la densidad de arbolado en pie (considerando también el arbolado muerto en pie), sin que exista un efecto de la procedencia. La clasificación de medias de Tukey indica un primer grupo con las parcelas testigo ($N=769a$) separado netamente del resto. En clara débil la densidad media es de 525 pies/ha, en clara de selección de 426 pies/ha y en clara fuerte de 417 pies/ha. Estos tres tratamientos corresponderían al mismo grupo de la clasificación de medias.

La rapidez de crecimiento en altura en ambos rodales hace que el índice de Hart-Becking tome valores muy bajos, lo que es indicativo de muy elevados niveles de densidad. El índice queda afectado de forma muy significativa por el tratamiento ($p < 0,0001$), con valores promedios de 11,0 para el tratamiento testigo. El valor promedio más alto corresponde a la clara fuerte ($IH=14,8$) y sigue siendo un valor muy bajo e indicador de que se debería haber realizado una intervención de clara adicional.

Tratamiento	Densidad (pies/ha)	IH
Testigo	769a	11,0c
Clara débil	524b	12,8b
Clara fuerte	417b	14,8a
Clara de selección	426b	14,6a

En referencia a la presencia de madera muerta en pie, se han analizado dos variables: el porcentaje de árboles muertos y el volumen de madera muerta en pie (VM, m^3/ha). En ambos casos se detecta un efecto muy significativo del tratamiento ($p < 0,0001$ y $p = 0,0197$, respectivamente). No hay efecto significativo de la procedencia ni de la interacción.

Tratamiento	Árboles muertos (%)	Volumen madera muerta (m^3/ha)
Testigo	31,0 a	38,3 a
Clara débil	24,4 a	37,4 a
Clara fuerte	9,5 b	16,2 b
Clara de selección	17,0 c	23,3 ab

El rango de valores de VM es de 3,8 a 55,9 m^3/ha . Las 6 parcelas testigo superan sin excepción los 30 m^3/ha . El porcentaje de volumen de madera que corresponde a arbolado muerto en pie oscila entre el 0,5% y el 10%.

Volumen en pie y volumen de la masa total

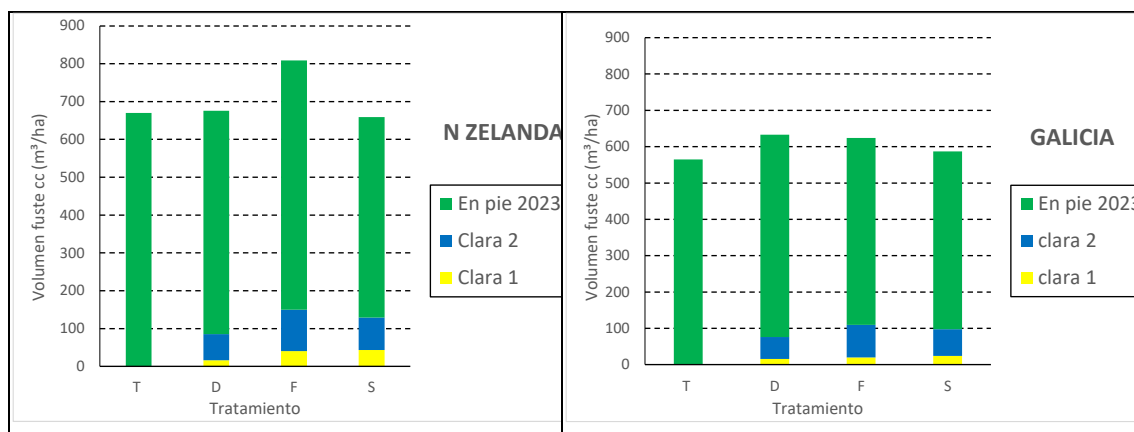
El ANOVA indicó diferencias significativas entre procedencias tanto para el volumen en pie ($p = 0,0157$) como para el volumen de la masa total ($p = 0,0082$). Los diferentes tratamientos no pueden declararse diferencias significativas, aunque la pauta resulta evidente atendiendo a la tabla siguiente: las parcelas testigo albergan el mayor volumen en pie, pero siempre quedan a la cola de la producción total contabilizando las claras previas (volumen de la masa total). Esta situación se produce además en ambas procedencias.

	Procedencia NZ	Procedencia Galicia
--	----------------	---------------------

Tratamiento	V2023 (m ³ /ha)	VMT (m ³ /ha)	V2023 (m ³ /ha)	VMT (m ³ /ha)
Testigo	669,9	670,6	564,8	565,8
Clara débil	590,0	675,6	557,2	633,1
Clara fuerte	658,9	808,9	514,5	624,0
Clara de selección	529,9	659,2	489,7	587,1

Este resultado es relevante porque resulta claramente indicativo de que buena parte de la capacidad productiva de la estación se pierde por no retirar a tiempo volúmenes de madera que finalmente se pierden por mortalidad natural y pudrición de la madera in situ.

Otro efecto que parece relevante es la diferente respuesta de la producción total a las claras de selección negativa (clara fuerte) y positiva (clara de selección). Esta última se comporta peor en cuanto a producción volumétrica debido a que se mantiene arbolado dominado que no hace competencia a los pies de porvenir pero que no contribuyen con su crecimiento a los volúmenes finales que alcanza el rodal.



Crecimientos medios y corrientes

Los valores de crecimiento corriente (CC) derivados de la comparación de inventarios de 2023 y 2021 determinan un valor medio global de 23,5 m³/ha año, aunque con una variabilidad muy fuerte (sd=20,7 m³/ha año, CV=88%). De hecho, dos de las parcelas mostraron crecimientos negativos, lo que deriva de la caída de arbolado muerto en pie e incluso de derribo por viento de arbolado vivo. Aunque el ANOVA no mostró diferencias significativas derivadas de la procedencia ni del tratamiento, podemos resaltar que el crecimiento corriente promedio resultó mayor en la procedencia gallega (26,8 m³/ha año) que en la neozelandesa (20,2 m³/ha año).

En cuanto a los valores de crecimiento medio de la masa total (contabilizando por tanto los volúmenes extraídos en clara) mostraron diferencias significativas entre procedencias, lógicamente con el mismo nivel de significación indicado para el volumen de la masa total. El CM promedio es superior para la procedencia neozelandesa (22,0 m³/ha año), que se situaría ya a este rodal por encima de la edad de máximo crecimiento en volumen. El CM de la procedencia gallega es de 18,8 m³/ha año, lo que parece indicar una tendencia todavía progresiva de este rodal, cuyo CC es muy superior al CM.

Volumen del árbol medio y diámetro dominante

El volumen medio del arbolado se ve claramente influido por el tratamiento ($p=0,0001$) y también por la procedencia ($p=0,0054$). Los valores son menores para las parcelas testigo en ambos casos. Puede indicarse cómo el valor mayor corresponde siempre a la clara fuerte, mientras que la clara de selección se muestra como una situación intermedia, sin diferenciarse significativamente de la clara débil en esta variable.

Tratamiento	Vm (m ³ /árbol) NZ	Vm (m ³ /árbol) G
Testigo	0,847c	0,778a
Clara débil	1,122bc	1,070a
Clara fuerte	1,647a	1,193a
Clara de selección	1,404ab	1,046a

El diámetro dominante es indicativo de la dimensión promedio del arbolado dominante en estos rodales y, por tanto, de la calidad de la madera. El ANOVA declara diferencias significativas entre procedencias ($p=0,017$), con un valor promedio para NZ (49,2 cm) que supera en más de 3 cm al promedio de G (45,7 cm).

Tratamiento	D ₀ NZ (cm)	D ₀ G (cm)
Testigo	48,3	44,2
Clara débil	47,7	48,2
Clara fuerte	49,4	45,4
Clara de selección	51,1	45,2

El tratamiento sin embargo no produce efectos significativos sobre el diámetro dominante final. Bien es cierto que en la procedencia neozelandesa el resultado obtenido es más próximo al esperable, con diámetros ligeramente mayores en las claras fuertes y de selección (unos 3 cm por encima que el conjunto de clara débil y testigo). En la procedencia gallega sin embargo el desarrollo en diámetro de los mejores árboles de las parcelas correspondientes a clara débil resulta espectacular, quedando los niveles de las parcelas testigo muy próximos a los de clara fuerte.

En cualquier caso y dado que la calidad de la madera viene condicionada por las podas y la rectitud del fuste, entre otros factores, es evidente que la selección de pies de porvenir, con poda alta en su beneficio, ha asegurado en general la obtención de pies de suficiente diámetro y con madera podada a una altura de 6 m, manteniendo su rectitud en el tiempo.

Anexo Técnico_Informe R4



Cogomelos+

INFORME DE EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE NUEVAS TÉCNICAS DE INVENTARIO MEDIANTE SENSORES REMOTOS POR COMPARACIÓN CON EL INVENTARIO PIE A PIE TRADICIONAL EN PINARES ADULTOS. GRUPOS OPERATIVOS COGOMELOS+

MARZO DE 2024

INTRODUCCIÓN

Los métodos de inventario para evaluar las existencias de madera en montes de pinos se basan tradicionalmente en la medición de pies con forcípula a la altura normal (1,30 m). Pueden medirse todos los pies (inventario pie a pie) o medirse una muestra representativa de la masa mediante un muestreo estadístico tradicional, que en función de la variabilidad y el número de parcelas proporcionará un dato con margen de error de estar en un intervalo de confianza determinado (al 95 %).

Obviamente, en ambos casos, las tablas de producción requieren la asignación de una altura a cada uno de los pies medidos, que se realiza a partir de la regresión de alturas y diámetros de una muestra representativa de pies, que obviamente, deben estar en la misma calidad de estación de aquellas a las que se va a asignar.

La aparición de nuevas técnicas de medición abren una puerta a buscar nuevas formas de tomar los datos de volumen de madera, o al menos de medir parámetros que permitan establecer correlaciones con los principales parámetros dasométricos-

El principal método sustitutivo de la toma de datos tradicional es la evaluación de la correlación de los diferentes estadísticos lidar obtenidos a partir del procesado de nubes de puntos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea con las principales variables dasométricas.

Estadístico Lidar	Variables a correlacionar
Total number of returns	Altura dominante
Count of returns by return number (support for up to 9 discrete returns)	Díámetro
	Volumen con corteza
	FCC
Minimum	Altura de poda
Maximum	

Mean	
Median (output as 50th percentile)	
Mode	
Standard deviation	
Variance	
Coefficient of variation	
Interquartile distance	
Skewness	
Kurtosis	
AAD (Average Absolute Deviation)	
MADMedian (Median of the absolute deviations from the overall median)	
MADMode (Median of the absolute deviations from the overall mode)	
L-moments (L1, L2, L3, L4)	
L-moment skewness	
L-moment kurtosis	
Percentile values (1st, 5th, 10th , 20th, 25th, 30th, 40th, 50th, 60th, 70th, 75th, 80th, 90th, 95th, 99th percentiles)	
Canopy relief ratio ((mean - min) / (max – min))	
Generalized means for the 2nd and 3rd power (Elev quadratic mean and Elev cubic mean)	

Una vez determinadas los factores que correlacionan con cada una de las variables para las parcelas de control (muestreadas con métodos tradicionales) se obtiene una estimación a nivel de masa de cada una de las variables dasométricas, con un grado de ajuste de la correlación que puede variar, y que en cualquier caso es invalida para determinar la medición de árboles particulares.

No en vano la densidad de puntos obtenida a partir de vuelos en aeronaves del PNOA es inferior a 2 puntos /m2.

Los ensayos realizados con lidar sobre dron, comuna cantidad muy superior de puntos por m2 (hasta 200 puntos/m2) adolece sin embargo de un escaso poder de penetración masa allá del dosel arboreo, sin aportar puntos fiables de suelo.

En los análisis realizados el 99,99% de los retornos proceden de la copa, quedando enmascarados todos los puntos por debajo de aquellos, incluyendo los de los fustes.

El poder de penetración de la ortofotografía para la construcción de nubes de puntos es nulo, dado que se requiere que un mismo punto se encuentre en diversos fotogramas para poder determinar su posición correctamente.

Es por eso que la ortorectificación mediante el vuelo sobre dosel arboreo no es útil, ni con aeronave convencional, ni con dron, a pesar del incremento sustancial de resolución espacial.

Las condiciones selvícolas del pinar de estudio en COGOMELOS+, junto con la realización de podas y desbroces en las parcelas de estudio, han permitido establecer un escenario propicio para realizar vuelos fotogramétricos con dron bajo el dosel arboreo, y se han fotorestituido las nubes de puntos tridimensionales, por debajo de la zona de solape suficiente, con el fin de determinar diámetros normales de los fustes existentes.

MATERIAL Y METODOS

Se han empleado como zona de interés las parcelas existentes de muestreo de Cogomelos+.

Como paso previo se han levantado los vértices de las parcelas con GPS, con corrección NTRIP para obtener puntos de referencia con precisión en la resolución espacial inferior a 0,1 m. Estos puntos de referencia servirán para anclar la malla de puntos al terreno y minimizar los errores de asignación de diámetros.

Durante los inventarios pie a pie tradicionales de las parcelas se han replanteado con precisión submétrica todos los pies de la parcela.

GPS Qpad X8 CM

Tecnología de posicionamiento	184 canales GPS L1C/A L2C, GLONASS L1, GALILEO E1 B/C E5b, BDS B1 B2, QZSS L1C/A L2C Triple constellation system: GPS+GLONASS+BDS
External High-precision Helical Antenna	
Single point positioning	2-4m
Network RTK	5cm+1ppm
Update rate	1-20Hz

La toma de datos se realiza con dron, cuya cámara tiene las siguientes especificaciones:

Sensor	1.2.3" CMOS Píxeles efectivos: 20 MP
Objetivo	FOV 84° 8.8mm/24mm f/2.8-f/11. Enfoque a 1m – infinito
Rango ISO	10-3200
Velocidad obturador mecánico	8-1/2000 s
Velocidad obturador electrónico	8-1/8000 s
Tamaño de imagen	4:3 Proporción de imagen 4864x3648

La operación de vuelo con dron se realiza acorde a la legislación vigente y a la normativa de la Agencia Española de Seguridad Aérea (AESA).

La operativa realizada implica las siguientes actuaciones en cada parcela de inventario.

Las 24 parcelas son cuadradas de 30x30 m distribuidas bajo una masa de *Pinus radiata*. Con diferentes densidades y podas realizadas, lo que facilita la operación con el dron. Además se han realizado desbroces previos que minimizarán la aparición de “artefactos” durante el procesado.

Se han realizado podas sobre las ramas que podrían alterar la operativa del vuelo con dron bajo arbolado.

1º.- Toma de datos de pies existentes en la parcela.

Se recopilan los siguientes datos de cada pie existente dentro de la parcela con el fin de comparar las mediciones obtenidas con los resultados del procesado fotogramétrico.

- a- Diametro en cm
- b- Altura en m
- c- Posición en coordenadas ETRS89, con precisión submétrica

Esto permite ubicar en el espacio los pies existentes.



2º.- Toma de puntos de control

Se toman los datos de posición de puntos identificables en las fotografías aéreas con el fin de reducir los errores espaciales en la ortorrectificación de la nube de puntos obtenida.

En este caso se colocaron estacas pintadas con colores llamativos.



3º.- Toma de fotogramas aéreos con dron bajo arbolado



Se recorren las calles de plantación con el dron volando lo mas alto posible sin colisionar con las ramas. Se han realizado multiples pasadas sobre las calles, procurando un solape suficiente a la altura de 1,30 m, para poder obtener unas mediciones comparables con las tomadas mediante inventario tradicional.

Los métodos ensayados en las sucesivas campañas de toma de imágenes han sido:

a.- Toma de imágenes manual. Se posiciona el dron y se acciona el disparador manualmente. Esto produce imágenes muy nítidas pero el tiempo de toma de imágenes se amplía de forma desmesurada

b.- Toma de imágenes automatizada, configurada como la toma de 1 imagen cada metro de diferencia en X o Y. Es un método mas rápido que el anterior, pero genera zonas desenfocadas si la toma se produce en un giro de cámara, lo que requiere de una limpieza posterior de los fotogramas.

c. Toma de video y posterior extracción de los fotogramas. Es la manera mas rápida y genera menos fotogramas “movidos” aunque la resolución de la imagen será inferior a la obtenida con el modo “cámara”.

La orientación de la cámara podrá ser cenital pero, dado que el operador debe posicionarse cerca del dron, es conveniente orientar ligeramente la cámara hacia adelante, con el fin de salir del encuadre. En cualquier caso, con posterioridad se puede enmascarar las zonas de las imágenes en las que se encuentre el operador para no interferir con el procesado.

La toma de imágenes se debe realizar en condiciones de cielo nublado para evitar las diferencias de contraste entre zonas soleadas y sombreadas, debido al bajo rango dinámico de las cámaras que portan estos dispositivos.

4º.- Procesado fotogramétrico y obtención de nube de puntos tridimensional

El procesado fotogramétrico se realiza a partir del software específico, como WebODM 2.55, que permite la introducción de los puntos de control en los fotogramas para corregir los errores del GPS built-in del dron.

Se expone a continuación el informe fotogramétrico obtenido tras el procesado.

Modelado fotogramétrico

Cogomelos+
22 January 2024



Survey Data

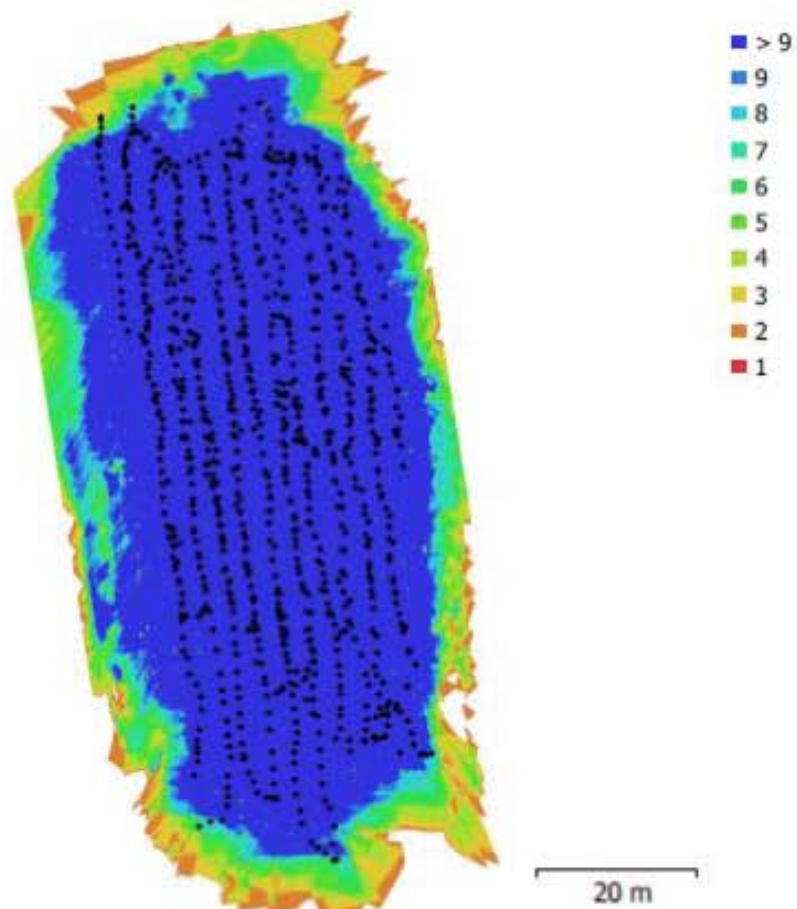


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	1,002	Camera stations:	959
Flying altitude:	7.71 m	Tie points:	1,201,291
Ground resolution:	2.18 mm/pix	Projections:	2,885,681
Coverage area:	4.88e+03 m ²	Reprojection error:	0.747 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
FC6310 (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 μ m	No
unknown	1920 x 1080	unknown	unknown	No

Table 1. Cameras.

Camera Calibration

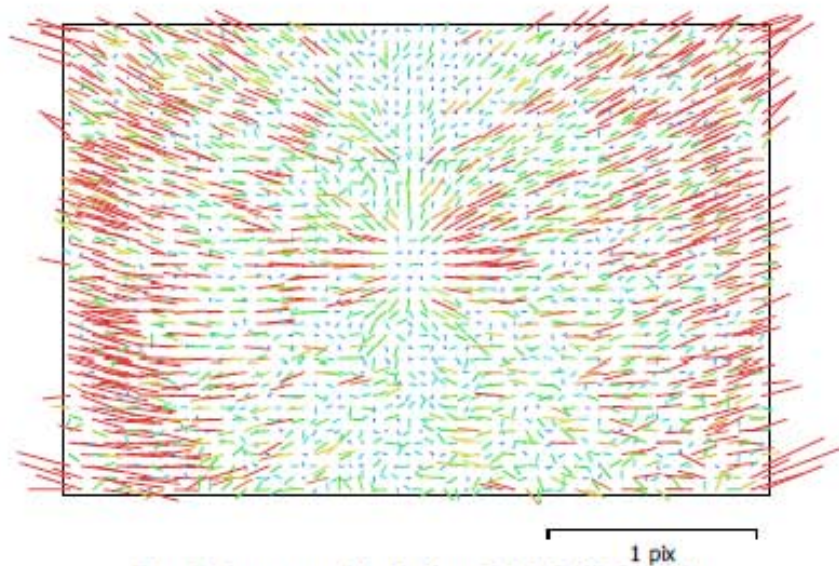


Fig. 2. Image residuals for FC6310 (8.8mm).

FC6310 (8.8mm)

506 images

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
Frame	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 μm

	Value	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	P1	P2
F	3663.76	0.23	1.00	0.03	-0.82	0.64	0.02	0.06	0.00	0.03	-0.02	-0.15
Cx	-10.4103	0.099		1.00	-0.03	0.03	0.77	-0.01	0.01	-0.00	0.37	0.00
Cy	8.88639	0.4			1.00	-0.93	-0.07	-0.04	0.04	-0.07	0.02	0.19
B1	0.542544	0.13				1.00	0.07	-0.00	-0.04	0.06	0.00	0.03
B2	0.492228	0.057					1.00	-0.02	0.01	-0.00	-0.05	-0.03
K1	0.00133202	3.5e-05						1.00	-0.91	0.85	0.01	-0.09
K2	-0.0093863	9.9e-05							1.00	-0.98	0.00	0.00
K3	0.00977833	8.9e-05								1.00	-0.00	-0.00
P1	-0.000881715	3.9e-06									1.00	0.05
P2	6.0108e-05	7.3e-06										1.00

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

Camera Calibration

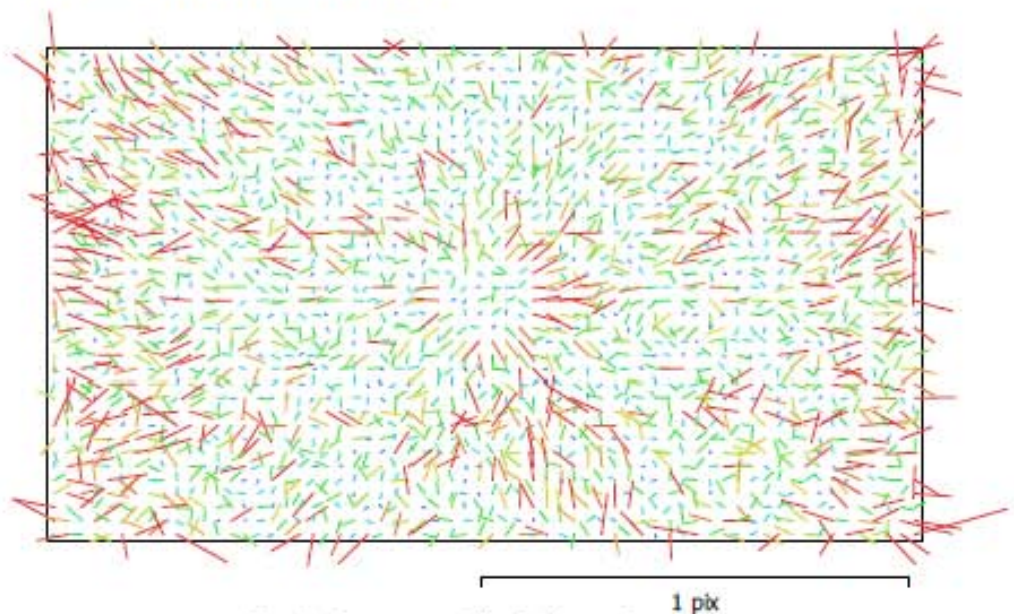


Fig. 3. Image residuals for unknown.

unknown
496 images

Type Resolution Focal Length Pixel Size
Frame 1920 x 1080 unknown unknown

	Value	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	P1	P2
F	1341.74	0.049	1.00	0.01	-0.13	-0.17	-0.04	-0.15	0.18	-0.16	0.00	-0.30
Cx	-3.7572	0.05		1.00	-0.06	0.05	0.49	0.00	0.00	-0.00	0.79	0.01
Cy	-0.382936	0.16			1.00	-0.92	-0.14	-0.03	0.01	-0.01	0.02	0.23
B1	-2.8797	0.08				1.00	0.14	-0.00	-0.00	0.01	-0.01	0.05
B2	0.399509	0.028					1.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.05	-0.02
K1	0.00386573	0.00012						1.00	-0.96	0.91	0.00	-0.08
K2	-0.0222273	0.00042							1.00	-0.98	0.00	0.03
K3	0.0233854	0.00047								1.00	-0.00	-0.03
P1	-0.000888379	1e-05									1.00	0.03
P2	-0.000119586	9.7e-06										1.00

Table 3. Calibration coefficients and correlation matrix.

Ground Control Points

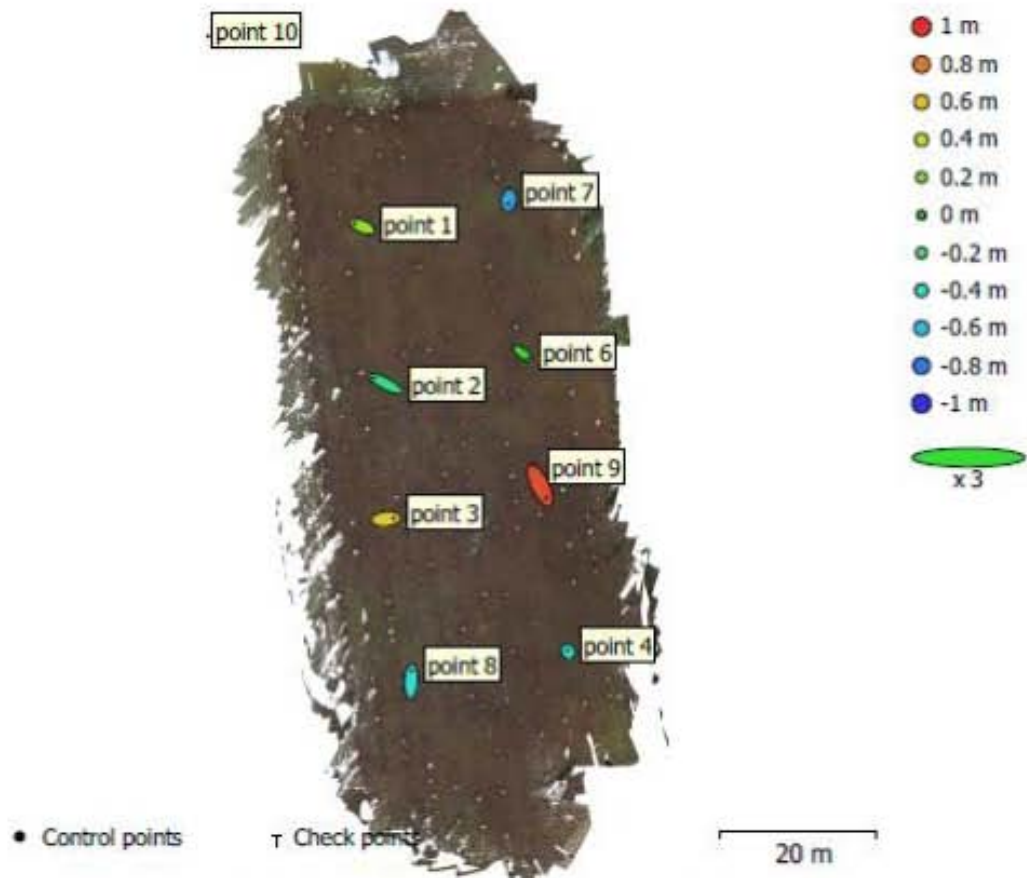


Fig. 4. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.

Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
8	54.2269	56.2227	51.618	78.1124	93.6267

Table 4. Control points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
point 1	-62.7746	25.546	30.3185	74.2459	5.018 (38)
point 2	-99.2236	51.8244	-23.7584	114.436	8.306 (46)
point 3	64.7468	6.99808	55.7297	85.7142	3.654 (26)
point 4	-6.27474	7.17191	-44.206	45.2214	4.065 (31)
point 6	51.4345	-39.0624	1.77232	64.6105	9.091 (40)
point 7	-5.16682	-32.0291	-65.6776	73.2537	8.843 (25)
point 8	4.18386	87.4634	-45.6567	98.7516	12.817 (22)
point 9	53.0776	-107.924	91.4902	151.113	19.156 (25)
point 10					
Total	54.2269	56.2227	51.618	93.6267	9.543

Table 5. Control points.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Digital Elevation Model

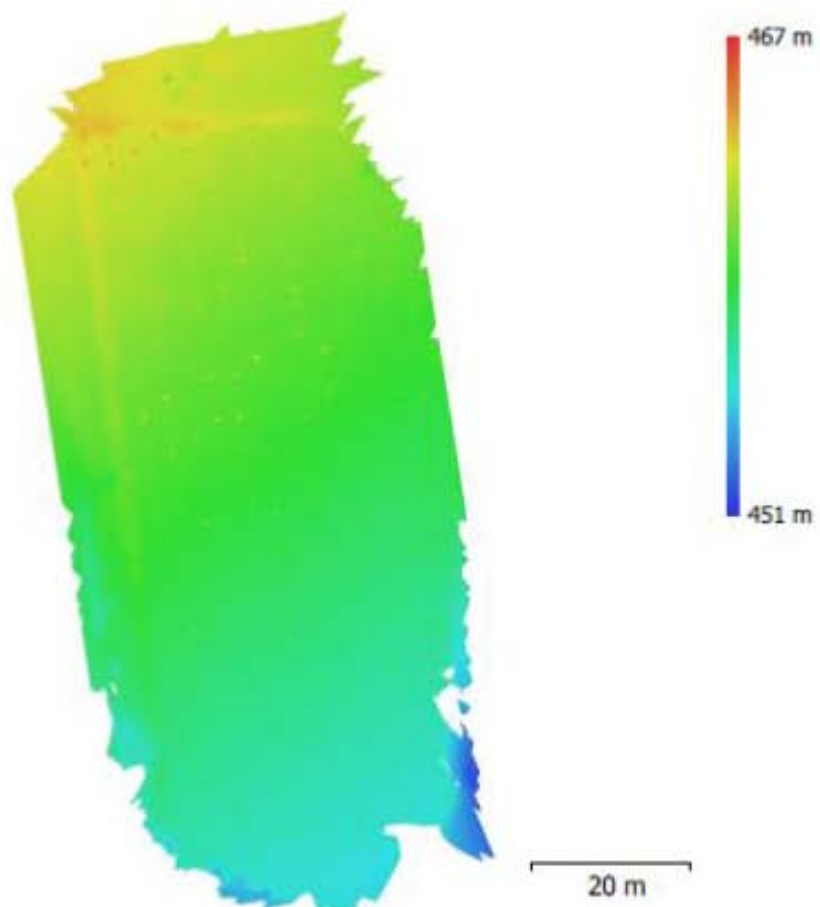


Fig. 5. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 4.36 mm/pix
Point density: 526 points/cm²

Processing Parameters

General

Cameras	1002
Aligned cameras	959
Markers	9
Coordinate system	ETRS89 / UTM zone 29N (EPSG::25829)
Rotation angles	Yaw, Pitch, Roll

Point Cloud

Points	1,201,291 of 1,280,677
RMS reprojection error	0.11861 (0.747049 pix)
Max reprojection error	0.357441 (34.5227 pix)
Mean key point size	5.37774 pix
Point colors	3 bands, uint8
Key points	No
Average tie point multiplicity	2,46431

Alignment parameters

Accuracy	High
Generic preselection	Yes
Key point limit	80,000
Tie point limit	8,000
Adaptive camera model fitting	Yes
Matching time	1 hours 11 minutes
Alignment time	12 minutes 30 seconds

Dense Point Cloud

Points	255,897,450
Point colors	3 bands, uint8

Reconstruction parameters

Quality	High
Depth filtering	Disabled
Depth maps generation time	1 hours 19 minutes
Dense cloud generation time	1 days 2 hours

Model

Faces	51,010,577
Vertices	25,516,158
Vertex colors	3 bands, uint8

Reconstruction parameters

Surface type	Height field
Source data	Dense
Interpolation	Enabled
Quality	High
Depth filtering	Disabled
Face count	51,179,486
Processing time	22 minutes 42 seconds

Orthomosaic

Size	27,931 x 51,995
Coordinate system	ETRS89 / UTM zone 29N (EPSG::25829)
Colors	3 bands, uint8

Reconstruction parameters

Blending mode	Mosaic
Surface	Mesh
Enable hole filling	No
Processing time	28 minutes 39 seconds

Software

Version	1.4.2 build 6185
Platform	Windows 64

5.- Tratamiento de nube de puntos para obtención de mediciones dasométricas estimadas

Una vez obtenida la nube de puntos se comprueba que represente al menos hasta la altura de 1,30 m sobre el nivel del suelo.

Si se detectan zonas de sombra será necesario completar los fotogramas hasta conseguir una representación completa de la zona



El procesado de la nube de puntos debe realizarse con software específico, como el Cloudcompare v2.13, que junto con los plugins 3DFIn de Java, permite normalizar la nube de puntos con respecto al suelo, segmentar los troncos detectados y obtener mediciones a las alturas deseadas.

Original cloud



Height-normalized cloud



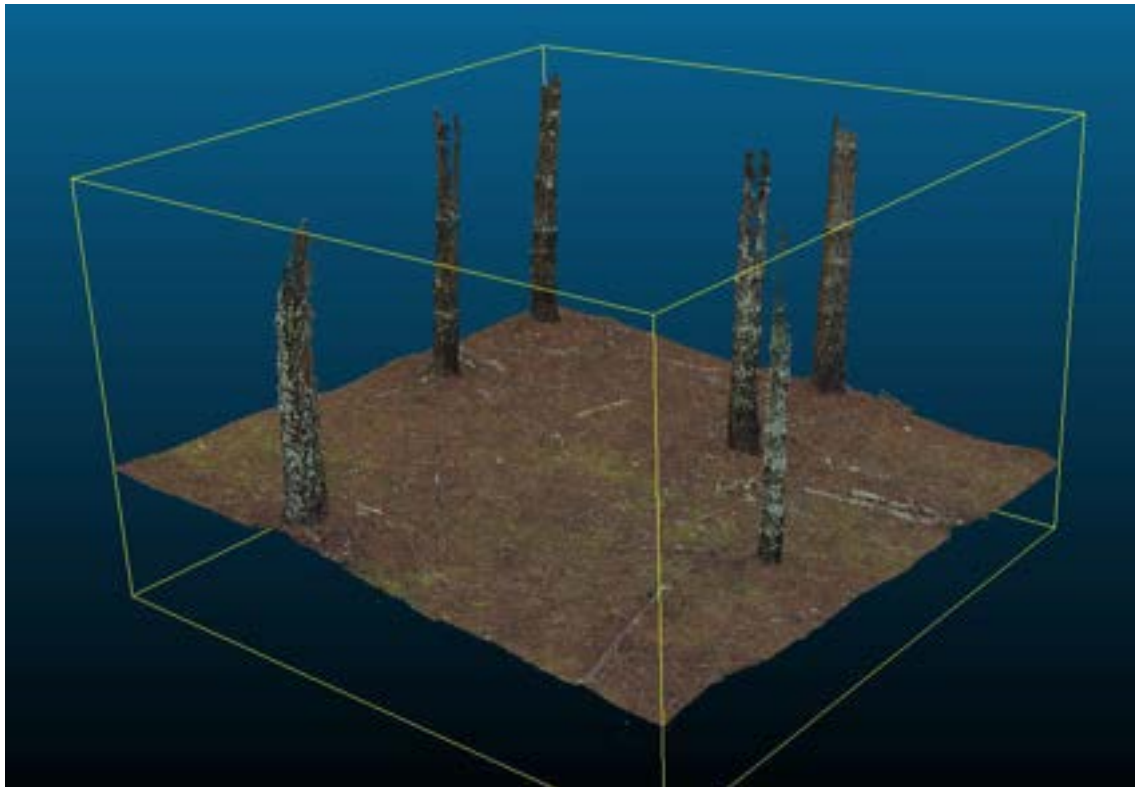
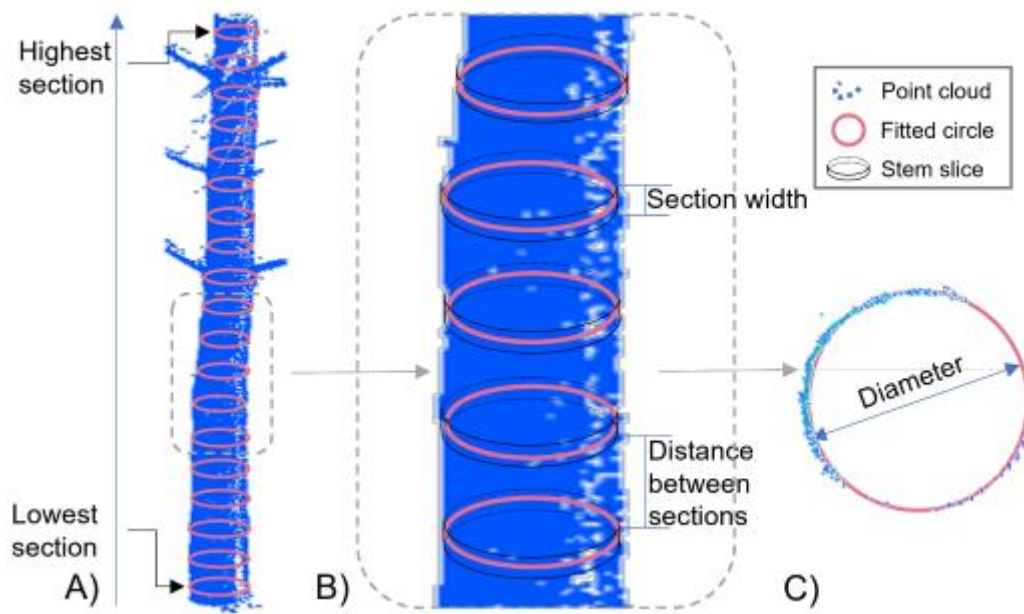


Ilustración 1. Nube de puntos de la parte baja del fuste en una tesela dentro de la parcela 1



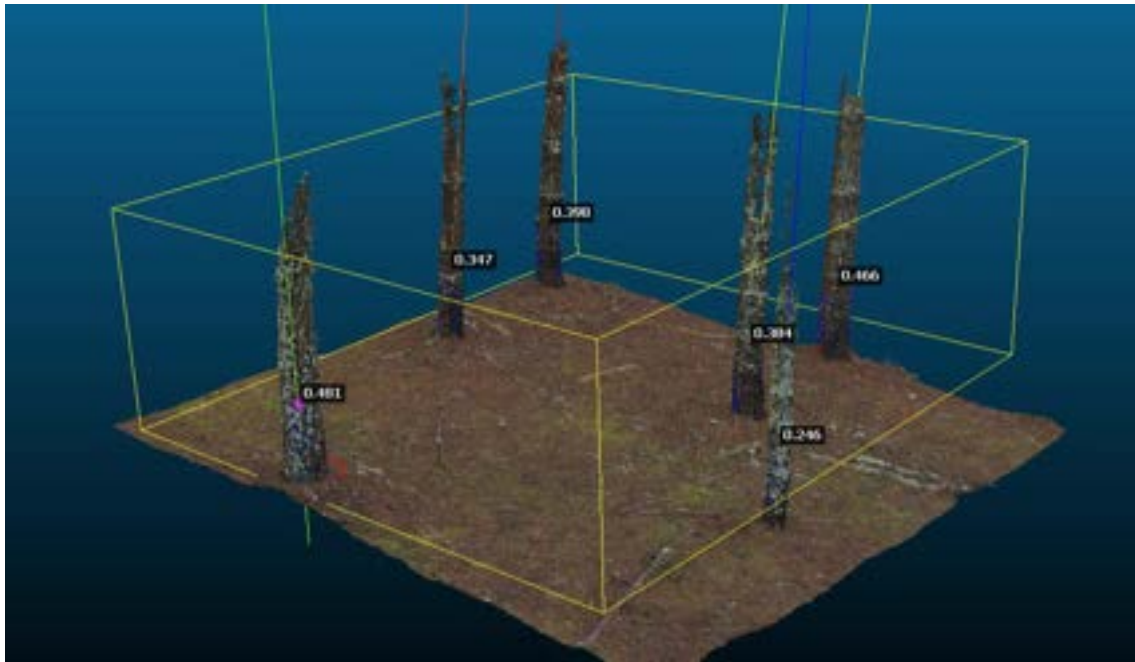
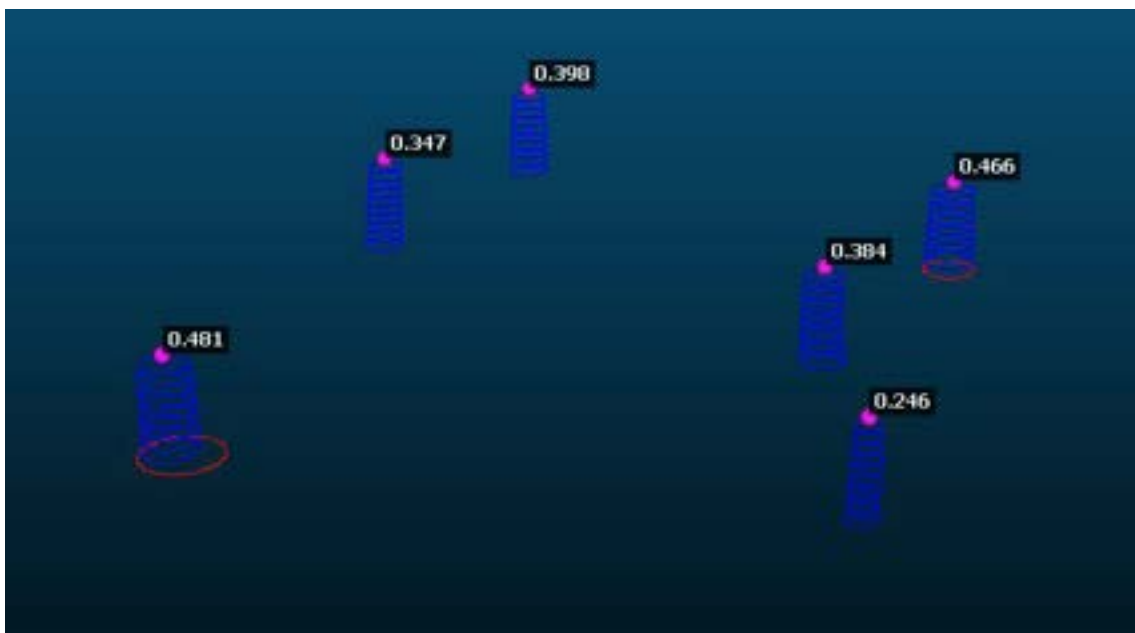


Ilustración 2. Segmentación del fuste cada 20 cm. Se observa que no todas las secciones son concluyentes en el cálculo. Obviamente conforme aumenta la altura el numero de puntos es inferior , lo que impide una adecuada representación.



Es posible exportar las métricas de cada pie y compararlos con los obtenidos por medición tradicional.

	TH	DBH
T1	4,726591	0,246056
T2	4,736791	0,38412
T3	4,610012	0,46564
T4	4,539723	0,397946
T5	4,736418	0,347125
T6	4,344394	0,481006

Ilustración 3. Métricas obtenidas en la tesela de la figura anterior. TH. Altura máxima representada. DBH. Diámetro a la altura del pecho.

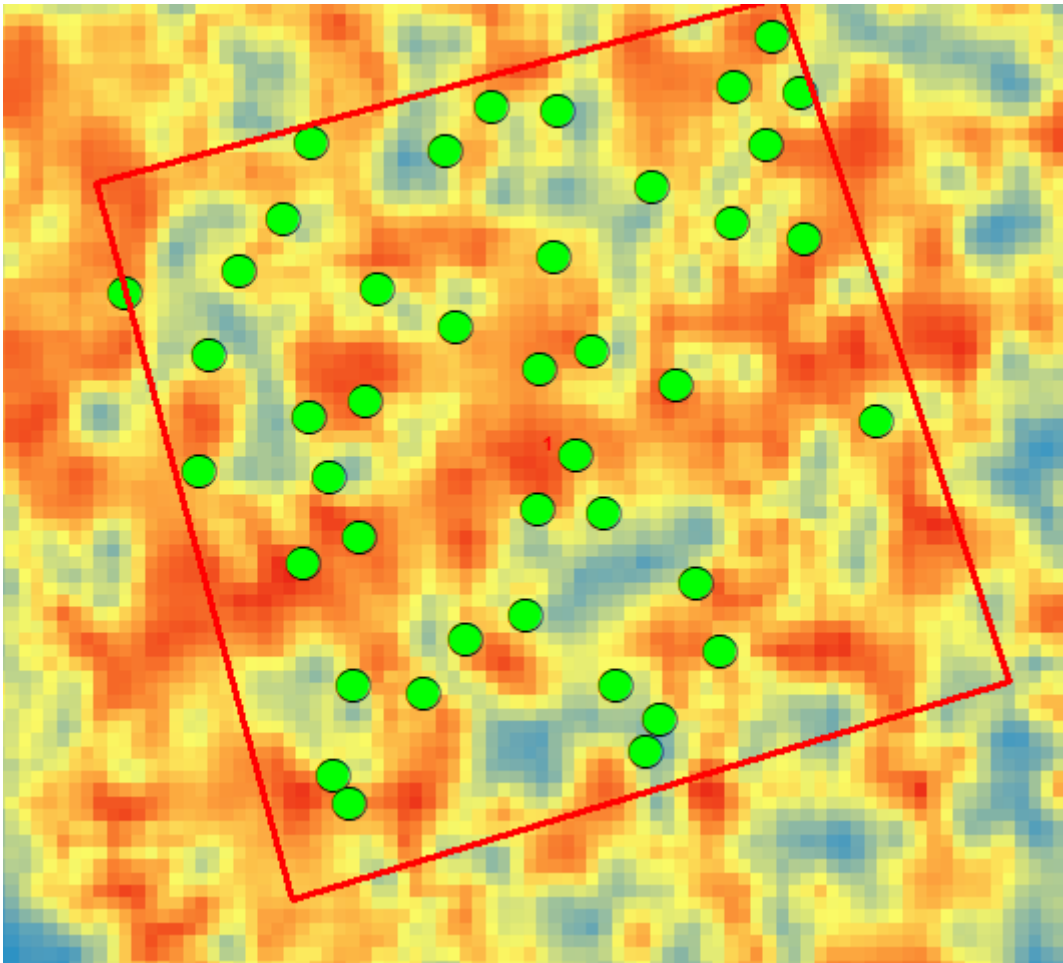


6.- Obtención de la altura de los pies

La altura del dosel arbóreo se obtiene del procesado y normalización de la nube de puntos LiDAR obtenida a partir del PNOA.

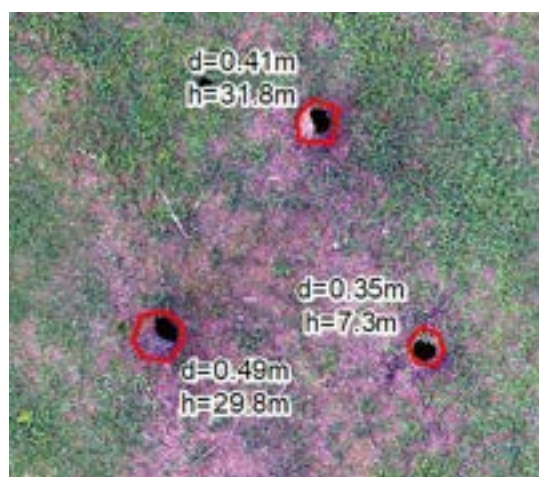
En primer lugar se normaliza la nube de puntos con aquellos clase=2 del suelo, con el fin de obtener el Modelo Digital de Vegetación.

Una vez obtenida el raster de alturas, se asigna a cada punto obtenido del procesado anterior, lo que junto a la información de diámetros completa los datos necesarios.



RESULTADOS

La comparación de los pies por parcela permite obtener una medida del grado de ajuste de las estimaciones con dron.



En promedio se obtiene unas mediciones de diámetro inferiores en un 7,5 % sobre las tomadas con forcípula en el inventario pie a pie.

No obstante se detectan múltiples artefactos en la detección de elementos que no son realmente *Pinus radiata*, bien porque sean otras especies, bien porque el tronco no está correctamente podado o por la presencia de matorral.

El número de pies detectado en fotogrametría supera en un 33 % al existente realmente, aunque se corresponden con pies de diámetros inferiores a 10 cm, por lo que no supondrían un detrimento del cálculo de existencias significativo, sería suficiente con filtrar los datos de los diámetros mínimos esperables para eliminar o minimizar este error.

En cuanto a la altura, se han obtenido datos inferiores en un 14,8 % a los medidos mediante hipsómetro digital.

Esto se puede explicar por dos factores principalmente.

La escasa resolución espacial del vuelo LiDAR PNOA, de menos de 2 puntos por m², impide reflejar correctamente los ápices de los pies, sino un entorno cercano al mismo. Por otro lado, la verticalidad de los pies no puede ser perfecta, lo que aporta un error mayor a la determinación de la altura de éstos.

Comparativa de costes en ambos tipos de inventario

La realización de inventarios pie a pie, en los que no es necesario medir la altura de todos los pies, sino una muestra representativa para poder elaborar las regresiones cuyo ajuste se podrá aplicar a la totalidad de la masa, no excede en coste de personal de 300 €/ha, mientras que la medición mediante fotogrametría puede exceder los 2550 €/ha a tenor del tiempo tardado en realizar las parcelas de muestreo durante este proyecto.

Estas técnicas con dron serán tenidas en cuenta cuando ocurran las siguientes circunstancias:

- Que sea necesario obtener la altura de todos los pies de la masa
- Que se pueda contar con vuelos LiDAR de mayor resolución
- Que sean masas coetáneas, con claras en las que no existan pisos dominados
- Que se pueda disponer de drones automáticos, que mediante inteligencia artificial puedan operar sin control humano, que ralentiza la toma de datos.
- Que tengan realizadas podas altas lo que permita volar el dron por encima de 6 metros para obtener un ajuste correcto
- Que no exista matorral ni especies secundarias.

Anexo Técnico_Informe R5



Cogomelos+

INFORME EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROLONGACIÓN DEL TURNO

Fuentes de información derivada del proyecto

Se pretende en este caso realizar un análisis económico de la posibilidad de ampliar el turno 5 años cuando el pinar está en el entorno de 30 años de edad. Se parte para ello de los resultados de inventarios dasométricos y micológicos obtenidos en el MVMC de Serra Gorda (Bóveda, Begonte) y que corresponden a la siguiente información de partida:

- Inventario dasométrico realizado a finales de 2018, con una edad del arbolado de 27 años. Se cuenta para ello con un inventario completo de 24 parcelas de 30×30 m, tomando diámetros en cruz y alturas de todos los árboles
- Inventario dasométrico realizado a comienzos de 2024, con una edad del arbolado de 32 años, habiendo pasado por tanto 5 años de crecimiento entre ambos inventarios. Se midieron las 24 parcelas tomando diámetros en cruz y alturas de todos los árboles
- Inventario de productividad de especies micológicas comercializables en aplicación del Real Decreto 30/2009, de 16 de enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario: *Boletus pinophilus*, *Boletus edulis*, *Hydnum repandum*, *Lactarius quieticolor*, *Imleria badia*, *Suillus luteus* y *Tricholoma portentosum*. No se cuenta con datos para los 5 años en el caso de las 24 parcelas, tal y como se indica en la siguiente tabla

Campaña	Parcelas
2019/20	4
2020/21	4
2021/22	12
2022/23	12 (24 en 6 visitas de primavera)
2023/24	24
Totales	

Tabla 1. Número de parcelas inventariadas en cada campaña de prospección micológica

Asignación de productividad micológica anual

Dado que se parte de un número diferente de observaciones en las distintas parcelas, se ha considerado conveniente trabajar con el nivel promedio de productividad anual para las 24 parcelas desglosado por especies y sin distinguir entre la procedencia gallega (donde las observaciones han sido solo de una temporada, que resultó además especialmente productiva) y la neozelandesa, donde la intensidad de muestreo fue claramente superior. Los niveles promedio considerados se detallan en la tabla 2.

Especie	Promedio (kg/ha año)	σ (kg/ha año)
<i>Boletus pinophilus</i>	24,7	25,1
<i>Hydnum repandum</i>	10,5	15,7
<i>Lactarius quieticolor</i>	6,9	12,3

<i>Suillus luteus</i>	6,8	11,5
<i>Boletus edulis</i>	5,1	8,3
<i>Imleria badia</i>	4,1	6,9
<i>Tricholoma portentosum</i>	0,8	1,6

Tabla 2. Productividad media por especie considerando todas las parcelas y campañas (n=56)

Valoración económica de la productividad micológica

La evaluación económica de la productividad micológica es una tarea compleja, ya que depende de forma directa del modo en que se gestiona el recurso por parte de las comunidades propietarias. En el caso que nos ocupa, la comunidad ha comunicado a la Administración autonómica la acotación del recurso, lo que excluye el aprovechamiento libre por parte de recolectores no comuneros. En todo caso, no gestionan el recurso en base a permisos de recogida o arrendamiento a empresas, sino que se reservan la recogida a los propios comuneros, bien para comercializar (pocos caso) o para consumo propio.

Se podrían considerar 3 escenarios posibles de gestión del recurso, que se indican a continuación:

1. Comercialización por comuneros individuales, aplicando en este caso los precios medios pagados por las empresas transformadoras a los recolectores directos y que se discutirán a continuación. Este es el escenario que se desarrollará en detalle, por ser del que se tienen más información.
2. Comercialización por la propia comunidad mediante venta directa a tiendas y restaurantes, experiencia que se ha llevado a cabo algunos años en algunas comunidades de montes y que supone precios más altos pero la necesaria organización de las actividades de recogida. La recopilación de información indica que los precios para boletos, siempre en este caso de 1ª calidad, podría estar en el entorno de 15 a 18 €/kg, con niveles para níscolo en el entorno de 12 €/kg.
3. Expedición de permisos de recogida tras el acotamiento, iniciativa que se lleva a cabo por ejemplo en el MVMC de Carballo de Friol. Las cifras que nos aportan desde esta experiencia (venta de permisos comerciales a 50 €/año y para recogida de consumo propio a 30 €/año) indican unos ingresos totales bastante reducidos (500 a 600 €/año) para un monte de unas 700 ha. Las cifras por ha resultarían prácticamente irrelevantes con respecto a las derivadas de la madera, por lo que no se desarrollará este escenario.

En relación a los precios pagados a recolectores por empresas transformadoras, que corresponderían al primer escenario, se han recabado informaciones de dos de las empresas de mayor envergadura en esta actividad en la provincia de Lugo. De la información se deduce una variabilidad a lo largo de la temporada, que parece relevante especialmente para *Hydnum*, pero también se produciría en níscolo, además de una variabilidad en función de la calidad, que parece evidente en el caso de las dos especies de boletos. Así, la primera calidad se pagaría a 8 €/kg, la segunda a 2 €/kg y la tercera a 1 €/kg, todo ello de forma relativamente independiente del momento de recolección. La tabla 3 recoge los valores recopilados

Especie	Precio
<i>Boletus pinophilus</i>	8 €/kg en cal 1, 2 €/kg en cal 2 y 1 €/kg en cal 3

<i>Hydnum repandum</i>	6 €/kg en Oct, 3 €/kg en Nov, 1,5 €/kg en Dic-Enero
<i>Lactarius quieticolor</i>	4,5 €/kg en Oct, 3 €/kg en Nov, 1 €/kg en Dic-Enero
<i>Suillus luteus</i>	1,5 €/kg
<i>Boletus edulis</i>	8 €/kg en cal 1, 2 €/kg en cal 2 y 1 €/kg en cal 3
<i>Imleria badia</i>	1,5 €/kg
<i>Tricholoma portentosum</i>	1,5 €/kg

Tabla 3. Precios considerados para venta por recolectores a empresas transformadoras

Para la aplicación de estos precios se ha considerado la distribución de productividad por meses y la distribución por calidades en boletos. La calidad 1 corresponde a ejemplares de himenio blanco o crema, sin agusanado y con carne tersa; la calidad 2 corresponde a himenio ya amarillento y la calidad 3 a himenio de tonos ya verdes, con carne ya blanda pero todavía aprovechable parcialmente. La distribución se muestra en forma de porcentaje en peso según calidades en la tabla 4, siendo evidente que *B. edulis* presenta una mejor distribución a calidades 1 y 2 que *B. pinophilus*.

	Porcentajes de calidad en peso		
Especie	Cal 1 (% en peso)	Cal 2 (% en peso)	Cal 3 (% en peso)
<i>Boletus pinophilus</i>	31,32	29,25	39,43
<i>Boletus edulis</i>	36,17	45,09	18,74

Tabla 3. Porcentajes de calidades en peso en la muestra evaluada.

El peso medio de los carpóforos de calidad 1 fue próxima a 110 g en ambas especies. Para la calidad 2, el peso medio está próximo a 210 g en *B. pinophilus* y de 165 g en *B. edulis*. Para calidad 3 el peso medio es todavía superior, aproximándose a 255 g en *B. pinophilus*. En el caso de un recolector comercial que recorriese un área amplia, parece evidente que las salidas quedarían concentradas en fechas con buenas previsiones de recolección y que la recogida se centraría en los ejemplares con una aparente mejor calidad.

La distribución de la producción por meses para *Hydnum* y *Lactarius* se muestra en la siguiente tabla.

	Porcentaje de producción en función del mes				
Especie	Sept (%p)	Oct (%p)	Nov (%p)	Dic (%p)	Ene (%p)
<i>Hydnum repandum</i>		1,18	19,12	71,05	8,65
<i>Lactarius quieticolor</i>	1,94	47,26	50,92	1,81	

Tabla 4. Porcentajes de productividad obtenida a lo largo de la campaña para lengua y níscolo

La aplicación de todos estos resultados permite obtener una tabla final de precios ponderados por peso correspondiente a distintos meses y calidades para las distintas especies consideradas en el estudio, que se muestra a continuación:

Especie	Precio
<i>Boletus pinophilus</i>	3,48

<i>Hydnum repandum</i>	1,84
<i>Lactarius quieticolor</i>	3,76
<i>Suillus luteus</i>	1,5
<i>Boletus edulis</i>	3,98
<i>Imleria badia</i>	1,5
<i>Tricholoma portentosum</i>	1,5

Tabla 5. Precio ponderado por peso de diferentes calidades y épocas de producción

Con estas cifras se obtendría globalmente cada año un ingreso de 169 €/ha. La contribución de las distintas especies a este ingreso total es de un 51% para *B. pinophilus*, un 15% para *Lactarius* y alrededor de un 12% tanto para *Hydnum* como para *B. edulis*.

Debe tenerse en cuenta que este importe es un pago a recolectores, por tanto con una actividad de recorrido y recolección de ejemplares, por lo que difiere de los precios de venta en pie que a continuación se considerarán para el caso de la madera. En caso de que los recolectores sean vecinos de la parroquia podrían optar por realizar visitas más frecuentes, lo que incrementaría la calidad de los ejemplares recogidos, aunque reduciría el peso total recogido, como es lógico.

Por otra parte, un aspecto fundamental a tener en cuenta es que el ingreso por comercialización de setas así calculado sería obtenido por los recolectores, no por la comunidad de montes en su conjunto. Otro aspecto a considerar es que las cifras de productividad indicadas han supuesto un desbroce anual de todas las parcelas para facilitar la recogida, coste que nos e ha repercutido a la actividad de recogida micológica.

Evaluación del valor de la madera en pie

Se ha partido en este caso de los dos inventarios disponibles, realizando una clasificación de productos en cada una de las 24 parcelas para determinar la tasación de la madera en pie. La clasificación de productos considerada ha sido la que figura en la tabla 6, en la que se ha asignado un precio de tasación en pie derivado de la información más reciente de la revista O Monte (diciembre de 2023), descontando de los precios medios en cargadero un coste de aprovechamiento fijo de 15 €/m³ cc.

Destino	Ø punta delgada (cm)	L min troza (m)	Precio en pie (€/m ³)
Rolla de sierra gruesa sin nudos	40	3	60
Rolla de sierra gruesa sin nudos	30	2,5	45
Canter	20	2,5	35
Tablero	5	2,5	14

Tabla 6. Clasificación de destinos de madera considerada y precios asignados.

La aplicación TCCP (www.uxafores.com) permite determinar el valor total de cada una de las parcelas tanto para el inventario con edad de 27 años como a los 32 años, siempre con la clasificación de productos y precios indicados. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 7 (desviaciones estándar entre paréntesis):

Origen	Valor t=27 (€/ha)	Valor t=32 (€/ha)	Incremento (€/ha)
Galicia	14154 (2479)	19531 (3134)	5377
Nueva Zelanda	17642 (2307)	24222 (3652)	6580

Tabla 7. Valores promedios de tasación de la madera en pie e incremento anual derivado.

Metodología de evaluación económica

Se ha calculado el Valor actualizado neto (VAN) correspondiente a la prolongación de turno, considerando que el año 0 es t=27, momento en que se toma la decisión de adiar la corta. El cálculo responde a la siguiente ecuación:

$$VAN = V32 e^{-5r} - V27 + \sum B_s e^{-ir}$$

Donde V27 es el valor de la madera en pie para cada parcela para la edad de 27 años, valor que no es necesario actualizar. V32 corresponde a la valoración de la madera en pie a los 32 años en cada una de las parcelas. r es la tasa de actualización, que se ha hecho variar entre 0,01 y 0,10. Bs corresponden al beneficio anual derivado de la recolección micológica (196 €/ha) que debe actualizarse para valores de i de 1, 2, 3, 4 y 5 años. El valor es por tanto el mismo para todas las parcelas y solo depende de la tasa de actualización r aplicada.

La aplicación de la ecuación anterior proporciona un valor para cada parcela y para cada valor de r considerado. En la figura 1 se muestran los resultados para cada parcela, resaltando en amarillo los valores negativos de VAN, que se obtienen lógicamente para los valores más altos de r. Puede apreciarse que para una tasa de actualización de 0,06, los valores de VAN asociados a la prolongación del turno son positivos en 21 de las 24 parcelas.

Procedencia	Parcela	Trat	V (t=27)	V (t=32)	VANO,01	VANO,02	VANO,03	VANO,04	VANO,05	VANO,06	VANO,07	VANO,08	VANO,09	VANO,10
G	1	F	13196	19919	6703	5751	4845	3983	3163	2382	1639	932	259	-381
G	2	T	14420	19939	5498	4545	3638	2775	1954	1173	429	-279	-952	-1593
G	3	T	14921	21996	6953	5905	4908	3958	3055	2196	1378	599	-142	-846
G	4	S	17924	19803	1864	918	17	-840	-1656	-2432	-3171	-3874	-4543	-5180
G	5	T	13604	18195	4655	3783	2953	2163	1412	697	16	-632	-1248	-1835
G	6	F	12632	17451	4919	4082	3285	2526	1804	1118	464	-158	-751	-1314
G	7	S	15226	21761	6425	5387	4400	3461	2567	1716	907	137	-596	-1294
G	8	D	15049	22371	7182	6116	5102	4137	3219	2345	1514	723	-30	-747
G	9	D	11236	15615	4569	3816	3100	2419	1771	1153	566	7	-525	-1032
G	10	D	18188	24656	6217	5045	3930	2869	1860	899	-15	-885	-1712	-2500
G	11	F	14038	19518	5479	4546	3658	2813	2008	1243	514	-179	-839	-1466
G	12	S	9416	13143	4037	3400	2793	2215	1665	1142	644	170	-281	-711
NZ	1	F	21716	28920	6745	5375	4072	2832	1653	530	-538	-1555	-2522	-3442
NZ	2	T	13266	18599	5377	4486	3639	2832	2065	1334	639	-23	-653	-1252
NZ	3	S	16408	23157	6571	5469	4420	3422	2472	1569	709	-110	-888	-1629
NZ	4	S	15207	22136	6801	5746	4742	3787	2878	2013	1190	407	-338	-1048
NZ	5	S	16962	20717	3696	2707	1766	870	18	-793	-1565	-2299	-2998	-3663
NZ	6	F	15976	21043	4992	3988	3032	2123	1258	435	-349	-1095	-1804	-2479
NZ	7	D	19221	25445	5934	4726	3576	2482	1441	451	-492	-1389	-2242	-3055
NZ	8	D	17300	23253	5770	4663	3611	2609	1655	748	-116	-937	-1719	-2463
NZ	9	D	18110	22614	4352	3275	2251	1275	347	-536	-1376	-2176	-2936	-3661
NZ	10	T	19542	28053	8094	6765	5500	4296	3151	2062	1025	38	-900	-1794
NZ	11	F	19995	30720	10178	8725	7342	6027	4775	3584	2451	1373	347	-629
NZ	12	T	18002	26006	7687	6453	5278	4160	3097	2085	1122	206	-666	-1495

Figura 1. Desglose por parcela de los valores de tasación (V) y de VAN para tasas de interés de 0,01 a 0,10

Efecto del tratamiento de clara

No se obtienen un efecto significativo del tratamiento de clara sobre el incremento del valor de tasación de la madera en pie, aunque si hay un efecto claro de la procedencia. Las parcelas con material neozelandés, que presentan mejor crecimiento medio, muestran también una tendencia más pronunciada en el incremento de valor (+6580 €/ha) en comparación a la procedencia gallega (+5376 €/ha).

Considerando globalmente el VAN promedio de todas las parcelas, el incremento que se deriva de prolongar el turno es claramente superior cuando se considera la producción

micológica (entre 600 y 800 €/ha, según la tasa de actualización) , lo que también se liga a un valor superior del TIR, que tomaría un valor ligeramente superior a 0,07, tal como se muestra en la figura 2.

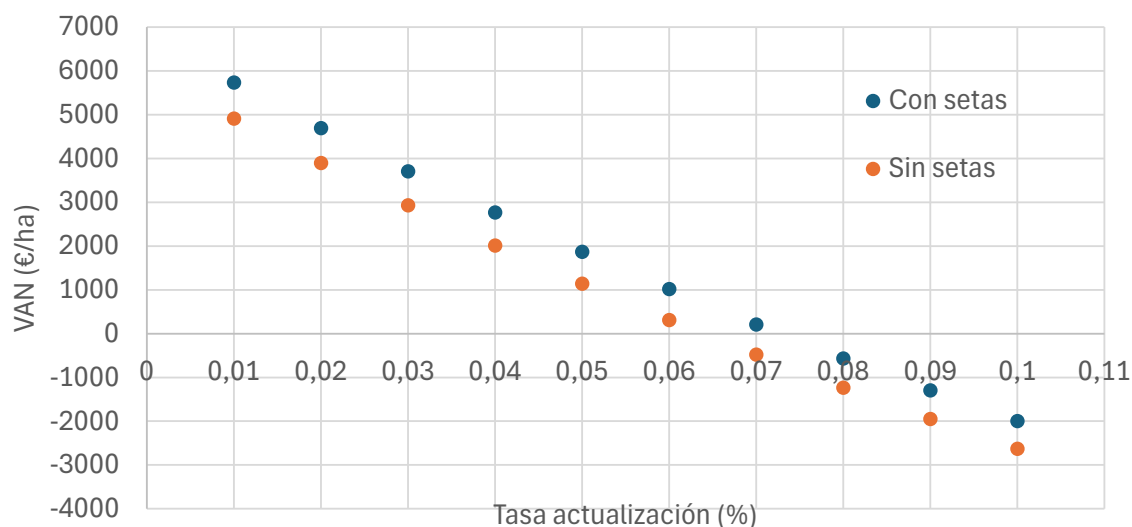


Figura 2. Valores promedios del VAN en las 24 parcelas en relación a la tasa de actualización considerada

Como conclusión, se aprecia que la prolongación del turno sería una decisión económica acertada, lo que deriva no solo del buen comportamiento de los crecimientos del pinar en los últimos 5 años, que además facilitan la inclusión de un mayor número de trozas en las categorías de calidad con valor mayor en pie. La prolongación supone en paralelo facilitar la continuidad de la recogida por parte de los comuneros en este monte, lo que puede suponer una continuidad en la obtención de rentas por los comuneros. Algunos comuneros comercializan ciertas cantidades, mientras que otros realizan recogida exclusivamente para consumo propio.

Anexo Técnico_Informe R6



Cogomelos+

INFORME GLOBAL PRODUCTIVIDAD MICOLÓGICA A 4/09/2024. GO COGOMELOS+

Una vez realizados todos los inventarios micológicos previstos en el proyecto, el número de parcelas y temporadas estudiadas son las siguientes:

- 4 parcelas iniciales (1, 2, 5 y 7) representativas de los 4 tratamientos de clara. Evaluada la productividad micológica durante 5 temporadas (19/20, 20/21, 21/22, 22/23 y 23/24).
- 8 parcelas adicionales correspondientes también a la procedencia neozelandesa y fuera de cercado (3, 4, 6, 8, 10, 11 y 12), evaluadas durante 3 temporadas (21/22, 22/23 y 23/24).
- 12 parcelas establecidas dentro del cercado (1C a 12C), evaluadas durante la última temporada 2023/24, aunque comenzaron a inventariarse ya el 12/04/2023, por lo que 6 visitas de primavera de 2023 corresponderían a la temporada anterior (2022/23).

Se han evaluado la productividad de las siguientes especies:

- Especies comercializable en aplicación del Real Decreto 30/2009, de 16 de enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario: *Boletus pinophilus*, *Boletus edulis*, *Hydnum repandum*, *Lactarius quieticolor*, *Imleria badia*, *Suillus luteus* y *Tricholoma portentosum*.
- Especies comestibles, aunque no incluidas en el real decreto anterior: *Clitopilus prunulus* y *Laccaria amethystina*.

El número de visitas y número de inventarios (evaluación de productividad de una parcela en una visita determinada) se muestra en la tabla 1 en relación a las distintas campañas. En total se han realizado 115 visitas y 1196 inventarios de parcelas.

Campaña	Visitas	Parcelas	Inventarios
2019/20	9	4	36
2020/21	20	4	80
2021/22	21	12	252
2022/23	23	12 (24 en 6 visitas de primavera)	348
2023/24	42	24	1008
Totales	115		1724

Tabla 1. Número de visitas realizado en cada campaña y correspondencia con el número de inventarios de parcelas

Los ejemplares recogidos en cada inventario se pesaban en fresco, midiéndose adicionalmente los diámetros. La productividad de cada campaña y para cada parcela se puede determinar sumando el peso de los carpóforos de todas las visitas correspondientes. El total de valores de productividad (en kg/ha año) ha sido por tanto de 56, lo que puede además desglosarse por especies.

En el caso de las parcelas dentro de cercado se dispone de 6 visitas adicionales en primavera de 2023, que corresponden a la temporada 2022/23, que estaría claramente incompleta, por lo que no se han considerado para el cómputo de la productividad por temporadas. Esa información resulta sin embargo útil para la comparativa de producciones primaverales de *Boletus pinophilus*.

Para comparar la productividad dentro y fuera de cercado, se han considerado los valores registrados para la campaña 2023/24, lo que equipara el periodo de observación para ambas zonas.

Productividad

Para especies comercializables, el valor de **productividad promedio** considerando todas las parcelas y todas las campañas (n=56) es de 58,8 kg/ha año ($\sigma=37,6$). El rango total de variación es de 0 (parcela 6 en temporada 21/22) a 147,6 (parcela 1C en la última temporada). El promedio considerando todas las especies comestibles es de 64,3 kg/ha año.

Como alternativa para calcular la productividad promedio, pueden considerarse las 24 parcelas por separado, otorgando por lo tanto el mismo peso a parcelas evaluadas durante 5 campañas y a otras evaluadas únicamente durante la última campaña). En ese caso, la productividad comercial promedio es de 63,4 kg/ha año ($\sigma=35,8$, n=24 observaciones). La parcela de mayor productividad seguiría siendo la 1C (evaluada solo una temporada). Las parcelas 3C, 7c y 10C también superaron los 100 kg/ha año, aunque en este caso el valor corresponde solo a una campaña. Las parcelas de menor productividad son la 6 (14,8 kg/ha año) y la 2 (18,8 kg/ha año).

La productividad promedio para las 7 especies comercializables, por orden de importancia, se muestra en la Tabla 2 (n=56 observaciones). Adicionalmente, *Clitopilus prunulus* alcanzaría una productividad promedio de 5,0 kg/ha año ($\sigma=9,4$, con valor máximo de 41,8 kg/ha año). En el caso de *Laccaria amethystina* se obtuvo una productividad media de 0,44 kg/ha año ($\sigma=0,74$, rango de 0 a 3,57 kg/ha año).

Especie	Promedio	σ	Mínimo	Máximo
<i>Boletus pinophilus</i>	24,7	25,1	0	89,7
<i>Hydnum repandum</i>	10,5	15,7	0	61,0
<i>Lactarius quieticolor</i>	6,9	12,3	0	68,0
<i>Suillus luteus</i>	6,8	11,5	0	47,0
<i>Boletus edulis</i>	5,1	8,3	0	47,2
<i>Imleria badia</i>	4,1	6,9	0	34,8
<i>Tricholoma portentosum</i>	0,8	1,6	0	8,7

Tabla 2. Productividad media por especie considerando todas las parcelas y campañas (n=56)

Puede observarse cómo los valores mínimos observados son 0 para todas las especies, lo que quiere decir que al menos en una de las 56 observaciones la productividad evaluada resultó nula. Las producciones nulas resultaron mucho más frecuentes para las especies menos representadas (50% de las observaciones) y muy poco frecuentes en las especies con mayor relevancia productiva (20% en los casos de *Hydnum repandum* o *Boletus pinophilus*)

La **variabilidad interanual** de la productividad se puede estudiar con una serie de datos de 5 años en el caso de 4 parcelas, en las que se han obtenido los resultados que indica la tabla 3.

Parcela	19/20	20/21	21/22	22/23	23/24
---------	-------	-------	-------	-------	-------

1	46,1	65,0	33,2	71,5	139,5
2	4,6	16,0	22,9	16,7	35,2
5	76,5	93,6	56,9	90,3	82,1
7	64,2	105,9	49,1	107,9	75,6
Promedios	47,8	70,1	40,5	71,6	83,1

Tabla 3. Serie de productividades anuales a lo largo de 5 campañas para las 4 parcelas con un periodo más largo de inventario.

Las parcelas con una variabilidad interanual mayor son la 1 y la 2 (CV=58% en ambos casos). En la parcela 2, en la mejor campaña se multiplica la productividad $\times 7,6$ en relación a la peor, siendo ese valor de 4,2 en la parcela 1. La variabilidad es claramente inferior en la parcela 7 (CV=32%, la mejor campaña supone multiplicar $\times 2,2$ la peor) y en la 5 (18%, mejor campaña supone 1,6 veces la productividad de la peor). Considerando las 4 parcelas conjuntamente, el CV es lógicamente más reducido (CV=28%), lo que supone bastante estabilidad si se compara con otras series de datos (Pereira-Espinel et al, 2022).

La campaña que marca la máxima productividad de cada parcela no es coincidente (23/24 en las parcelas 1 y 2), temporada 20/21 en la parcela 5, temporada 22/23 en la parcela 7. La peor campaña es la 21/22 en 3 de las parcelas, pero no ocurre lo mismo en la parcela 2.

La variabilidad interanual puede analizarse también por especie, considerando las mismas parcelas anteriores, que presentan una serie de 5 campañas. En este caso se ha evaluado el promedio para cada especie en las cinco parcelas, indicándose su evolución en el tiempo en la tabla 4. Se aprecia que la variabilidad así analizada es más fuerte, seguramente porque las diferentes condiciones óptimas de micetación de cada especie se cumplen en diferente grado con la climatología de cada año. Las especies con menor variabilidad interanual son *Boletus pinophilus*, *Lactarius quieticolor* y *Boletus edulis*. En el caso de *Hydnum* o de *Imleria badia*, sin embargo, se produce una muy alta variabilidad interanual.

Especie	19/20	20/21	21/22	22/23	23/24	CV (%)
<i>Boletus pinophilus</i>	19,0	18,6	24,1	44,0	40,9	41,8
<i>Hydnum repandum</i>	2,2	6,7	5,3	8,0	21,6	85,4
<i>Lactarius quieticolor</i>	7,8	5,4	4,2	4,9	2,1	42,3
<i>Suillus luteus</i>	13,9	32,8	5,0	9,0	11,1	75,4
<i>Boletus edulis</i>	4,0	1,8	0,9	1,8	2,7	52,6
<i>Imleria badia</i>	0,0	1,7	0,6	1,3	3,3	89,7
<i>Tricholoma portentosum</i>	0,9	3,2	0,3	2,5	1,0	76,4

Tabla 4. Evolución por especie de la productividad promedio en las parcelas 1, 2, 5 y 7. CV denota el coeficiente de variación interanual

Efecto del cercado

El análisis del efecto conjunto de los tratamientos (cercado y tipos de clara) se ha realizado mediante un ANOVA de dos vías, aplicado exclusivamente para la temporada 2023/24, única disponible tanto fuera como dentro del cercado, sin que se hayan detectado diferencias significativas para el cercado. Los promedios de productividad son de hecho

bastante similares, 75,8 kg/ha año dentro del cercado, siendo de 78,1 kg/ha año fuera del cercado. Dada la importante variabilidad de producciones de unas parcelas a otras, las diferentes especies tampoco mostraron diferencias significativas, salvo en el caso de *Suillus luteus* ($p=0,034$), cuya producción fuera del cercado fue significativamente superior.

Productividad	Fuera de cercado	Dentro de cercado
Total comercial	75,1 ($\sigma=36,7$, rango 23,6-139,5)	73,8 ($\sigma=44,5$, rango 28,0-147,6)
<i>Boletus pinophilus</i>	34,5 ($\sigma=28,4$, rango 0-81,2)	22,8 ($\sigma=30,9$, rango 0-89,7)
<i>Hydnum repandum</i>	14,3 ($\sigma=18,5$, rango 0-59,4)	24,7 ($\sigma=21,9$, rango 0-61)
<i>Lactarius quieticolor</i>	9,6 ($\sigma=19,3$, rango 0-68)	7,2 ($\sigma=10,4$, rango 0-33,6)
<i>Suillus luteus</i>	7,1a ($\sigma=9,7$, rango 0-28,7)	1,2b ($\sigma=2,6$, rango 0-9,1)
<i>Boletus edulis</i>	3,6 ($\sigma=5,2$, rango 0-13)	10,3 ($\sigma=13,6$, rango 0-47,2)
<i>Imleria badia</i>	5,7 ($\sigma=9,9$, rango 0-34,8)	7,6 ($\sigma=6,5$, rango 0-21,3)
<i>Tricholoma portentosum</i>	0,66 ($\sigma=1,15$, rango 0-3,45)	0,03 ($\sigma=0,08$, rango 0-0,25)

Tabla 4. Comparativa de productividad micológica dentro y fuera del cercado para la temporada 2023/24 (n=24). Letras diferentes indican diferentes grupos según el test de Tukey.

Dado que las diferencias entre la productividad de la zona cercada a la zona abierta pueden atribuirse a la recolección con fines de uso propio o comercial, realizada en la zona, de la información recogida se desprende que dicha actividad por parte de terceros no tiene un impacto relevante en el inventario de productividad total comercializable que se está aplicando en el área abierta.

Sin embargo, el análisis por especies, aunque arroje resultados no significativos, sí que indica una menor productividad de *Boletus edulis* fuera de cercado (2,9 veces inferior en el área abierta), lo que quizás podría derivarse de que esta es la especie más conocida por los recolectores. Los recolectores comerciales reconocen y recogen habitualmente ambas especies de *Boletus* al mismo tiempo, pero el impacto de recolección no puede establecerse al presentar la zona abierta una mayor productividad de esta especie que el área cercada.

La recolección comercial también podría estar incidiendo sobre *Hydnum repandum*, especie de muy fácil identificación y cuya productividad dentro del cercado resulta ser 1,7 veces superior a la que se registra en el área abierta. Para el resto de especies no parece de ningún modo que pueda intuirse una recogida comercial relevante.

Efecto del tratamiento de clara

El efecto del tratamiento de clara puede analizarse para 3 temporadas, siendo el número de parcelas disponibles variable. Para la temporada 2023/24 se dispone de 12 parcelas fuera del cercado y 12 parcelas dentro del cercado, pudiendo abordarse el ANOVA de dos vías que se ha indicado en el apartado anterior. Los resultados para esa campaña se muestran en la tabla 5.

Productividad	Clara fuerte	Clara de selección	de	Clara débil	Testigo
---------------	--------------	--------------------	----	-------------	---------

Total comercial	88,1	76,3	67,1	66,2
<i>Boletus pinophilus</i>	46,6	33,6	12,9	21,4
<i>Hydnum repandum</i>	24,9	14,9	11,5	26,1
<i>Lactarius quieticolor</i>	5,4	3,8	22,7	1,6
<i>Suillus luteus</i>	2,0	8,9	4,2	1,6
<i>Boletus edulis</i>	5,7	10,2	6,7	5,0
<i>Imleria badia</i>	3,1	4,5	9,0	9,8
<i>Tricholoma portentosum</i>	0,30	0,42	0,09	0,57

Tabla 5. Productividades promedio en función de los tratamientos de clara para la campaña 2023/24, considerando conjuntamente las parcelas de dentro y fuera de cercado (n=6 observaciones por cada tipo de clara)

A pesar de que no ha sido posible declarar diferencias significativas, parece evidente que, en el caso de las dos especies del género *Boletus* conjuntamente, las parcelas testigo solo llegan a producir en promedio un 50% (la mitad) de lo que podría esperarse en las parcelas afectadas por clara fuerte y un 63% de lo esperable en las claras de selección. Como especies no afectadas en absoluto por la acumulación de biomasa y árboles muertos característica de las parcelas testigo, en las que incluso llegan a producir más, podemos citar a *Hydnum repandum* o *Imleria badia*, clasificables por tanto como indiferentes en cuanto a la apertura de cubierta arbórea.

Para las temporadas 2021/22 y 2022/23 también podría analizarse el efecto del tratamiento de clara, en este caso en las 12 parcelas de fuera del cercado. Si excluimos la primera de las temporadas citadas, en la que varias parcelas sufrieron un fuerte impacto por el desbroce mecanizado, se ha aplicado análisis de varianza de una vía a la temporada 2022/23 (n=12), no obteniéndose diferencias significativas para la productividad total comercial, aunque sí para *Lactarius quieticolor* (p=0,037). Los resultados promedio obtenidos se muestran en la tabla 6.

Productividad	Clara fuerte	Clara selección	de	Clara débil	Testigo
Total comercial	48,6	79,1		70,6	46,9
<i>Boletus pinophilus</i>	23,5	49,2		27,5	24,0
<i>Hydnum repandum</i>	8,0	4,5		1,7	4,9
<i>Lactarius quieticolor</i>	6,2ab	0,8b		25,4a	4,7ab
<i>Suillus luteus</i>	6,2	12,3		0,9	3,7
<i>Boletus edulis</i>	2,7	9,9		1,9	0,8
<i>Imleria badia</i>	0	1,5		11,6	7,4
<i>Tricholoma portentosum</i>	1,92	0,86		1,55	1,42

Tabla 6. Productividades promedio en función de los tratamientos de clara para las campañas 2021/22 y 2022/23 tomadas conjuntamente en las parcelas de fuera del cercado (n=6 observaciones por cada tipo de clara). Letras diferentes indican diferentes grupos según el test de Tukey.

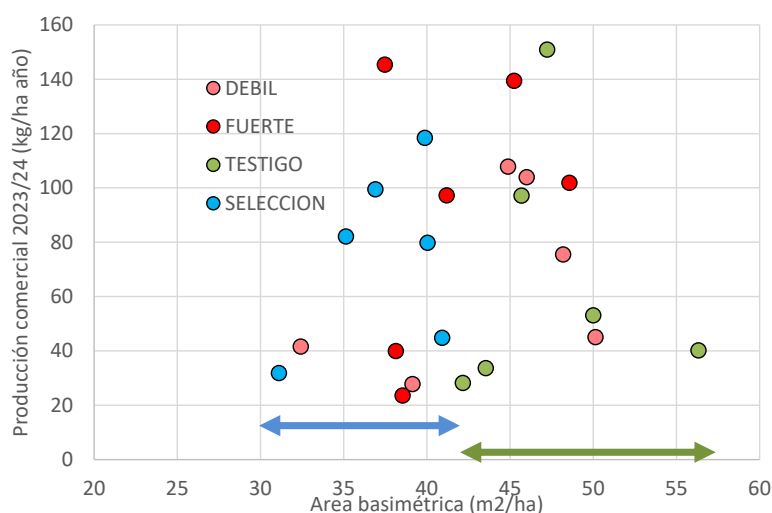
Fuera del cercado y en esas dos campañas se aprecia que las parcelas en clara de selección tienen muy alta productividad en ambos *Boletus*, mientras que las parcelas de clara fuerte no son tan productivas como en el análisis anterior. La productividad de ambos *Boletus* en las parcelas testigo es de un 65% de la que se obtendría en las parcelas intervenidas en clara (tratando conjuntamente los 3 tipos de clara). Parece corroborarse en este caso la independencia de las producciones de *Imleria badia* o de *Hydnum repandum* respecto a la apertura de cubierta de copas que determinan las claras.

Efecto del área basimétrica y de la ubicación de la parcela

El hecho de que el tratamiento de clara no presente resultados significativos puede hacer pensar que el nivel de densidad de las parcelas, evaluados en forma de área basimétrica (G , m^2/ha), pueda no estar condicionado ya por unas intervenciones de clara que se realizaron a los 12 y 19 años (hace ya por tanto 13 años de la última intervención). Sin embargo, el ANOVA de dos vías aplicado al valor de G del inventario de 2021 muestra un efecto significativo tanto de la zona ($p=0,0126$) como del tratamiento ($p=0,0103$), sin que la interacción resulte significativa.

El cercado, que correspondería a la procedencia gallega, presenta un valor de G significativamente menor ($G=39,3 m^2/ha$) frente a la zona abierta, que corresponde a material neozelandés ($G=45,0 m^2/ha$). El efecto de los tratamientos hace que las parcelas con menor G sean claramente las de clara de selección (promedio global de $37,3 m^2/ha$), seguidas de clara fuerte ($41,5 m^2/ha$), clara débil ($43,5 m^2/ha$) y el tratamiento testigo ($47,5 m^2/ha$).

A pesar de estas diferencias de densidad, que deriva de los distintos tratamientos aplicados, el ANOVA de dos vías considerando G como covariable tampoco declaró diferencias significativas en la productividad micológica entre tratamientos de clara o por efecto del cercado. La relación gráfica entre área basimétrica y productividad micológica puede observarse en la siguiente figura:



El hecho de que el tratamiento de clara no presente resultados significativos puede deberse también a las ubicaciones de las parcelas respecto de los bordes de la plantación. En ese sentido, cuatro de las parcelas se ubican precisamente en esquinas de masa (parcelas 1, 10, 1C y 3C) presentando por tanto el cortafuegos bordeando dos de sus lados, siempre con un buffer de dos líneas de arbolado que se consideró en el momento de instalación. Por otro lado, diez parcelas se ubican en posición de borde (cortafuegos por uno de sus lados), mientras que las 10 parcelas restantes estarían en el interior de la masa.

Para las parcelas de dentro del cercado, realizando un ANOVA de una vía para la temporada 2023/24 y considerando el factor Posición de la parcela, con 3 niveles, esquina, borde e interior se obtiene un efecto muy significativo sobre la producción total comercial ($p=0,0033$), así como para las dos especies comerciales de mayor importancia individualmente ($p=0,0057$ para *Hydnum repandum* y $p=0,0350$ para *Boletus pinophilus*). Los resultados se muestran en la tabla 7. No se obtuvieron diferencias significativas para G.

Productividad	Esquina (n=4)	Borde (n=10)	Interior (n=10)
Total comercial	147,6 a	115,5ab	48,9b
<i>Boletus pinophilus</i>	89,6a	29,3ab	11,9b
<i>Hydnum repandum</i>	43,4ab	51,0a	12,5b
<i>Lactarius quieticolor</i>	0	4,9	9,0
<i>Suillus luteus</i>	2,3	3,0	0,4
<i>Boletus edulis</i>	0	16,3	9,3
<i>Imleria badia</i>	12,2	11,0	5,7
<i>Tricholoma portentosum</i>	0,11	0	0,03

Tabla 7. Productividades micológicas en función de la ubicación de las parcelas para la campaña 2023/24. Letras diferentes indican diferentes grupos según el test de Tukey

En las parcelas fuera del cercado no se han obtenido efectos significativos, ni sobre el total comercial ni sobre cada una de las especies por separado. Los análisis empleando el área basimétrica como covariable no aportaron mejoras.

Efectos de los desbroces

Las parcelas de ensayo se han desbrozado en distintos momentos y con distintos medios de desbroce, tal y como se resume en la tabla 8

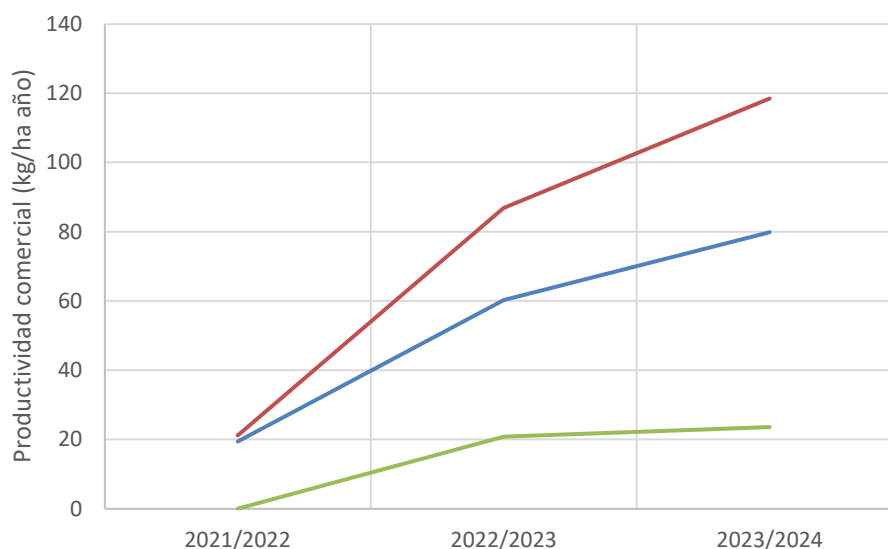
Parcelas	2019	2020	2021	2022	2023
1, 2, 5 y 7	Frutero	M	M	M	M
3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 y 12			Cruzado convencional y frutero	M	M
1C, 2C, 3C, 11C y 12C					RoboEVO
4C, 5C, 6C, 7C, 8C, 9C y 10C					Frutero

Tabla 8. Tipos de desbroce aplicados en las parcelas a lo largo del tiempo.

Dentro del cercado, la comparativa entre el desbroce mediante RoboEVO y el uso de un tractor frutero muestra efectos significativos ($p=0,09$) para la productividad total comercial, que es del orden del doble para el primer tipo de desbroce (99,4 kg/ha año frente a 55,4). El efecto es particularmente significativo en el caso de *Boletus pinophilus* ($p=0,0021$), cuya productividad es marcadamente superior en las parcelas desbrozadas con el robot ligero (50,4 kg/ha año frente a 2,9).

En el área abierta sin embargo no se obtienen diferencias significativas entre tipos de desbroce, lo que quizás puede derivar de que en algunas parcelas el suelo resultó mucho más perturbado que en otras. Así, las parcelas 3, 4 y 6, en las que se apreció de visu un alto nivel de perturbación, presentaron una productividad promedio tan solo de 13,5 kg/ha año

en la temporada 2021/22, inmediatamente posterior al desbroce cruzado. La parcela 6 presentó una productividad nula en esa campaña. La productividad fue luego recuperándose progresivamente en esas 3 parcelas, como se muestra en la figura X.



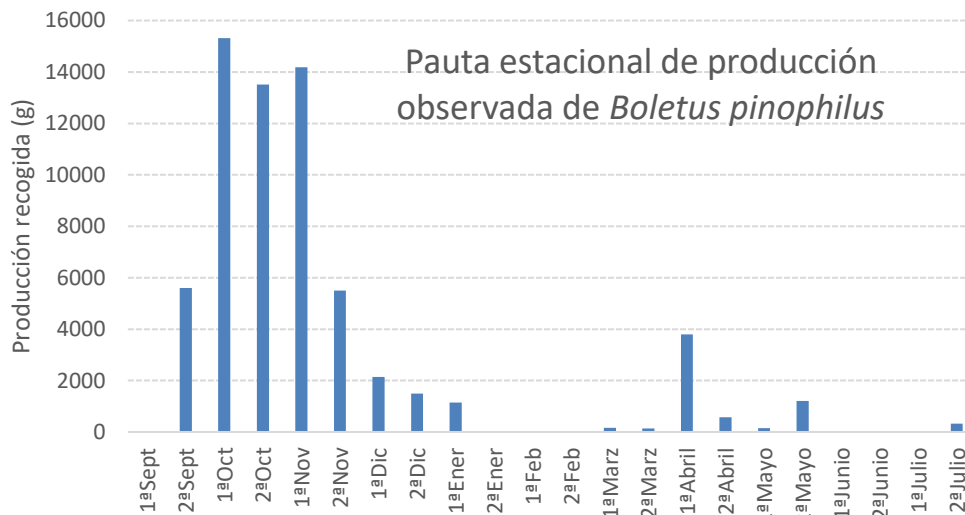
Análisis de productividad por especies

Productividad de *Boletus pinophilus*. Esta es sin duda la especie con una mayor contribución a la productividad total de especies comercializables (42%) y de la total de comestibles (39%). Las recogidas en los inventarios se realizaron considerando un diámetro mínimo de 5 cm. En total se recolectaron 343 ejemplares en todos los inventarios, que totalizaron 65,3 kg. El peso promedio fue de 190,5 g ($\sigma=152,6$, rango 5,6-1328,6g).

Esta especie aporta productividad en la inmensa mayoría de las parcelas (20), por lo que únicamente fueron cuatro las parcelas en que no se recogieron ejemplares: la 9 fuera de cercado, que tiene un seguimiento de 3 campañas y las 5C, 8C y 9C dentro de cercado, que se evaluaron solo en 2023/24.

La pauta de micetación muestra dos temporadas claramente definidas, como se muestra en la Figura 1: la otoñal, que representa globalmente el 90% del total, con comienzo en septiembre y valores máximos en octubre y noviembre y la primaveral, que resulta muy irregular pero aporta en promedio aporta el 10% restante y corresponde a los meses de abril y mayo fundamentalmente, pero que puede extenderse a meses más avanzados.

La irregularidad de las producciones primaverales puede derivarse de la información recogida durante cinco campañas en las parcelas 1, 2, 5 y 7. La producción media primaveral de *Boletus pinophilus* resultó de 14,8 kg/ha año en esas parcelas, pero el coeficiente de variación interanual fue del 73%, con una campaña en la que no se observó producción alguna.

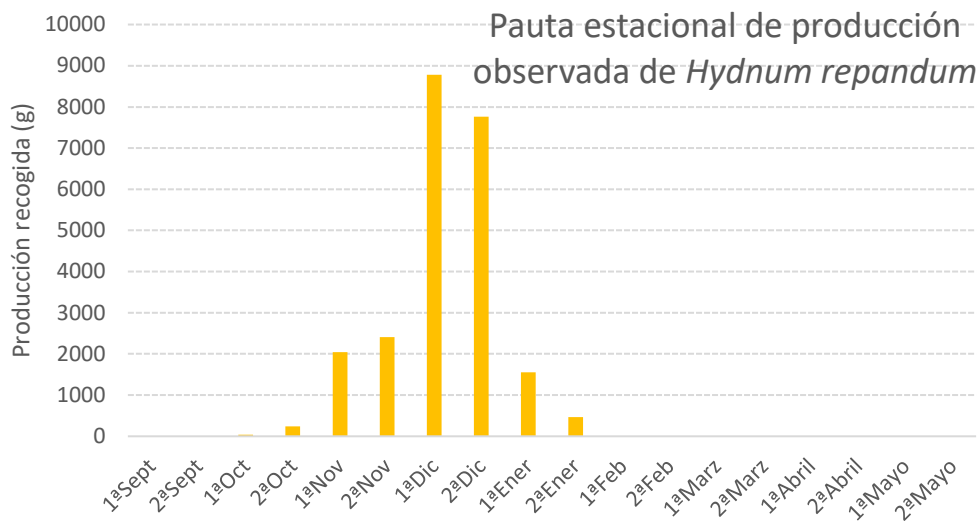


Productividad de *Hydnum repandum*. Se trata de la segunda especie en orden de importancia, aportando un 17,3% de la productividad total de especies comercializables y un 15,8% del total evaluado para especies comestibles. Las recogidas en los inventarios se realizaron considerando un diámetro mínimo de 3 cm fuera del cercado, si bien dentro del cercado, por ser conocida la buena capacidad de los carpóforos para conservarse durante un tiempo sin pudriciones, se dejaron crecer para recogerse con mayor peso. En todo caso, la diferencia de peso promedio individual para la campaña 2023/24 de dentro (12,3 g/ejemplar) a fuera del cercado (10,5 g/ejemplar) es muy reducida.

En total se recolectó un total de 23,5 kg en todos los inventarios, que totalizaron 1966 ejemplares. El peso promedio fue de 12 g. El ejemplar recogido de mayor dimensión pesó en fresco 57 g.

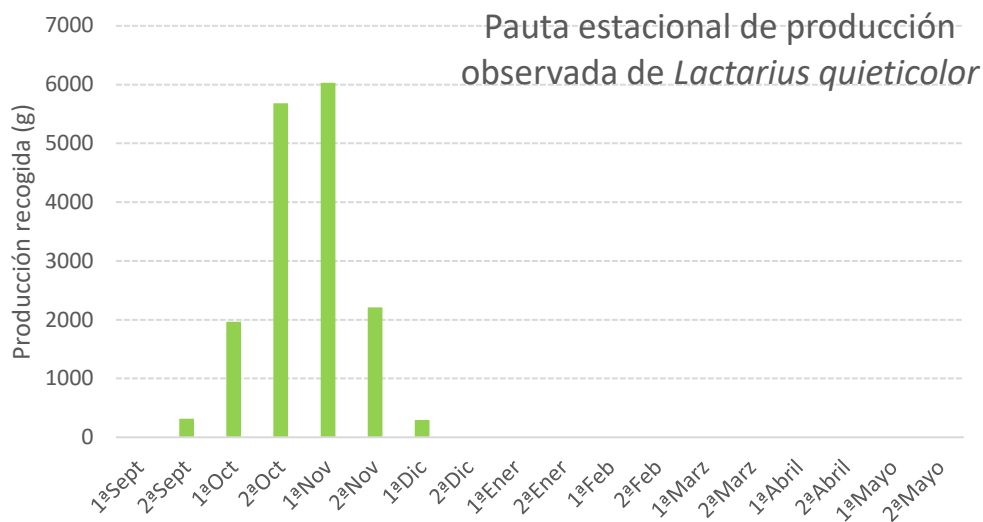
Esta especie aporta productividad en todas las parcelas salvo en la 9C (que ha sido evaluada solo en la temporada 2023/24), si bien en algunos casos (parcelas 3, 4 y 9 de fuera de cercado), los valores son muy reducidos y solo se producen en una de las 3 campañas en que estas parcelas se han inventariado.

La pauta estacional de micetación de esta especie es claramente de fines de otoño y principios de invierno, con máximo muy marcado en el mes de diciembre, como puede apreciarse en la figura 2.

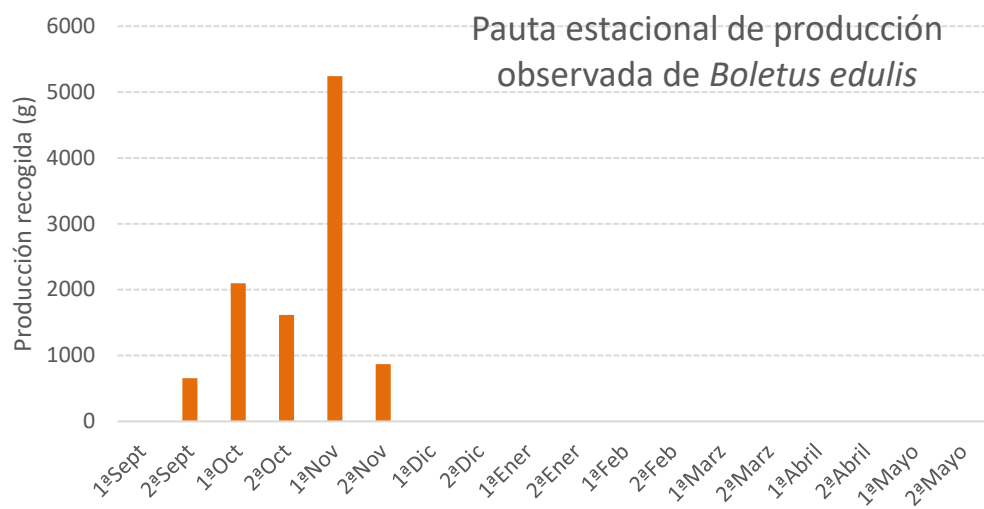


Productividad de *Lactarius quieticolor*. Se trata de la tercera especie en orden de importancia productiva, aportando un 11,7% de la productividad total de especies comercializables y un 10,7% del total evaluado para especies comestibles. Las recogidas en los inventarios se realizaron considerando un diámetro mínimo de 3 cm. En total se inventariaron 744 ejemplares, que totalizaron 16492 g, lo que arroja un promedio de 22,2 g/ejemplar.

En 8 de las 24 parcelas no se obtuvo ninguna productividad de *Lactarius quieticolor*, si bien 5 de ellas son parcelas dentro del cercado, que se han evaluado solo durante una campaña. La pauta de micetación es exclusivamente otoñal, con un máximo marcado en octubre y noviembre.



Productividad de *Boletus edulis*.



Anexo Técnico_Informe R7



Cogomelos+

INFORME DE ADAPTACIÓN DEL
MODELO SELVÍCOLA PF1 Y
MEJORAS PROPUESTAS DE
TRATAMIENTOS
MICOSELVÍCOLAS EN EL MARCO
DEL PINO RADIATA

Septiembre 2024

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	OBJETIVOS	2
3.	MODELOS SELVÍCOLAS PF1 Y PR2	3
	<i>Pinus radiata</i> (PR2)	3
	Producción multifuncional PF1	4
4.	PROPUESTA DE MODELO SELVÍCOLA DE PINUS RADIATA CON PRODUCCIÓN MICOLÓGICA	5

1. INTRODUCCIÓN

Existe la necesidad de aplicar una gestión forestal sostenible en las masas forestales, siempre acorde con los objetivos medioambientales, socialmente beneficiosa y económicamente viable. Para la consecución de estos objetivos existen los Instrumentos de Ordenación y Gestión Forestal.

La ley 7/2012 contempla los diferentes instrumentos de ordenación y gestión forestal que tienen como principal objetivo garantizar la persistencia de la masa, optimizando las utilidades de la misma.

Como herramienta de gestión se señalan los modelos selvícolas o de gestión forestal orientativos como herramientas de gestión forestal para la gestión y aprovechamiento basados en las distintas especies existentes y los objetivos de gestión que se pretendan.

Los modelos selvícolas son una herramienta de gestión orientativa que describe los tratamientos selvícolas que se han de llevar a cabo según el objetivo final de la masa. En función de la especie arbolada los tratamientos son diferentes adaptándolos a las necesidades de la especie, así como de los objetivos de producción que se pretenden alcanzar, tanto respecto de madera como de otros aprovechamientos forestales o servicios ecosistémicos.

La Orden 9 de febrero, de 2021 por la que se modifica el anexo I de la Orden de 19 de mayo de 2014 por la que se establecen los modelos silvícolas o de gestión forestal orientativos y referentes de buenas prácticas forestales para los distritos forestales de Galicia, recoge un total de 38 modelos selvícolas.

En ocasiones los objetivos del bosque final son múltiples, buscando la producción de diversos productos compatibles entre sí. Es el caso de la producción multifuncional micosilvícola de hongos y de madera, mediante la simbiosis del micelio y las raíces de los árboles. El modelo selvícola PF1 propone las actuaciones a realizar para la producción de hongos en masas del género *Pinus*. La producción y diversidad de hongos silvestres dependen del medio donde viven y de las especies que lo conforman. En este caso, se han evaluado las masas de *Pinus radiata* y en concreto un pinar de 32 años de elevada productividad.

Para la referida especie (pino insigne) se describen tres modelos selvícolas en función del objetivo final de la masa; para madera de trituración (PR1), para madera de sierra y chapa (PR2) y para madera técnica a turno corto (PR3). Observadas las características dasocráticas actuales de la masa tomamos como referencia el modelo PR2 para los objetivos de producción en términos madereros.

2. OBJETIVOS

Con el presente documento se pretende:

- Evaluar los tratamientos selvícolas definidos en los modelos PR2 y PF1.

- Proponer mejoras para la producción multifuncional micoselvícola de setas y madera en masas de *Pinus radiata*.

Una adecuada gestión forestal conlleva a:

- Aprovechar y conservar los recursos micológicos y maderables a través de su uso sostenible.
- Aumentar el potencial económico del monte.
- Satisfacer la demanda de los consumidores.
- Potenciar el uso social de forma regulada.

3. MODELOS SELVÍCOLAS PF1 Y PR2

Se analizan los modelos selvícolas de producción multifuncional de hongos y de madera (PF1) y la producción de madera de sierra y chapa (PR2).

Pinus radiata (PR2)

- Objetivo: madera de sierra y chapa con 250-300 pies/ha de calidad en la corta final
- Densidad de plantación: 714-1000 plantas/ha.
- Podas: hasta 2,5-3 m cuando tengan un diámetro normal (dn) de 10 cm y una posterior hasta 5,5-6 m cuando alcancen una altura de 12-15 m y el diámetro normal sea de 18 cm.
- Clareos: a los 7-8 años hasta dejar 600-900 pies/ha.
- Claras: entre los 10-15 años hasta dejar 500-600 pies/ha. Posteriormente entre los 15-25 años hasta dejar 250-300 pies/ha.
- Turno: a los 30-35 años.
- Método de corta final: corta a hecho o corta a hecho en dos tiempos.



Ilustración 4: Modelo selvícola *Pinus radiata* (PR2) (Fuente: Xunta Galicia)

Producción multifuncional PF1

- Plantación: variable en función de las especies empleadas en la plantación. 1000-1500 pies/ha. Se recomienda el empleo de planta micorrizada.
- Podas: hasta los 2,5-3 m cuando el diámetro normal sea de 10 cm.
- Clareos: en caso de regeneración natural se realiza en los primeros años para alcanzar una densidad de 1000-1500 pes/ha.
- Claras: se realizan dos o tres claras para llegar a una densidad final de 300-500 pies/ha. Posibilidad de micorrización de masas establecidas.
- Turno: el de la especie principal de la masa.
- Método de corta final: cortas por aclareo sucesivo uniforme, por fajas o por bosquetes.



Ilustración 5: Modelo selvícola Producción multifuncional; micoselvícola y madera (PF1) (Fuente: Xunta de Galicia)

Aparentemente no se aprecian diferencias muy significativas entre los dos modelos en cuanto a la aplicación de los tratamientos selvícolas.

El modelo PF1 evalúa unos tratamientos selvícolas genéricos sin tener en cuenta la especie principal ni las producciones de hongos en función de esta. El turno establecido es en función de la especie principal sin considerar el tipo de especies de hongos que se desarrollan en función de la edad de la masa arbolada. El modelo PR2 se centra en aplicar tratamientos selvícolas que aumenten la producción de madera.

Dado que los hongos y los árboles son organismos que viven en simbiosis, se debe tener en cuenta que las intervenciones que se apliquen en la masa arbolada afectarán radicalmente a la producción micológica. También se debe tener en cuenta que, dependiendo del tipo de tratamiento selvícola realizado, fructificarán unas especies u otras de setas, siendo esperable que las más heliófilas lo hagan con niveles menores de densidad del arbolado y las más umbrófilas incluso con densidades elevadas.

Las formaciones vegetales, su edad y su estructura, determinan las especies de hongos que las acompañan (*Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Castilla y León*). En ese sentido, se sabe que las diferentes etapas de desarrollo de los rodales forestales producen micetaciones de especies micorrízicas que se clasifican en especies de primeros estadíos (con pocas especies de relevancia económica o de interés como comestibles), de estadíos intermedios o de rodales maduros.

4. PROPUESTA DE MODELO SELVÍCOLA DE PINUS RADIATA CON PRODUCCIÓN MICOLÓGICA

La gestión de las masas arbóreas con la finalidad de optimizar la producción micológica, es una de las claves que comienza a tener importancia. Se puede denominar como una “selvicultura fúngica” (*Martínez de Azagra y Oria de Rueda, 1996*).

A continuación, se indican los tratamientos selvícolas propuestos para un modelo que integre la producción de madera de calidad de *Pinus radiata* junto con la producción de setas.

Plantación

- Elección de la especie principal arbórea: *Pinus radiata* (pino insignie) valorando el lugar de procedencia.
- Densidad de Plantación: densidad inicial 1000 pies/ha con planta micorrizada en vivero y mejorada genéticamente. En caso de regeneración natural >3000 pies/ha.

Mantenimientos

- Desbroces: Desbroces por calles (manuales o mecanizados) cada dos años manteniendo una FCC del estrato arbustivo en torno al 15% en todos los estados de la masa. El mantenimiento

de un subpiso libre de matorral es importante para fomentar la productividad micológica futura.

- Reposición de marras: Cuando la densidad de marras sea mayor del 10%, se realizará una reposición de marras.

Tratamientos selvícolas

- Clareos: En caso de regeneración natural clareo sistemático con el fin de dejar una densidad de 1000 pies/ha.
- Podas: Poda baja hasta 3 m de altura cuando el diámetro normal (dn) alcance los 10 cm y una poda alta hasta 6 m de altura cuando el diámetro normal sea entre 18-20 cm. Se realizará tras la primera clara. Las podas permiten abrir la cubierta de copas y favorecen a los hongos más heliófilos, entre los que se encuentran la mayoría de los de relevancia económica.
- Claras: Primera clara fuerte por lo bajo entre los 15 años con un peso del 30% de los pies, dejando una densidad de 700 pies/ha. Segunda clara a los 25 años extrayendo un peso del 35% de los pies dejando una densidad de 450 pies/ha. Ha de evitarse producir una perturbación importante del suelo, ya que ello reduce la productividad micológica. La elección de la maquinaria correcta en cuanto a peso y presión de los neumáticos sobre el suelo resulta crucial.

Corta de regeneración

- Turno: 35 a 40 años. Se trata de un turno que permite prolongar el periodo de producción de Boletus de mayor relevancia (edades mayores de 20 años en pino radiata) sin llegar a situaciones de posible decrepitud del arbolado, que se ha observado que reduce la productividad micológica.
- Método de beneficio: Cortas a hecho en cualquiera de sus modalidades, siendo posible la corta a hecho en dos tiempos o corta a hecho en fajas, con el objetivo de mantener la productividad micológica sin que exista un parón relevante en el rodal cortado a hecho para esperar a que la nueva plantación llegue a una edad mínima.

Se propone una densidad inicial de 1000 pies/ha ya que es la densidad estándar para que los fustes crezcan rectos.

Los desbroces en las primeras edades serán “a hecho” para favorecer el desarrollo de las plántulas, reduciendo la competencia interespecífica por la luz y los nutrientes. A partir del estado de repoblado,

se realizarán desbroces frecuentes con el objetivo de facilitar el acceso a la masa, reducir el riesgo de propagación de incendios forestales y permitir la entrada de luz solar a la superficie del suelo.

Teniendo en cuenta las especies arbustivas que dominan el terreno junto con las condiciones climáticas de la zona y la capacidad de rebrote, se prevé que el rebrote sea rápido e intenso, por ello se propone la realización de desbroces por calles con períodos de rotación de 3 años manteniendo una FCC 15%, con el objetivo de mantener la humedad del suelo y generar cobijo a otras especies, facilitando el desarrollo de diversos hongos (Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Castilla y León).

Los clareos se realizan con el fin de reducir la densidad de la masa.

Las podas bajas se planifican con el propósito de evitar la propagación de incendios forestales mediante la eliminación de la continuidad vertical y horizontal del combustible, facilitar el acceso por la masa para futuros aprovechamientos y favorecer la entrada de luz solar.

La poda alta se realiza hasta una altura de 6 m cuando la masa alcanza el estado de fustal bajo tras la realización de la primera clara. El objetivo principal es mejorar la calidad futura del fuste en relación a su conformación, mejorar la calidad futura de la madera favoreciendo el crecimiento radial sin nudos además de reducir la continuidad horizontal y vertical de los combustibles y facilitar la incidencia de luz solar en el suelo.

Se proyectan dos claras de tipo fuerte por lo bajo que afecte al dosel, abriendo huecos con el fin de que los pies arbóreos puedan expandir su copa y por tanto aumentar el crecimiento en diámetro, además de facilitar la puesta en luz de la superficie favoreciendo el desarrollo de las especies micológicas. La rotación de las claras es de 10 años ya que es el período aproximado que tarda la especie en volver a cerrar el dosel.

La edad de madurez será lo más elevada posible, próxima al turno físico, tanto para obtener productos maderables de mayor volumen como para mantener una cubierta forestal continua que favorezca la proliferación de setas. Por este motivo se fija un turno de 35 a 40 años, siempre que el estado fitosanitario de la masa lo permita.

Al tratarse de una especie de temperamento de luz se proponen las cortas a hecho en cualquiera de sus modalidades con el fin de regenerar la masa adulta, aunque también se considera viable la realización de cortas a hecho en dos tiempos con el fin de dejar pies extramaduros que mantengan la proliferación y el desarrollo de las setas.

Anexo Técnico_Informe R8



Cogomelos+

INFORME DIRECTRICES PARA EL INVENTARIO DE PRODUCTIVIDAD MICOLÓGICA PARA LA INCLUSIÓN DEL APROVECHAMIENTO EN LOS INSTRUMENTOS DE ORDENACIÓN FORESTAL

Septiembre 2024

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	OBJETIVOS	2
3.	REGULACIÓN APROVECHAMIENTO MICOLÓGICO	4
4.	PROYECTO DE ORDENACIÓN FORESTAL.....	4
5.	PROPUESTAS DE MEJORA	6
5.1.	Identificación del tipo de responsable del aprovechamiento micológico.....	6
5.2.	Registro público de predios con posibilidad de aprovechamiento micológico	6
5.3.	Establecer criterios comunes de inventario de recursos micológicos	7
5.4.	Evaluación económica potencial de la producción de setas.....	7

1. INTRODUCCIÓN

La actividad micológica en Galicia no es algo que actualmente se tenga en cuenta en la mayoría de los montes y terrenos privados. La producción de madera para diversos destinos ha sido y es el producto comercializado por excelencia, sin embargo, existe un notable aumento de la demanda de setas que pone en valor la producción de los montes gallegos.

Es necesario buscar los valores múltiples del monte, complementando los aprovechamientos principales con los secundarios, y en la medida que sea necesario modificar la gestión de aquellos en aras de una productividad global mayor.

Los proyectos de ordenación son los documentos de gestión que planifican en el tiempo y en el espacio las actuaciones en el monte para conseguir los objetivos deseados, es por eso que es necesario implementar los aprovechamientos secundarios en los objetivos planteados en los proyectos de ordenación.

La fase de inventario, previa a la planificación, debe reflejar con propiedad la potencialidad productiva del monte, con el fin de que puedan ser evaluadas adecuadamente las alternativas de gestión planteadas.

En los informes de resultados previos, parece evidente que en las condiciones adecuadas es rentable alargar el turno de 27 a 32 años, debido por un lado al incremento del valor de la madera, y por otro al incremento de productividad de las setas asociadas a edades maduras de pinar, generalmente de mayor valor comercial.

Este proyecto de investigación arroja luz sobre el caso concreto del pinar de estudio, extrapolar estos resultados al resto de montes de pinares en Galicia no será válido sin la debida información que deberá ser tenida en consideración en la fase de inventario.

Por otro lado, la recolección de setas es una práctica que llevada a cabo de forma ordenada es compatible y deseable con los demás aprovechamientos del monte.

Los aprovechamientos forestales son regulados mediante normativas europeas, estatales y autonómicas con el fin de hacer un uso sostenible de los mismos. Concretamente, en Galicia el aprovechamiento micológico se define en el *Decreto 73/2020, del 24 de abril, por el que se regulan los aprovechamientos madereros y leñosos, de corcho, de pastos, micológicos y de resinas en montes o terrenos forestales de gestión privada*.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal es incluir una adecuada valoración del aprovechamiento micológico en los proyectos de ordenación forestal con el fin de tener en consideración actuaciones que permitan incrementar la producción de setas en masas arboladas asegurando su compatibilidad con los demás aprovechamientos del monte.

La identificación en inventario de las setas objeto de posibles aprovechamientos micológicos permiten evaluar la rentabilidad económica de las alternativas de planificación.

Entre otros, los principales puntos a incluir en los proyectos de ordenación son:

- Identificar el tipo de aprovechamiento que se viene realizando en el monte, ya sea aprovechamiento libre de comuneros o foráneos, o aprovechamiento comercial, también realizado por vecinos o foráneos. Den evaluarse también el aprovechamiento que sería factible en caso de que se decida acotar, bien por parte de particulares o empresas, vecinos o foráneo.
- Identificar la forma de ejecutar el aprovechamiento en caso de que la propiedad decida acotar. La normativa establece en ese caso la necesidad de incorporar carteles y de ejecutar el aprovechamiento, que puede ser mediante arrendamiento, aprovechamiento propio de los comuneros o por expedición de permisos, bien sea permisos diarios, de temporada o ambos.
- Identificar las especies arbóreas y el estado de las masas destinadas a la obtención de aprovechamiento micológico (densidad, claras realizadas, frecuencia de desbroces, altura de poda, accesos, cerramientos), así como el abanico de especies micológicas normalmente recogidas para consumo o comercialización.
- Evaluar el potencial micológico en el monte mediante el establecimiento de parcelas de muestreo durante el desarrollo de los trabajos de inventario. Esta actividad no podrá ser muy intensa para no incrementar en exceso los trabajos de inventario, siendo deseable que las actuaciones de inventario de arbolado sirvan también para esa evaluación. Los meses de octubre a diciembre serán en ese sentido los más indicados.
- Evaluar económicamente el aprovechamiento de setas comercializables o de interés.
- Definir las actuaciones a llevar a cabo con el fin de aumentar la productividad micológica, considerando las pérdidas productivas en el aprovechamiento principal (maderero).
-

3. REGULACIÓN APROVECHAMIENTO MICOLÓGICO

Como se ha mencionado anteriormente, los aprovechamientos forestales en montes o terrenos forestales de gestión privada de la comunidad autónoma de Galicia son regulados mediante el *Decreto 73/2020, del 24 de abril, por el que se regulan los aprovechamientos madereros y leñosos, de corcho, de pastos, micológicos y de resinas en montes o terrenos forestales de gestión privada*.

Este decreto, entre otros aspectos define los distintos tipos de aprovechamiento micológico (aprovechamiento para consumo propio, comercial o con fines científico o didácticos) estableciendo para cada uno de ellos las necesidades de autorizaciones.

La normativa establece en su artículo 55.2 que los aprovechamientos micológicos en montes o terrenos forestales que cuenten con un instrumento de ordenación o gestión deberán estar regulado en el mismo. Para estos efectos, en los instrumentos de ordenación o de gestión, se señalará la superficie que será objeto, de ser el caso, de restricción al acceso mediante acotamiento y se incluirán las condiciones establecidas en el presente decreto para efectuar el aprovechamiento.

4. PROYECTO DE ORDENACIÓN FORESTAL

Los proyectos de ordenación forestal son planes técnicos de gestión en los que se definen las actuaciones a llevar a cabo en un periodo de tiempo (planificación) para alcanzar los objetivos propuestos.

En Galicia, los proyectos de ordenación se consignan a través de la aplicación XORFOR (Xestión e Ordenación Forestal), destinada a estandarizar los formatos de la información geoespacial, con el fin de que se puedan consultar los datos de forma agregada de cualquiera de los proyectos inscritos bajo este formato.

Esta gran ventaja requiere identificar debidamente la información aportada y por ello permite:

- Registrar los datos generales y particulares de los instrumentos de ordenación.
- Registrar las parcelas asociadas a cada instrumento de manera georreferenciada, con sus características de inventario y planificación.
- Aportar la documentación complementaria.

- Generar el informe del instrumento de ordenación en PDF.

Actualmente, estos proyectos de ordenación tienen la posibilidad de contemplar los aprovechamientos micológicos de la forma siguiente:

Asociada a la tabla de atributos de la capa vectorial (shape) D1.Plano de Estratos de Inventario.shp relacionada con los campos IDMONTE, CodEstrato, Canton e Mouteira, se anexa una tablade de datos de “otros aprovechamientos” forestales del instrumento de gestión. En la referida tabla se pueden contemplar los siguientes apartados:

- IdTipoAproveitamento: se especifica el tipo de aprovechamiento que se realiza (pastos, setas, frutos, etc....)
- Produto: se identifica el producto que se produce.
- Superficie: se calcula la superficie en hectáreas de la zona donde se realiza el aprovechamiento.
- Unidade de produção: se indica la unidad de medición del producto generado (m3, kg o ha en caso de las setas).
- Comercializado: campo que indica si el producto generado va a ser comercializado o no.
- Acoutado: indica si la zona de aprovechamiento se va a acotar o no.
- IdTipoAprovCogomelos: se especifica si el aprovechamiento es para consumo propio, con fines científicos o didácticos o será comercializable.
- IdTipoEspecieCogomelos: indica si las especies son cultivadas, silvestres, que no se pueden comercializar o solo tras un tratamiento.
- IdEspeciesCogomelos: se identifica el tipo o tipos de especies que se producen en el monte.

Actualmente, la aplicación XORFOR contempla un total de 182 especies de setas.

En el apartado de “Plan Xeral” se definen los distintos usos y aprovechamientos del monte mediante la capa vectorial (shape) E.Plano Ordenación.shp. Se definen los cuarteles y unidades de ordenación, así como los modelos selvícolas o de gestión forestal según la normativa. Un técnico, previa aprobación de la Administración Forestal, podrá proponer un nuevo modelo selvícola que, una vez aprobado, estará integrado en la base datos de XORFOR.

Se puede definir un cuartel en el que el objetivo principal o secundario sea “micológico” que indicará que existe un aprovechamiento de recogida de setas en todo o en parte del monte. En este caso, la aplicación XORFOR contempla un apartado dónde se puede explicar con detalle en que consiste y como se realizará el aprovechamiento.

5. PROPUESTAS DE MEJORA

Además de los apartados que se pueden completar en la herramienta XORFOR en la última versión, se indican a continuación una serie de propuestas a incluir en los proyectos de ordenación forestal.

Identificación del tipo de responsable del aprovechamiento micológico

Permitir consignar en los datos del aprovechamiento micológico en la capa E, el responsable del aprovechamiento, que pudiera ser la comunidad, como estar cedida a vecinos comuneros o a personas externas a la misma. Al tener un horizonte temporal de 10 años, no es posible identificar en gran parte de los casos nominativamente al responsable, pero si se puede identificar el “tipo de responsable”

- Comunidad: Comunidad directamente gestiona los permisos de corta o el aprovechamiento
- Vecino comunero: La Comunidad asignará periódicamente a los vecinos comuneros los derechos de aprovechamiento
- No vecino: La Comunidad asignará periódicamente los permisos de corta a personas físicas o jurídicas ajenas a la Comunidad propietaria.

Esta información aporta a la administración el conocimiento de la orientación que cada propietario quiere dar a los aprovechamientos micológicos, sin que debiera ser limitante ni condicionante a que en el plazo de 10 años de vigencia pudiera cambiar por el desarrollo del mercado.

Registro público de predios con posibilidad de aprovechamiento micológico

En el caso de que los propietarios lo autoricen, se propone crear un registro público de predios, identificados con objetivo principal o secundario “micológico”, en el que el tipo de responsable del aprovechamiento sea “no vecino” y el contacto del propietario.

Esta publicación de la oferta disponible de terrenos para realizar aprovechamiento micológico pudiera estimular la demanda, y por tanto incrementar su valor.

Este registro debiera dar información sobre las setas existentes en el monte en la capa D.

Establecer criterios comunes de inventario de recursos micológicos

El inventario de recursos micológicos es estacional con una variabilidad espacial elevada por la variación de suelos y caracteres microclimáticos dentro de la masa. Además, esta muy condicionada por la meteorología local.

Sería deseable la creación de unos valores modulares por parte de la Xunta de Galicia, que permita aplicar, acorde a los estratos existentes, y región biogeográfica unos valores de productividad verosímiles con el fin de poder agregar esta información a los proyectos de ordenación.

Las productividades micológicas esperadas por especie se podrían evaluar conjuntamente con la producción esperada de madera, lo que permitirá tomar decisiones al respecto de los turnos de corta deseables.

Evaluación económica potencial de la producción de setas

La información obtenida en el inventario se puede extrapolar a la superficie con la misma masa forestal y mismos tratamientos selvícolas, aunque no se deben considerar válidos fuera de la época de muestreo. No obstante, aportan una información útil que de registrarse en años sucesivos aporta una información que se podría consultar y extrapolar a montes con masas similares.

De manera tabulada, se propone que sea posible añadir estos datos en una tabla nueva, asociada a los rodales descritos en el monte en la capa de inventario (D).

La información registrada en Xorfor podría volcarse a un visor que permita su consulta y a nivel rodal para ser aplicable a masas de montes con similitudes, y propiciar un catalogo gallego de inventario y productividad de setas en montes ordenados

Anexo Divulgación

07_Artículos



Cogomelos+

Criterios metodológicos y problemáticas asociadas a las evaluaciones de productividad de setas silvestres

Autores: Javier Pereira-Espinel Plata^{1,2}; Julián Alonso Díaz^{1,2};
Antonio Rigueiro Rodríguez^{1,2}; Roque Rodríguez Soalleiro^{1,2}

¹ Departamento de Producción Vegetal y Proyectos de Ingeniería.
Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (Campus de Lugo-USC).

² Sociedade Micolóxica Lucus.
roque.rodriguez@usc.es

RESUMEN

Se revisan las principales dificultades metodológicas para aportar datos de productividad de setas silvestres, en particular en terrenos forestales. Las principales fuentes de incertidumbre son: la confusión entre producción y productividad, la referencia a setas comestibles, comercializables o a productividad fúngica total, los periodos de muestreo considerados, la variabilidad interanual e interparcela o los cambios taxonómicos que se han producido en el tiempo. Se ilustran los comentarios con valores obtenidos en un sitio de ensayo de clara en pinar en el concello de Begonte, que se han estudiado en los últimos 3 años.

Palabras clave: Productividad micológica, aprovechamiento comercial, Galicia.

ABSTRACT

The main methodological challenges for reporting wild mushroom productivity in forest areas are reviewed. The main uncertainty sources are: confusion between harvest and productivity, the reference to edible, commercial or total mushroom, the sampling periods in relation to fruiting seasons, the interannual or interplot variability or the changes in taxonomy over time. Comments are illustrated with data obtained in a three-year monitoring of a pinewood in the council of Begonte.

Keywords: Mushroom productivity, comercial harvest of edible mushrooms, Galicia.

INTRODUCCIÓN

Las setas silvestres suponen un recurso económico importante en Galicia, por lo que en los últimos años se han producido distintas iniciativas para su regulación y gestión, tales como la normativa de la Administración autonómica gallega en relación al aprovechamiento en montes de gestión privada (Decreto 73/2020) o las iniciativas concretas de montes vecinales en mano común, que se han recopilado recientemente (COPENA *et al.*, 2022).

Pero una adecuada gestión del aprovechamiento pasa por su cuantificación, lo que en hongos macromicetos resulta difícil, por tratarse de un recurso estacional, espontáneo y fugaz, a diferencia de otros recursos forestales como la madera (MARTÍNEZ PEÑA *et al.*, 2011). La cuantificación se referirá exclusivamente a los cuerpos de fructificación (carpóforos, esporocarpos o popularmente setas) y supondrá contestar a la pregunta: ¿cuántas setas produce nuestro monte?

Conviene distinguir adecuadamente los términos producción y productividad. Producción se refiere a una cantidad determinada de carpóforos recolectada en un ámbito geográfico concreto. El valor puede referirse además a una temporada completa o a un periodo de varios meses. Ejemplos de valores reportados sobre producción son la cantidad de 435000 kg que PEREIRA-ESPINEL (2016) estima a partir de la recopilación de información de empresas transformadoras para el distrito forestal X (Terra Chá).

“Productividad es la producción de carpóforos esperable por unidad de tiempo y superficie. No se refiere a un valor concreto obtenido en una determinada campaña, sino a un valor potencial recolectable”

Productividad es la producción de carpóforos esperable por unidad de tiempo y superficie. No se refiere a un valor concreto obtenido en una determinada campaña, sino a un valor potencial recolectable por unidad de superficie y de tiempo. Los valores de productividad micológica por tanto suelen tener unidades de kg/ha año, aunque tanto la unidad superficial como la temporal podrían variar. Con las limitaciones de la variabilidad interanual, los valores de productividad media pueden tabularse para los principales tipos forestales (hábitats forestales) productores de setas (MARTÍNEZ PEÑA *et al*, 2011).

Otro concepto interesante, pero de difícil aplicación práctica es el de posibilidad micológica. De forma similar a la maderera, la posibilidad micológica sería la producción que se puede aprovechar anualmente para garantizar la sostenibilidad del recurso. En el caso micológico, se trataría de garantizar el desarrollo completo de los ciclos vitales del hongo, reservando una parte de la productividad sin recolectar. Sin embargo, como se indica posteriormente, diversos estudios indican que la recolección de carpóforos no parece tener una influencia relevante en la productividad futura, aun-

que si puede afectar negativamente la compactación del terreno asociada a una alta afluencia de recolectores (EGLI & AYER, 1997; EGLI *et al.*, 2006). Con todo, el problema esencial para aplicar este concepto es que la productividad depende fuertemente de la bonanza de cada año (MARTÍNEZ PEÑA *et al*, 2011).

Por último, la presión recolectora se refiere al número de recolectores-día para una determinada superficie, habitualmente referido a 100 ha. A modo de ejemplo, PEREIRA-ESPINEL (2016) obtuvo un valor medio de $1,36 \pm 0,58$ comuneros-día/100 ha durante la temporada de recolección para montes vecinales en mano común del distrito forestal X-Terra Chá. Conociendo la presión recolectora, la asignación de unos valores máximos de recolección por día permitiría poner un tope a la recolección total.

EVALUANDO LA PRODUCTIVIDAD

Si pretendemos atribuir valores concretos de productividad a distintas zonas de un monte podemos considerar 3 estrategias distintas:

- Realizar un inventario micológico en parcelas, lo que parece solo asumible en trabajos de investigación (ORTEGA & MARTÍNEZ PEÑA, 2008).
- Evaluar la productividad comercial a través de recolectores comerciales que proporcionan la información de pesadas que corresponden a un derecho exclusivo de recogida en una determinada zona (PILZ & MOLINA, 2002), reportando por tanto valores de producción. Debemos considerar que estaríamos estimando solo la fracción de la productividad que realmente se ha recolectado. Tenemos conocimiento de su aplicación durante varias temporadas en la Serra da Capelada, aunque sin resultados publicados.
- Asignar la productividad que correspondería al hábitat forestal concreto (micotopo) existente en esa parte del monte, derivada de la bibliografía disponible. Ejemplos para Castilla y León están recopilados en MARTÍNEZ PEÑA *et al* (2011).

Cualquiera que sea el procedimiento elegido, conviene considerar algunas fuentes de incertidum-

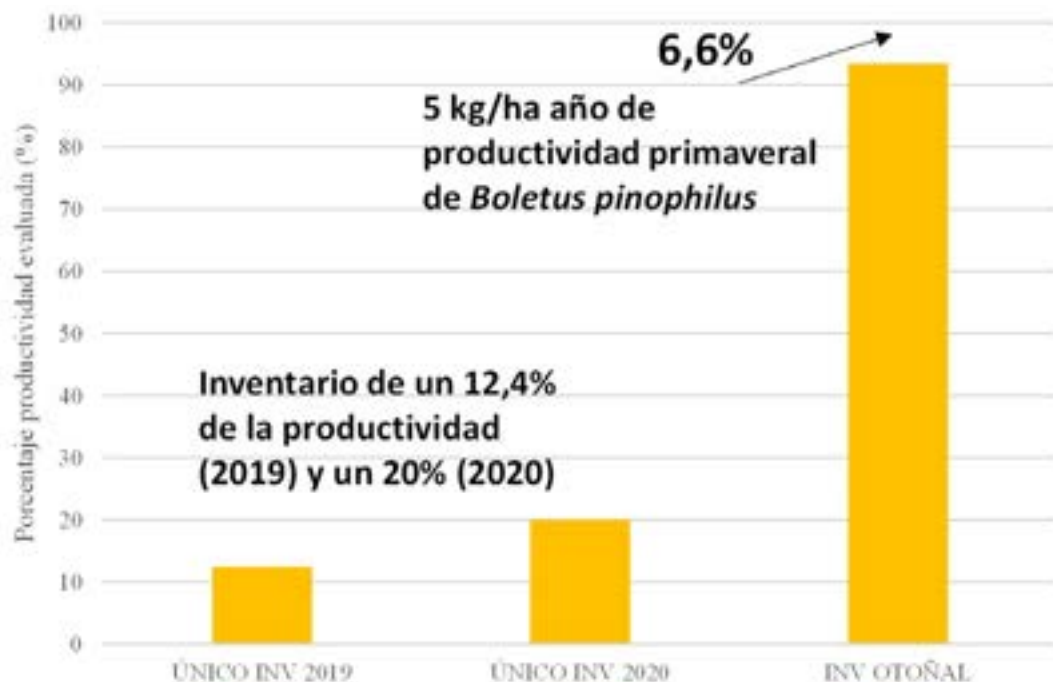


Figura 1. Porcentaje de productividad evaluada con distintas estrategias de inventario en parcelas de pinar adulto.
Fuente: elaboración propia

bre que afectan a esa cuantificación y que pueden ayudar tanto al diseño de estudios de investigación como a la interpretación de datos publicados.

El inventario micológico

Los inventarios micológicos deben suponer visitas repetidas a las parcelas, cubriendo un periodo de tiempo coincidente con la mayor productividad de carpóforos, por lo que difícilmente podrá combinarse con el inventario maderero tradicional. Esto se debe a que los momentos de máxima micetación de las especies micológicas más buscadas pueden extenderse a lo largo del otoño, primavera y verano.

A modo de ejemplo para un pinar adulto de *Pinus radiata* en que se han realizado inventarios semanales a mensuales durante 2 temporadas de producción, se presenta en la Figura 1 el porcentaje de productividad que se conseguiría evaluar con distintas estrategias de inventario. Con un inventario único a finales de octubre, momento

próximo al de máxima micetación, solamente se habría recogido un 12,4% de la productividad total en 2019 y un 20% en 2020, además con una distribución por especies poco acorde con la productividad anual total. En estas parcelas con micotopo de pinar adulto de plantación, el inventario repetido pero limitado al otoño sería sin embargo una buena aproximación a la productividad anual de setas comercializables, ya que solo quedaría sin inventariar la productividad primaveral de *Boletus pinophilus*.

Habitualmente los estudios de productividad micológica derivan de prospecciones en campo a partir de parcelas o transectos. A su vez, las parcelas pueden estar cerradas, lo que evita la recogida por terceros, o pueden ser abiertas. Se han indicado como ventajas de los transectos la posibilidad de cubrir un área más amplia del monte en estudio, así como evitar el pisoteo que se produce inevitablemente en el caso de parcelas (PILZ & MOLINA, 2002).



Figura 2. Imagen de parcela de 20 x 20 m replanteada con estacas de madera en un pinar de *Pinus radiata*.

La elevada heterogeneidad espacial de la productividad queda mejor abordada con la consideración de transectos, como los de 300 m de longitud considerados por ORTEGA & MARTÍNEZ PEÑA (2008). Alternativamente, si se usan parcelas, no queda más remedio que considerar repeticiones para tratar de captar dicha variabilidad espacial. Se dan frecuentes situaciones en que setales de especies muy apreciadas no se evalúan por quedar fuera de las parcelas establecidas.

El rango de dimensión de las parcelas de estudio de productividad es de 100 a 200 m², considerándose mayores superficies (entre 400-600 m²) en el caso de que se pretenda explorar la diversidad de macromicetes (SARRIONANDÍA *et al.*, 2015). Los valores de productividad obtenidos por parcela deben extrapolarse a valores por ha, lo que supone un coeficiente multiplicador de 100 en parcelas de 100 m² y de 25 en parcelas de 400 m². Se entiende por tanto la importancia de determinar correctamente los carpóforos que que-

dan dentro y fuera de la parcela, lo que obliga a su replanteo sobre el terreno, normalmente por estacas (ver Figura 2).

La frecuencia de las visitas a las parcelas y su posible prolongación a lo largo de todo el año depende de las especies de interés y de los objetivos del estudio. Algunos trabajos centran los inventarios en la temporada otoñal, la de mayor productividad micológica, mientras que otros se extienden a todo el año. La frecuencia de visita debe ser superior en periodo otoñal por la propia concentración de la producción. Una menor frecuencia en primavera-verano tiene el inconveniente de que algunos ejemplares pueden completar su ciclo de forma rápida, lo que impide su recogida y pesaje.

¿Qué medimos?

La productividad puede estimarse en número de carpóforos y/o en peso, siendo habitual que ambas variables queden cubiertas (RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 1995). Se ha demostrado que el



Figura 3. *Boletus pinophilus*, especie de alto valor comercial, en distintos estadios de desarrollo.

peso total y el número de ejemplares distan de tener una relación lineal, lo que se debe a que fructificaciones con abundantes carpóforos corresponden por lo general a pesos medios menores (GARCÍA BUSTAMANTE *et al*, 2021). Esto es indicativo de que el peso es más representativo de la productividad real.

Las pesadas de ejemplares tras recogida suponen una evaluación de su biomasa en fresco. Ese peso fresco (o húmedo) varía en función del contenido de humedad de los carpóforos, lo que a su vez depende de la especie y de la época del año. Es habitual en los trabajos de investigación considerar un ratio constante peso seco/peso fresco, que resulta habitualmente próximo a 0,1, lo que implica un contenido de humedad $CH=90\%$ (KALAČ, 2009). Sobre muestras de algunos ejemplares recogidos en parcelas de pinar adulto, hemos obtenido un ratio medio de 0,077 ($CH=92,8\%$). En todo caso hay que cuidar de no introducir sesgos al pesar ejemplares viejos demasiado empapados en agua.

El inventario micológico puede suponer la recogida de ejemplares para su posterior pesado, considerando las dimensiones mínimas habituales, o bien realizarse un inventario sin extracción, midiendo los sombreros y marcando los ejemplares previamente identificados, lo que permite observar su crecimiento y evolución, distinguiendo a la postre las fracciones de productividad que se recogen para consumo, que se consumen por animales, que completan su desarrollo mediante pudrición o que resulta recolectable en forma madura o inmadura (ORTEGA & MARTÍNEZ PEÑA, 2008). Estos autores aportan un porcentaje del 24% para la productividad total recogida en parcelas abiertas.

Los estudios desarrollados en transectos cercados en la provincia de Soria aportan información relevante sobre esa evolución de la dimensión de carpóforos en el tiempo. En la figura 4 se aprecian tres formas de evolución de ejemplares de *Boletus*, basada en remediciones de distintos ejemplares cada dos días. La evolución A es rápida, de forma

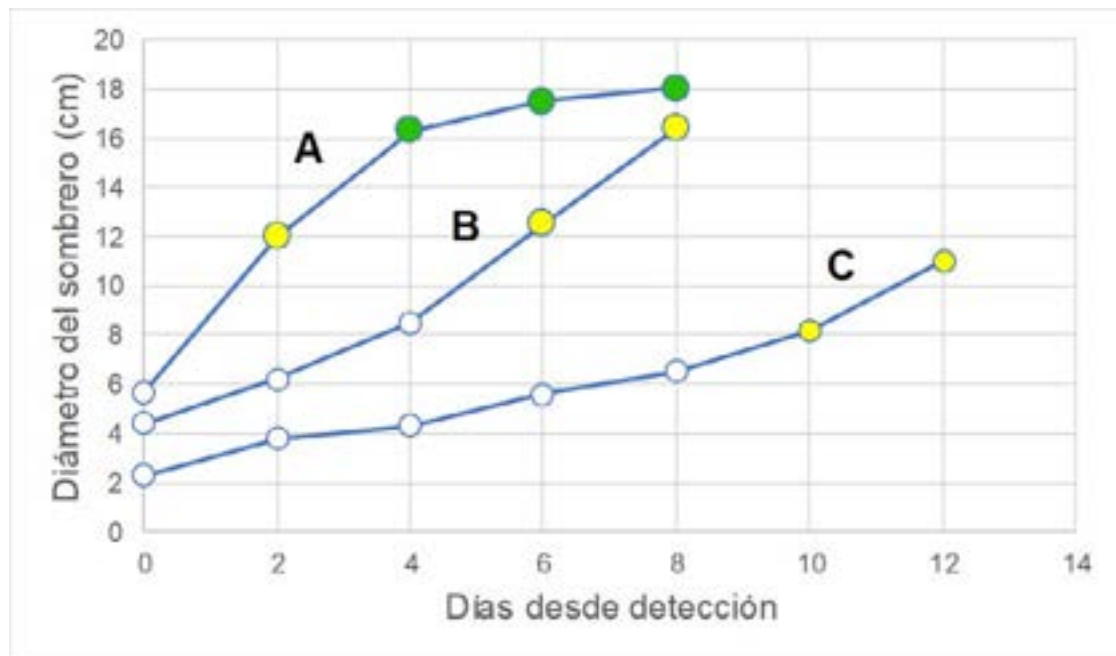


Figura 4. Tres tipos de evolución del diámetro del sombrero y color del himenóforo (blanco: joven, amarillo: maduro y verde: viejo) en *Boletus edulis*.

Fuente: elaboración propia a partir de datos aportados por Lucas Santolaya (comunicación personal).

que el segundo día tras la detección el ejemplar cuenta ya con himenóforo amarillo, siendo ya verde a partir del 4º día. El ciclo es tan rápido que será difícil la recolección de ejemplares de calidad.

La evolución A es típica de periodos de cierta tencidad a finales de varano o principios de otoño. Si el inventario no es muy frecuente, es muy posible que los ejemplares completen el ciclo y se pudran antes de poder pesarlos, por lo que no estaríamos captando la productividad total. La evolución B es intermedia, mientras que la C es la más favorable para la recolección y típica de periodos más fríos. Se entiende que, si el muestreo es destructivo, estaríamos recogiendo en cada inventario ejemplares que tienen todavía potencial de desarrollo.

¿De qué especies hablamos?

La cuantificación de la productividad y su comparación con datos existentes en la bibliografía presenta el problema adicional de que las especies que se consideran pueden ser distintas. Así, puede

evaluarse la productividad total de macromicetes, incluyendo todas las especies independientemente de su posible comestibilidad, pueden evaluarse solo especies de interés comestible en una determinada región o bien el estudio puede referirse exclusivamente a especies comercializables.

Por otro lado, en algunos estudios muchas especies comestibles no se pesan porque no se tiene constancia de su consumo en la zona. Así, PEREIRA-ESPINEL (2016) cuantifica en 232 especies las que resultarían comestibles empleando información a nivel gallego, aunque muchas de ellas no se recogen por riesgos en su identificación, su reducido tamaño, su escaso valor gastronómico o por desconocimiento.

La figura 5 muestra varios estudios en los que pueden compararse las cifras de productividad total con las de productividad en setas comestibles o en setas comercializables (ALDAY *et al*, 2017), comparando con los resultados de las parcelas de ensayo en pinar que venimos estudiando en el Municipio

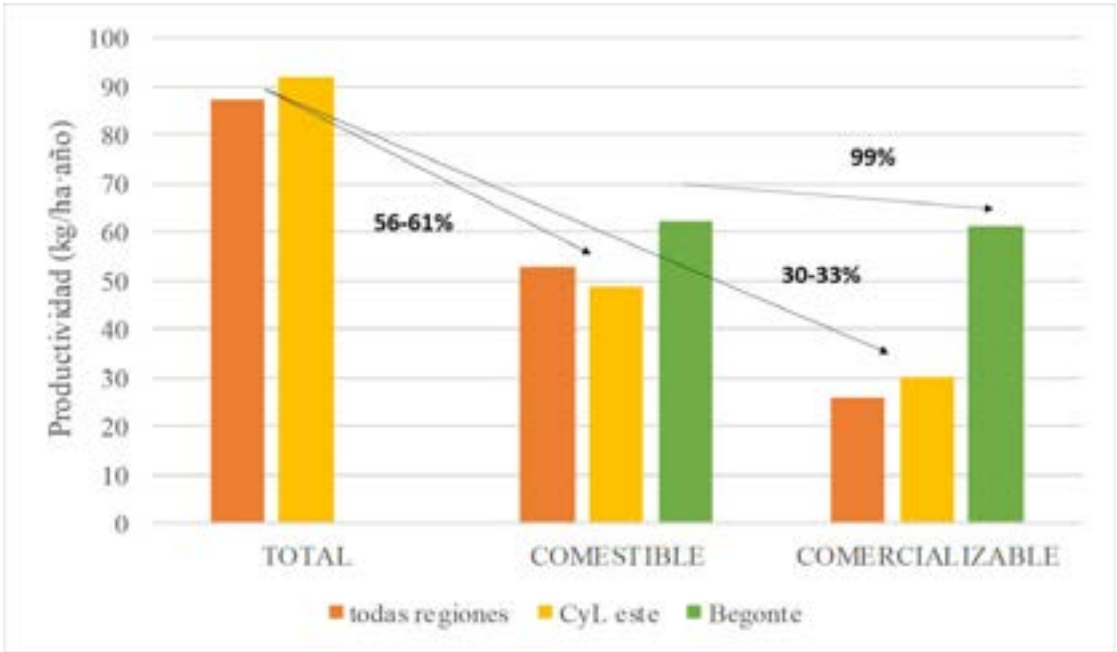


Figura 5. Comparativa de niveles de productividad cuando se evalúan todas las especies independientemente de su comestibilidad, o bien los estudios se centran en especies comestibles o solo las comercializables. Fuente: elaboración propia.

de Begonte (Lugo). Partiendo de los estudios en los que se pesan todos los ejemplares, se deduce que el porcentaje de productividad de especies comestibles sobre el total es del 56-61%, cayendo esa proporción al 30-33% si nos referimos exclusivamente a especies comercializables respecto al total de productividad fúngica. La evaluación se muestra para los valores aportados por ALDAY *et al* (2017) para el este de Castilla y León y para todas las regiones estudiadas en el trabajo.

En nuestro ensayo de Begonte se aprecia que la cifra de productividad de especies comestibles resulta muy similar a la de especies comercializables, ya que entre las comestibles solo se consideraron adicionalmente dos especies recogidas ocasionalmente en la zona para consumo propio: *Clitopilus prunulus* y *Laccaria amethystina*. Otras especies que habitualmente se reportaban en estudios de productividad pero que no son comercializables serían *Neoboletus erythropus*, *Clitocybe nebularis* o *Amanita rubescens*. *Clitocybe nebularis* se incluye actualmente entre las especies de comercializa-

ción expresamente prohibida por el Real Decreto 30/2009, debido a los trastornos gastrointestinales que puede producir en algunos consumidores y *Neoboletus erythropus* y *Amanita rubescens* son especies que pueden presentar problemas de confusiones en su identificación para aficionados, además de poder provocar trastornos asociados al consumo en crudo.

Taxonomía y grupos comerciales

Para complicar más las comparaciones, se observa que los estudios de productividad a lo largo del tiempo han considerado especies que han sufrido cambios taxonómicos o incluso, desde el punto de vista comercial y de comestibilidad, se han reclasificado como tóxicas. Tal es el caso de *Tricholoma equestre* (Figura 6), que en las parcelas del referido ensayo de Begonte alcanzó una productividad media de 22,84 kg/ha año (CV 61%). La figura 7 muestra un panorama general de las especies recogidas para consumo o comercialización en Galicia de forma más frecuente, agrupadas taxonómicamente, señalando en negrilla aquellas de mayor



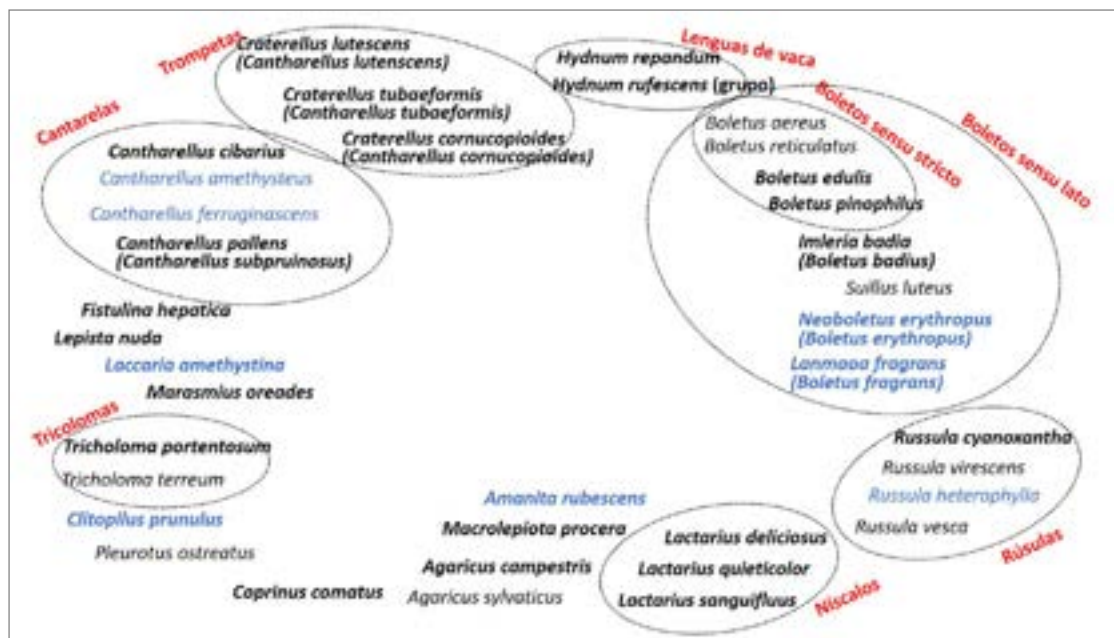
Figura 6. Seta de los caballeros (*Tricholoma equestre*), especie de pasada tradición recolectora que puede alcanzar altas producciones en micotopos de pinar. Actualmente considerada tóxica y su comercialización está explícitamente prohibida.

relevancia cuantitativa. En azul figuran especies que no resultarían comercializables, en aplicación del Real Decreto 30/2009.

Así, los cambios taxonómicos han afectado profundamente a *Boletales*, de forma que la frecuente alusión a *Boletus* de grupo *edulis* en los estudios de productividad micológica queda ceñido actualmente a las especies que permanecen en el género *Boletus sensu stricto*, de las que solo dos tienen importancia relevante en comercialización en Galicia (*Boletus edulis* y *B. pinophilus*) ya que *B. reticulatus* y *B. aereus* son especies termófilas que micetan en periodos cálidos con mayores problemas de parasitaciones. Aquellos estudios que no consideren seguimiento de las parcelas durante el verano difícilmente podrán contabilizar la productividad (normalmente destinada a consumo propio) de los *Boletus* más termófilos. Un ejemplo de estudio de productividad que aporta un valor medio para un periodo de 10 años de 40,5 kg/ha

año de forma específica para *Boletus edulis* es el de MARTÍNEZ PEÑA (2008).

Las comparativas pueden ser más complejas cuando se consideran estudios obtenidos antes de 2009, cuando no se disponía de una lista de especies comercializables legalmente. RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1995) estudió en su tesis doctoral la producción de 3 especies de micetación otoñal en una plantación de castaño híbrido: *Boletus edulis*, *Boletus erythropus* y *Boletus fragrans*. Las dos últimas especies, como se indica en la Figura 7, ya no se consideran en el género *Boletus*, además de no poder comercializarse, por lo que en su conjunto cabe la denominación de *Boletus sensu lato*. Una comparativa de productividad comercial supondría necesariamente desglosar la producción de *Boletus edulis* de las otras dos especies: así, de una productividad media durante 10 años de 13,3 kg/ha año, tan solo un 10% resultaría comercializable.



Especies de recolección frecuente en Galicia para consumo propio o comercial, indicando los grupos y las denominaciones científicas actualmente reconocidas. En negrilla las especies más frecuentes. En azul las no comercializables según el RD 30/2009.

Otro grupo de interesante análisis es el de las cantharelas (género *Cantharellus sensu stricto* o *Cantharellus* “grupo” *cibarius*), grupo habitualmente muy valorado gastronómicamente y comercializado, habitualmente mezclando distintas especies con cierta dificultad de identificación, pero afortunadamente ninguna tóxica. Las evaluaciones de productividad de soutsos que se han realizado en Galicia aportan cifras elevadas y basadas en especies de *Boletus* del grupo *edulis*, dando cifras muy modestas para *Cantharellus* grupo *cibarius* o *Russula cyanoxantha* (a lo sumo de 10 a 20 kg/ha año adicionales) (FERNÁNDEZ DE ANA & RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 2000). Este hecho puede deberse a un muestreo preferente otoñal, que no recoge la fuerte producción primaveral de especies como *Cantharellus pallens*.

El género *Tricholoma* presenta series de productividad durante 4 años publicadas para 6 parcelas en pinar de *Pinus pinaster* (FERNÁNDEZ DE ANA & VÁZQUEZ, 1982). La información aportada en esta publicación es también representativa de los problemas para asignar valores de productividad.

En este caso, cuatro de las especies de *Tricholoma* se consideraban de valor gastronómico: *T. colosus*, *T. equestre*, *T. fucatum* y *T. portentosum*. Ya se ha indicado que *T. equestre* se considera en la actualidad como especie con potencial tóxico y *T. fucatum* fue un nombre usado habitualmente para referirse a *T. joachimii* antes de que esta última fuera descrita como especie con entidad propia en 1985 (CRISTENSEN & HEILMANN-CLAUSEN, 2013). De las 6 parcelas, dos no presentaron productividad alguna en el periodo de 6 años. La única especie comercializable actualmente, *T. portentosum*, alcanzó una productividad de 121,7 kg/ha año en una de las temporadas y en una parcela, pero el promedio para todas las parcelas en las 4 temporadas fue de 7,3 kg/ha año, valor que deriva de la frecuencia de las temporadas en las que la producción resultó nula.

VARIABILIDAD INTERANUAL DE LA PRODUCCIÓN

Los valores obtenidos de productividad micológica son muy variables de unos años a otros y dependen de las condiciones climatológicas, especial-

MICOTOPO	REGIÓN	PARCELAS Y DIMENSIÓN	AÑOS SEGUIMIENTO	PRODUCTIVIDAD MEDIA (kg/ha AÑO) Y CV	ESPECIES	PUBLICACIÓN
Pinar adulto de <i>P. pinaster</i>	Galicia sur	6 de 10 x 10 m	4	26,3 (94%)	<i>Tricholoma</i> (incluye <i>equestre</i>)	Fernández de Ana & Vázquez, 1982
Plantación castaño híbrido 20 años	Galicia sur	1 de 6000 m ²	10	13,3 (98%)	<i>B. edulis</i> , <i>L. fragrans</i> y <i>N. erythropus</i>	Rodríguez Fernández, 1995
Pinar de <i>P. sylvestris</i> distintas edades	Soria (CyL)	18 parcelas de 5 x 35 m	10	50,2 (74%)	<i>Boletus edulis</i> y <i>Lactarius deliciosus</i>	Martínez Peña, 2008
Robledal adulto <i>Q. robur</i>	Navarra norte	6 de 25x25 m	13	7,7 (85%)	Comestibles, predomina <i>B. grupo edulis</i>	GAN, 2011
Hayedo acidófilo adulto. <i>F. sylvatica</i>	Navarra norte	10 de 25x25 m	13	10,1 (82%)	Comestibles, predomina <i>B. edulis</i> y <i>R. cyanoxantha</i>	GAN, 2011
Pinar adulto de <i>P. nigra</i>	Cataluña	14 de 10 x 10 m	11	12,6 (86%)	Comerciales. Predominan <i>C. lutescens</i> , <i>Hygrophorusspp.</i> y <i>L. deliciosus</i>	De Miguel et al (2014)
Pinar adulto de <i>P. pinaster</i>	O y C CyL	9 de 2 x 50 m (transectos)	12	20,8 (66%)	Comerciales, predomina <i>Lactarius deliciosus</i>	Herrero et al, 2019
Pinar adulto de <i>P. radiata</i>	Galicia C-N	4 de 20 x 20 m (diferentes tratamientos selvícolas)	3	20,6 (15%)	<i>Boletus pinophilus</i>	Datos propios

Tabla 1. Trabajos de evaluación de productividad micológica de donde han podido deducirse información completa. CV se refiere al coeficiente de variación interanual en la producción

mente de las precipitaciones y temperaturas. Una forma de medir esa variabilidad es el coeficiente de variación (CV) de la serie de datos (desviación típica en porcentaje respecto a la media de la productividad de la serie). Una fuerte variabilidad interanual complica enormemente la estimación de productividades medias y amplía el intervalo de confianza, requiriendo de observaciones muy prolongadas en el tiempo.

Así, RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1995), para una serie de 11 años de recogida de datos, obtuvo un CV del 98% para la serie temporal de productividad de *Boletus* s.l. Nagasaka (2013) indica una serie de 15 valores para parcelas de alta producción de *Tricholoma matsukake* en pinares de pino silvestre en Suecia con un CV=85% (incluyendo dos años de producción nula). Por su parte, MARTÍNEZ PEÑA (1995) aporta valores de producción de *Boletus edulis* para una serie de 11 años, compilando en una publicación posterior García Bustamante et al

(2021) una serie de 21 años para las mismas parcelas, arrojando las series un CV del 60-80%.

Esta última publicación, que compila la serie de datos más prolongada de la que tenemos constancia, establece buenas correlaciones entre la productividad estacional de *Boletus edulis* y los niveles de precipitación en la temporada de producción (septiembre a diciembre), e incluso mejores para el periodo agosto-noviembre. La temperatura media en la temporada de producción también se correlaciona positivamente con la producción (GARCÍA BUSTAMANTE et al, 2021).

El referido estudio de GARCÍA BUSTAMANTE et al (2021) demuestra que el cambio climático está alargando la temporada de producción micológica en toda Europa e indica que la variabilidad interanual de la productividad micológica podría incrementarse. Estos aspectos parecen derivarse de la observación directa de aficionados y recolecto-

res, aunque es necesario mantener redes de parcelas evaluadas a largo plazo para corroborarlo.

El efecto combinado de un cambio en el régimen de temperaturas y precipitaciones con la cubierta arbórea se traduce en modificaciones del nivel de humedad del suelo, que se considera el factor principal determinante de la producción (KARAVANI *et al*, 2018). Sin embargo, a diferencia de lo que en un principio podría esperarse, la combinación de distintos escenarios de cambio climático en modelos de productividad obtenidos para parcelas observadas a largo plazo y en las que se medía de forma continua la humedad del suelo, mostró que aquella podría incrementarse, como consecuencia de la prolongación en la temporada de micetación (KARAVANI *et al*, 2018). De todas formas, aun asumiendo como válido este escenario, pensamos que la productividad se vería afectada por una pérdida de calidad del aprovechamiento asociada al aumento de temperatura y el consecuente incremento de las parasitaciones y deterioro del recurso.

INFLUENCIA DE LA RECOLECCIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD

La influencia de la recolección de los carpóforos (intensidad y forma en que se realiza) en la productividad e incluso en la viabilidad del hongo, ha sido y es materia de polémica y distintas interpretaciones. Tradicionalmente se ha considerado que una recolección sistemática junto con una extracción completa de los carpóforos, en contraposición con el corte por el pie de los mismos, podría tener una negativa influencia sobre productividades futuras.

Sin embargo, el estudio de las comunidades de macromicetos, de su vitalidad, viabilidad y de la relación que puedan tener éstas con la forma e intensidad de recolección de los carpóforos presenta muchos problemas metodológicos, asociados a la propia biología de los hongos y a que los ritmos y patrones fenológicos de micetación son muy variables según especies y múltiples factores ambientales, nutricionales, de dinámica forestal, etc. Por ello, sólo a través de estudios metódicos, rigurosos y muy prolongados en el tiempo se puede obtener información y conclusiones relevantes.

Ya a finales del pasado siglo algunos estudios alertaron de la drástica reducción de la diversidad y producciones de hongos ectomicorrícicos (en contraposición con los saprotróficos y parásitos) en algunos países del centro de Europa (ARNOLDS 1988, 1991) pero en estos estudios se concluía que el principal factor que afectaba negativamente a la presencia de estos hongos eran la contaminación atmosférica que genera lluvias ácidas y acidificación, nitrificación y cambios en la química de los suelos con la consiguiente pérdida de vitalidad de las masas forestales y afectación de las relaciones simbióticas micorrícicas, mientras que otros factores como los cambios en la silvicultura o la recolección de carpóforos se consideraron factores menos relevantes.

En relación a este último factor es una habitual controversia la discusión sobre la influencia de la presión recolectora (y particularmente sobre el procedimiento de recolección corte o extracción de las setas) en la supervivencia del hongo y las micetaciones futuras. En este sentido son muy relevantes las conclusiones de los estudios realizados por EGLI & AYER (1997) y EGLI *et al*. (2006) este último en series de más de 25 años en parcelas, comparando diferentes métodos de recolección (extracción o corte comparadas con parcelas sin recolección), concluyendo que, contrariamente a lo que cabría esperarse, la recolección sistemática a largo plazo no reduce ni la productividad futura ni la viabilidad y riqueza de especies fúngicas independientemente de la técnica de recolección. Estudios similares con distintas especies, aunque en series de años más cortas, llegaron a conclusiones similares (NORVELL, 1995; LUOMA *et al.*, 2006, LARSON *et al.*, 2016). Sin embargo, el pisoteo del suelo causado por la presión recolectora si afecta negativamente a la productividad, observándose reducciones importantes en la abundancia de carpóforos en las zonas muy pisoteadas, aunque no hay evidencia de que ello afecte a la viabilidad y abundancia de los micelios (EGLI & AYER, 1997; KASPARAVIČIUS, 2001; EGLI *et al.*, 2006). Estos autores sugirieron que el pisoteo genera una compactación del terreno que afecta a su capacidad de retención

del agua, además de los posibles daños directos realizados a los primordios incipientes de car-póforos. Sin embargo, algunas especies pueden mostrar comportamientos diferentes y micetar incluso mejor en terrenos perturbados y compactados como, por ejemplo, en *Morchella* (PILZ *et al.*, 2004).

Con todo, no podemos tampoco obviar la importante relevancia que la selvicultura y manejo forestal pueden tener en la productividad fún-gica. Según la revisión de TOMAO *et al.* (2017), las prácticas de manejo forestal, al modificar las características de los rodales y condiciones microclimáticas, pueden influir en la presencia y productividad de hongos silvestres tanto positiva como negativamente, en función a las necesidades ecológicas específicas de cada especie de hongo, sus estrategias reproductivas, el tipo de bosque y su manejo.

PERFILES DE PRODUCTIVIDAD DE MICOTOPOS FORESTALES

Consideradas las incertidumbres indicadas se comprende la dificultad de asignar valores modulares a la productividad micológica, ya que las cifras que se han aportado en muchas ocasiones no derivan de un seguimiento riguroso de parcelas o transectos durante un tiempo mínimo de estudio. En la tabla 1 se recoge información derivada de distintos estudios de productividad, presentada aportando la información que consideramos estrictamente necesaria y acorde con las fuentes de incertidumbre que se han desarrollado en este trabajo.

El listado no es exhaustivo y se requeriría más tiempo de recopilación, pero las entradas ilustran algunos aspectos relevantes, en particular la escasez de trabajos recientes a nivel gallego que recopilen series temporales prolongadas. Puede comentarse que resulta complejo derivar toda la información que se muestra en las tablas a partir de las publicaciones originales, además de la dificultad de atribuir algunas características a los micotopos estudiados, en particular la edad del arbolado.

En todos los trabajos reportados, salvo el nuestro en Begonte, referido en la tabla como datos propios, el inventario fue exclusivamente otoñal, lo que para algunos micotopos (sobre todo los de frondosas) supondría una aproximación por defecto a la productividad de especies comestibles y comercializables.

AGRADECIMIENTOS

A Ángela De La Orden Beúnza, que realizó su TFG en las parcelas de inventario micológico de Begonte durante la temporada 2020-2021. A Mario López Fernández por su ayuda en el mantenimiento de las parcelas y aporte de material. A José Antoni Bonet Ledós por la información relativa a productividad total. A la comunidad de montes de Serragorda en Begonte. Los trabajos de inventario micológico en parcelas de pinar han recibido recientemente financiación de AGACAL por el grupo operativo: COGOMELOS+: incremento de la productividad micológica de los pinares gallegos. Código proyecto: FEADER 2022/048B

BIBLIOGRAFÍA

- ALDAY, J. G.; BONET, J. A.; ORIA-DE-RUEDA, J. A.; MARTÍNEZ-DE-ARAGÓN, J.; ALDEA, J.; MARTÍN-PINTO, P.; DE MIGUEL, S.; HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, M.; MARTÍNEZ-PEÑA, F. 2017. Record breaking mushroom yields in Spain. *Fungal Ecology*, 26: 144-146. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2017.01.004>
- ARNOLDS, E. 1988. The changing macromycete flora in the Netherlands. *Transactions of the British Mycological Society* 90(3): 391-406. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(88\)80148-7](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(88)80148-7)
- ARNOLDS, E. 1991. Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. *Agriculture Ecosystems & Environment* 35: 209-244. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(91\)90052-Y](https://doi.org/10.1016/0167-8809(91)90052-Y)
- CHRISTENSEN, M.; HEILMANN CLAUSEN, J. 2013. *The genus Tricholoma. Fungi of Northern Europe – Vol. 4.* Sorø (Denmark): Narayana Press. ISBN: 978-87-983581-8-3
- COPENA, D.; PÉREZ-NEIRA, D.; VÁZQUEZ, A. M.; SIMÓN, X. 2022. Community forest and mushrooms: Collective action initiatives in rural areas of Galicia. *Forest Policy and Economics* 135: 102660. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102660>
- DE-MIGUEL, S.; BONET, J. A.; PUKKALA, T.; DE ARAGÓN, J. M. (2014). Impact of forest management intensity on landscape-level mushroom productivity: a regional model-based scenario analysis. *Forest Ecology and Management* 330: 218-227. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.014>

- EGLI, S.; AYER, F. 1997. Est-il possible d'améliorer la production de champignons comestibles en forêt ? L'exemple de la réserve mycologique de la Chanéaz en Suisse.. *Revue forestière française* 49 (sp): 235-243. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03443949/document>
- EGLI, S.; PETER, M.; BUSER, C.; STAHEL, W.; AYER, F. 2006. Mushroom picking does not impair future harvests—results of a long-term study in Switzerland. *Biological Conservation* 129 (2): 271–276. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.10.042>
- ESPAÑA. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. 2009. Real Decreto 30/2009, de 16 de enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario. Boletín Oficial del Estado, 23 de enero de 2009, 20: 7861-7871. Disponible en: <https://boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2009-1110>
- FERNÁNDEZ-DE-ANA, F.; VÁZQUEZ, R. 1982. Os cogumelos do xénero *Tricholoma* no pinheiro bravo. *Tarrelas* 2, 18-22. Disponible en: http://www.fgmicoloxia.org/tarrelas/TARRELLOS_2_1984-7.pdf
- FERNÁNDEZ DE ANA, F.; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, A. 2000. *Os cogumelos nos ecosistemas forestais galegos*. Vigo: Edicións Xerais. ISBN: 978-84-8302-584-0
- GARCÍA-BUSTAMANTE, E.; FIDEL GONZÁLEZ-ROUCO, J. F.; GARCÍA-LOZANO, E.; MARTÍNEZ-PEÑA, F.; NAVARRO, J. 2021. Impact of local and regional climate variability on fungi production from *Pinus sylvestris* forests in Soria, Spain. *International Journal of Climatology* 41(12): 5625-5643- Disponible en: <https://doi.org/10.1002/joc.7144>
- GALICIA. CONSELLERÍA DO MEDIO RURAL. Decreto 73/2020, do 24 de abril, polo que se regulan os aproveitamentos madeiros e leñosos, de cortiza, de pastos, micolóxicos e de resinas en montes ou terreos forestais de xestión privada na Comunidade Autónoma de Galicia. Diario Oficial de Galicia [en línea], 20 de maio de 2020, 97: 20716-20807. Disponible en: https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2020/20200520/AnuncioG0426-080520-0001_gl.html
- GAN. GESTIÓN AMBIENTAL DE NAVARRA (Eds). 2011. *Micología forestal de Navarra. Proyecto Micosylva*. Pamplona: Gestión Ambiental de Navarra S.A. Disponible en: <http://micosylva.pfcyl.es/content/micologia-forestal-en-navarra>
- HERRERO, C.; BERRAONDO, I.; BRAVO, F.; PANDO, V.; ORDÓÑEZ, C.; OLAIZOLA, J.; MARTÍN-PINTO, P.; ORIA DE RUEDA, J. A. 2019. Predicting mushroom productivity from long-term field-data series in mediterranean pinus pinaster ait. forests in the context of climate change. *Forests* 10(3): 206. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/f10030206>
- KALAČ, P. 2009. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry* 113: 9-16. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.077>
- KARAVANI, A.; DE-CÁCERES, M.; DE-ARAGÓN, J. M.; BONET, J. A.; DE-MIGUEL, S. 2018. Effect of climatic and soil moisture conditions on mushroom productivity and related ecosystem services in Mediterranean pine stands facing climate change. *Agricultural and Forest Meteorology* 248: 432-440. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.10.024>
- KASPARAVIČIUS, J. 2001. Effect of trampling on fructification of *Cantharellus cibarius* Fr.: Fr. and *Boletus edulis* Brull.: Fr. in Scots pine forest. *Biologija* 3: 21-23.
- LARSON, A.J.; CANSLER, C.A.; COWDERY, S.G.; HIEBERT, S.; FURNISS, T.J.; SWANSON, M.E.; LUTZ, J.A. 2016. Post-fire morel (*Morchella*) mushroom abundance, spatial structure, and harvest sustainable. *Forest Ecology and Management* 377: 16-25. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.06.038>
- LUOMA, D.L.; EBERHART, J.L.; ABBOTT, R.; MOORE, A.; AMARANTHUS, M.P. PILZ, D. 2006. Effects of mushroom harvest technique on subsequent American matsutake production. *Forest Ecology and Management* 236(1): 65-75. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.08.342>
- MARTÍNEZ PEÑA, F. 2008. Producción de carpóforos de micromicetes epigeos en masas ordenadas de *Pinus sylvestris* L. [en línea]. FERNÁNDEZ TOIRÁN, L.M. (dir.) Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.1816>
- MARTÍNEZ PEÑA, F.; ORIA-DE-RUEDA, J.A.; ÁGREDA, T. 2011. *Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Castilla y León*. SOMACYL - Junta de Castilla y León. ISBN: 978-84-615-3138-7
- NAGASAKA, K. 2013. *Comparative economic value estimation of matsutake mushroom and timber production in Swedish Scots pine forest*. Master Thesis no. 218. SLU. Disponible en: <https://stud.epsilon.slu.se/6112/>
- NORVEL, L. 1995. Loving the chaterelle to death? The ten-year Oregon chanterelle project. *Mcllvainea* 12(1): 6-25
- ORTEGA-MARTÍNEZ, P.; MARTÍNEZ-PEÑA, F. 2008. A sampling method for estimating sporocarps production of wild edible mushrooms of social and economic interest. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 17(3): 228-237. Disponible en: <https://doi.org/10.5424/srf/2008173-01037>
- PILZ, D.; MOLINA, R. 2002. Commercial harvests of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United States: issues, management, and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and management* 155(1-3): 3-16. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00543-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00543-6)

- PILZ, D.; WEBER, N.S.; CARTER, M.C.; PARKS, C.G.; MOLINA, R. 2004. Productivity and diversity of morel mushrooms in healthy, burned, management, and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and Management* 198: 367-386. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.05.028>
- MOLINA, R.; MAYO, J.; CLAREMONT, R.; LUTHER, S. 2006. Effects of thinning young forest on chanterelle mushroom production. *Journal of Forestry* 104 (1): 9-14.
- RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, A. 1995. *Estudio fenológico, productivo y técnicas de micorrización de un hongo ectomicorrícico, Boletus fragrans Vittad., en Castanea*. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A. (dir.) Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- SARRIONANDIA, E.; OLARIAGA, I.; PICÓN, R.; DUÑABEITIA, M.; ROBREDO, A.; RODRÍGUEZ, N.; SALCEDO, I. 2015. Implications of exotic *Pinus radiata* plantations for macrofungal diversity in the Urdaibai Biosphere Reserve (northern Spain). *Canadian Journal of Forest Research* 45(6): 667-675. Disponible en: <https://doi.org/10.1139/cjfr-2014-0317>
- TOMAO, A.; BONET, J.A.; DE-ARAGÓN, J.M.; DE-MIGUEL, S. 2017. Is silvicultura able to enhance wild forest mushroom resources? Current knowledge and future perspectives. *Forest Ecology and Management* 402: 102-114. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.07.039>

Ensayos de desbroce bajo arbolado en el marco del grupo operativo Cogomelos+



Ignacio Vizcaíno Álvarez¹, Raquel Vilarín Díaz¹, Julián Alonso Díaz²,
Javier Pereira-Espinel², Juan Manuel Domingo Santos³,
Roque Rodríguez Soalleiro²

¹Servitec Medioambiente

²Unidade de Xestión Ambiental e Forestal Sostible, USC

³Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva

La aplicación de desbroces en plantaciones suele quedar restringida a los primeros años, reduciendo la competencia del matorral y el riesgo de incendio, facilitando además el acceso. Tras la tangencia de copas, los desbroces pueden realizarse por motivos específicos, como facilitar el acceso para realizar podas o reducir el riesgo de incendio,

aplicándose en todos los casos siguiendo las calles de plantación.

Pero los aprovechamientos que requieren una entrada frecuente a los pinares, tales como el micológico o el resinero, suponen la necesidad de desbroces frecuentes del matorral de subpiso, incluso cuando el arbolado ya está bien desarrollado. En el marco del grupo operativo COGOMELOS+, financiado por AGACAL (FEADER 2022/048B, Incremento de la productividad micológica de los pinares gallegos COGOMELOS+) se desarrollaron varios ensayos de desbroce durante octubre de 2022 y junio de 2023, que dieron lugar a una jornada de difusión de resultados entre estudiantes, comuneros de montes y técnicos de empresas de servicios y de la Administración, celebrada el 6 de junio de 2023.

El monte objeto de ensayo. Los ensayos se realizaron en el monte vecinal en mano común (MVMC) Serra Gorda, Salgueirón, Roza da Graña e Froxende, que pertenece a la comunidad de Bóveda (Begonte, Lugo), que cuenta con 237 ha ubicadas en cuatro perímetros. Uno de ellos alberga una plantación de pino radiata de 31 años, en la que se usaron tanto material mejorado neozelandés como material gallego y en la que se ha establecido un sitio de ensayo de claras hace ya 19 años. El marco inicial de plantación del pinar es de 3×3 m, siendo todavía evidentes las calles de plantación.

El pinar presenta una gran productividad en madera, con producciones medias de la masa total (contabilizando por tanto lo cortado en las claras) de 17,4 a 19 m³/ha año en la procedencia gallega y de 20,3 a 24 m³/ha año en el material mejorado neozelandés. Las mejores productividades totales en madera se han conseguido en las parcelas aclaradas. Presenta asimismo una gran productividad micológica, recogiendo habitualmente para consumo propio o comercialización algunos comuneros.

La superficie desbrozada en el ensayo fue de 12,25 ha bajo pinar, actuándose adicionalmente en 3,35 ha de cortafuegos, siempre en terreno de pendiente inferior al 5 %. La vegetación de subpiso fue predominantemente un zarzal de gran desarrollo (altura de 1,5 m), lo que explica la dificultad de acceso. En algunas zonas predomina un matorral más leñoso, formado por xesteira y toxal. La madera muerta, en forma de árboles enteros derribados o ramas, con distintas dimensiones y grado de descomposición, era también muy abundante. Existe muy poca abundancia de piedras en todas las zonas de trabajo.

A pesar de que el pinar es adulto y tiene un nivel elevado de existencias (más de 500 m³/ha en casi todas las parcelas), la zarza resulta abundante, dada su resistencia a condiciones de sombra. La abundancia de zarza hace que el monte sea impenetrable y no se pueda entrar a recolectar setas en las zonas que llevan más de 3 años sin desbrozar. Se ha observado que la zarza se recupera muy fácilmente de los desbroces si estos se realizan por fajas, debido a su facilidad para propagarse por acodo aéreo de sus tallos arqueados.

Maquinaria y herramientas ensayadas. Se ensayaron dos tipos de desbroces mecanizados (tractor convencional y frutero), un desbroce con robots accionados a radio control (dos modelos de diferente dimensión) y el desbroce manual con motodesbrozadoras con cuchillas trituradoras. En todas las máquinas empleadas la roza fue por trituración, usando piezas rotatorias que giran a gran velocidad y avanzan por el terreno golpeando las matas leñosas, rompiendo sus tallos cerca del suelo e introduciendo sus partes aéreas en tambores metálicos donde por reiteración del golpeo resultan trituradas.



Tractor estrecho Lamborghini F-100 Plus de 100 CV ensayado en desbroce por calles.

El **tractor convencional** ensayado fue un John Deere 6130M de 144 CV, con 2,5 m de anchura y 5,8 t de peso. Dadas sus dimensiones, se empleó exclusivamente para la roza fuera de arbolado, en concreto de los cortafuegos existentes. Disponía de una desbrozadora TMC Cancela TDR 200 accionada por toma de fuerza trasera, dotada de martillos romos sobre un eje horizontal.

En cuanto a los **tractores fruteros**, se ensayaron dos modelos de características similares: Un Lamborghini F-100 Plus de 100 CV de 2 m de anchura y 2,6 t de peso y un New Holland TN95F, de menor anchura (1,4 m), pero similar peso y potencia. Ambos presentaban adaptaciones adecuadas para su empleo forestal, en especial las barras antivuelco. El apero desbrozador fue un TMC Cancela D3 160 de 4 cadenas montadas sobre eje vertical.

El **robot RoboEVO**, fabricado por la italiana Energreen, presenta menor peso que el precedente (1 500 kg), estando accionado por un motor de 40 CV. El tren de rodaje son asimismo cadenas de goma y la anchura de trabajo de 1,3 m. El implemento de desbroce va ubicado en posición delantera, también fabricado por Energreen (modelo Forestry 130H), es de eje horizontal y dispone de martillos afilados. La limitación de pendiente que indica el fabricante en este caso es de 50°. El coste de la máquina nueva es de unos 65 000 €.

El **robot Stella URS100** puede trabajar en pendientes de hasta 55° debido a que su centro de gravedad es muy bajo, estando equipado con barras antivuelco. De fabricación alemana, presenta tren de rodaje de orugas de goma y el elemento desbrozador son cuchillas de eje vertical. Está accionado



Robot Energreen RoboEVO ensayado en desbroce por calles bajo arbolado.



Robot Stella URS100 ensayado en desbroce cruzado.

por un motor HONDA iGXV 800 EFI con potencia de 26CV y su peso es de 640 kg. Se trata de una máquina muy ágil, con un ancho de trabajo de 100 cm y que, aunque su diseño original es como cortacésped, es capaz de desbrozar matorral de cierta dimensión. El depósito de 20 L proporciona autonomía suficiente para una jornada de trabajo. Puede accionarse por radiocontrol hasta una distancia de 200 m. El coste de la máquina nueva es de unos 55 000 €.

Tipo de trabajo realizado y resultados. Como se ha indicado, el tractor convencional se empleó en el desbroce de cortafuegos. Para el desbroce a lo largo de las calles bajo arbolado se compararon los tractores fruteros con el RoboEVO, dándose una doble pasada para completar todo el ancho de la calle. La comparativa del robot Stella URS100 y el desbroce manual con motodesbrozadora se realizó sobre el cruce de desbroce, en zonas previamente desbrozadas por calles. Todas las máquinas tuvieron varias zonas de trabajo y se tomaron los tiempos, que se

desglosaron en tiempos sin trabajo, tiempos productivos, preparatorios y de servicio.

El tractor convencional presentó un rendimiento de 3,9 h/ha con una muy alta calidad de desbroce. Sin embargo, su empleo para desbrozar bajo arbolado no nos parece aconsejable tras experiencias previas en el mismo monte en que se combinó un tractor convencional por calles y un frutero para cruzar el desbroce. Debido al elevado peso y a al doble pase cruzado, el suelo resultó muy perturbado y la productividad micológica descendió a un 35 % en la siguiente temporada, recuperándose luego hasta un 80 %, comparando el mismo tratamiento de clara.

Para el ensayo de desbroce por calles, el rendimiento de los fruteros (4,3 h/ha) fue mucho mejor que el RoboEVO (12,2 h/ha), si bien la calidad de desbroce de este último fue muy superior, al poder ajustar más la pasada de desbroce a las filas de arbolado debido a su mayor maniobrabilidad. Los tiempos productivos del RoboEVO fueron muy variables de unas zonas a otras, dependiendo del nivel de lignificación de la vegetación (se estima que con vegetación de zarza exclusivamente el rendimiento podría mejorar hasta 6 h/ha). Por otro lado, dado el menor peso del RoboEVO y la mayor superficie de sustentación de sus cadenas de goma, el impacto sobre el suelo es inferior. Aunque el monte de ensayo tenía una pendiente muy moderada, es evidente que los peligros de accidente en una máquina sin cabina como el RoboEVO son inferiores al caso de un tractor frutero.

En el ensayo de cruce del desbroce los rendimientos no pueden compararse directamente con los anteriores, ya que la carga de matorral a desbrozar es muy inferior. Para el caso de los desbroces manuales, los rendimientos medios son de 314 m²/h, lo que supone, en caso de que se pretenda desbrozar una ha, unas necesidades de mano de obra de 31,8 h/ha (el coste horario es de unos 18 €/h). Los trabajos fueron realizados por 5 operarios distintos, que tuvieron un rendimiento muy similar (un 10 % superior el más rápido con respecto al más lento). El equipo completo de 5 operarios necesitaría algo más de 6 h de trabajo para desbrozar una ha. Los rendimientos son muy buenos para desbroce manual, lo que sin duda es el resultado de que el monte se había desbrozado por calles seis meses antes. Por experiencias previas en el mismo monte, el rendimiento bajaría a 200 m²/ha en caso de parcelas desbrozadas el año anterior.

El robot Stella URS100 obtuvo un rendimiento global de 5,5 h/ha, muy superior lógicamente al desbroce manual. Resulta además más económico por unidad de superficie, a pesar de que el coste horario es elevado (unos 100 €/h). El desbroce conseguido sin embargo es inferior en calidad al manual, particularmente en el caso de zarzas, que deberían desbrozarse con una altura de cuchillas más baja.



Comparativa de calidad de ejecución de desbroce cruzado: a la derecha con motodesbrozadora, a la izquierda con robot Stella URS100.

La disposición alta de las cuchillas resultó favorable para evitar impactos, pero favoreció la reinstalación de la zarza un mes después del desbroce.

Conclusiones. Los resultados generales indican una eficiencia superior de los tractores fruteros en el desbroce bajo arbolado respecto al RoboEVO y del Stella URS100 con respecto al desbroce manual, si bien varias circunstancias del sitio de ensayo explican estos resultados y permiten ponerlos en contexto.

1. La pendiente del terreno es prácticamente nula, lo que facilita la labor del tractor frutero y reduce los riesgos sobre el tractorista por efecto de posibles vuelcos del tractor. Debe considerarse que los dos robots presentan un centro de gravedad muy bajo y capacidad para mantenerse estables incluso en pendientes superiores al 100 %.
2. El RoboEVO permite apurar mucho más el desbroce a la línea de árboles, dejando una banda muy estrecha sin desbrozar a lo largo de dichas alineaciones. Adicionalmente, la maniobrabilidad del RoboEVO facilitaría el cruce del desbroce respecto del tractor frutero. Este tractor parece una alternativa viable para sustituir a desbroces manuales para mantenimiento de áreas cortafuegos en áreas de topografía accidentada.
3. Buena parte de los tiempos sin trabajo derivados de atascos o de los tiempos de servicio necesarios para reparaciones del RoboEVO, derivan de que la potencia considerada es un nivel intermedio a bajo dentro de la serie del fabricante, lo que limita la capacidad de desbroce con vegetación más leñosa o zarzas de mayor desarrollo.

Sería por tanto conveniente ensayar el modelo RoboMAX, de 100 CV.

4. El robot Stella URS100 proporciona una gran agilidad en el desbroce, aunque la terminación del trabajo es inferior al desbroce manual con cuchilla trituradora. Ante la falta de disponibilidad de operarios de motodesbrozadora, este robot resulta una alternativa para cargas de matorral no demasiado elevadas, aunque debe regularse la altura de las cuchillas para obtener un corte adecuado.
5. La alteración por compactación del suelo debido al desbroce es mucho menor en el caso de los robots, como resultado de un reparto de menor peso en la superficie de las cadenas. Se estima para ambos un valor promedio de $0,17 \text{ kg/cm}^2$, muy inferior a los habituales en tractores o a los establecidos como límite ($0,70 \text{ kg/cm}^2$ por el CTBA en Francia). En todo caso, deben prevenirse las alteraciones por giros rápidos del tren de cadenas.
6. El nivel de apurado del desbroce podría facilitar la micetación de las especies más heliófilas, que son la mayoría en este monte (*Boletus edulis*, *Boletus pinophilus*, *Lactarius quieticolor*), si bien las más umbrófilas (*Hydnum repandum*) se favorecerían de una altura de corte superior o del desbroce en calles sin cruzado.
7. De los ensayos efectuados, se estima que para el control de la zarza bajo este pinar que facilite su aprovechamiento micoselvícola se requeriría de un desbroce total al menos bienalmente, o bien un desbroce por calles alternado con otro cruzado de forma anual •

[illegible]

Anexo Divulgación

11_Presentaciones evento final



Cogomelos+

GO COGOMELOS+: Incremento de la productividad micológica de los pinares gallegos

Gestión forestal en pinares para incremento de productividad micológica

 Ignacio Vizcaíno Alvarez

 ignaciovizcaino@servitecma.com

 696 56 56 04

 Servitec Medioambiente



Cogomelos+ está financiado por las ayudas para la ejecución de grupos operativos de la Asociación Europea de Innovación (AEI), cofinanciadas en un 75% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) en el marco del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Galicia 2014-2020. La Consellería do Medio Rural es el órgano de la Administración gallega al cual le corresponde proponer y ejecutar las directrices generales en el ámbito rural, y engloba las competencias en materia de agricultura, ganadería, desarrollo rural y ordenación comarcal, estructuras rurales, industrias agroalimentarias y forestales, montes, prevención y defensa de los incendios forestales.

Presupuesto total: 179,996,95€; **Subvención:** 179,996,95€; **Cofinanciación UE:** 75% FEADER

Servitec Medioambiente

Mas de 25 años en el sector forestal en Galicia.

Área forestal:

- Forestación e implantación vegetal
- Tratamientos selvícolas
- Defensa forestal
- Aprovechamientos



Servitec Medioambiente

Mas de 25 años en el sector forestal en Galicia.

Área Medioambiental:

- Recuperación y mejora ambiental
- Restauración y control de espacios degradados
- Recuperación y manejo de recursos faunísticos
- Promoción del uso social



Servitec Medioambiente

Mas de 25 años en el sector forestal en Galicia.

Área civil:

- Infraestructuras hidráulicas
- Infraestructuras viarias y obras de paso
- Urbanización y edificaciones de uso público



Servitec Medioambiente

Mas de 25 años en el sector forestal en Galicia.

Mantenimiento de infraestructuras

- Vías de comunicación terrestre
- Líneas de transporte de energía
- Telecomunicaciones



Servitec Medioambiente

Mas de 25 años en el sector forestal en Galicia.

Consultoría y proyectos

- Proyectos de construcción y obra civil
- Estudios y peritaciones
- Asesoría técnica
- Formación y divulgación
- Proyectos forestales y medioambientales

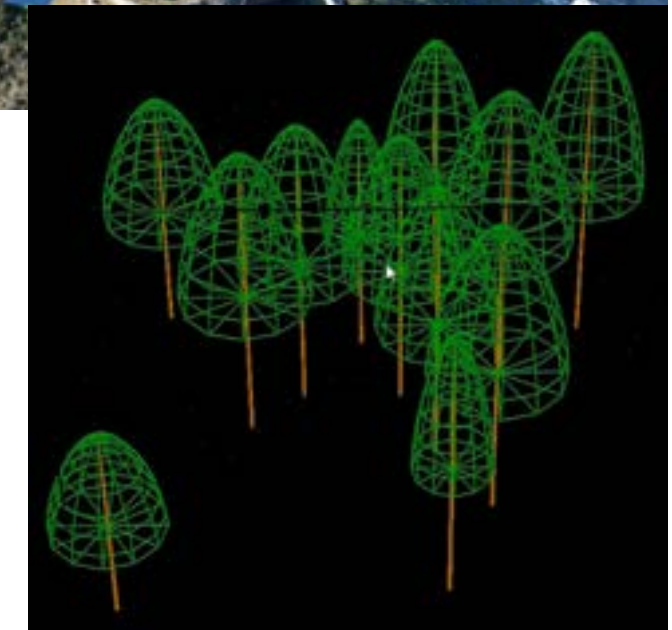
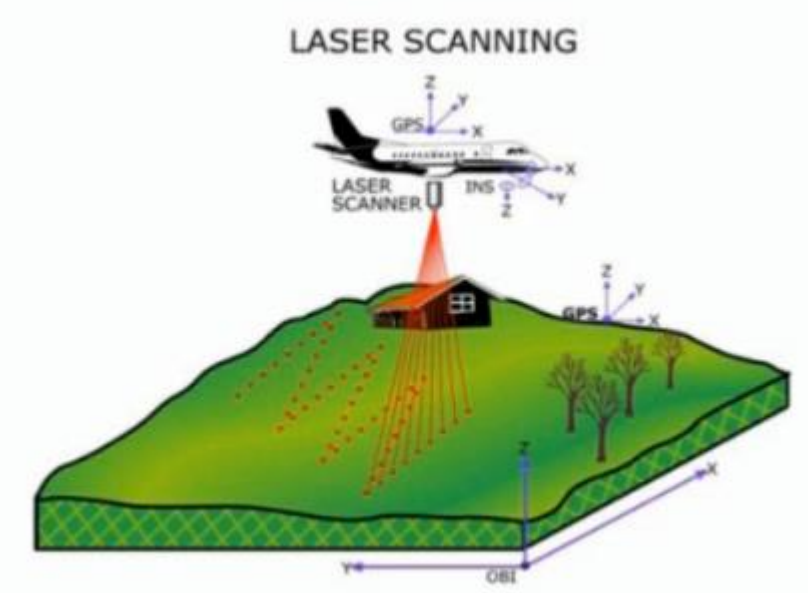


Servitec Medioambiente

Mas de 25 años en el sector forestal en Galicia.

Planificación forestal e I+D

- Testeo de nuevas tecnologías
- Desarrollo de nuevas metodologías
- Búsqueda de nuevos servicios
- Mejora de la seguridad y eficiencia



Cogomelos+

Desbroces

- Control de tiempos
- Diversos métodos
- Repetición en el tiempo



Cogomelos+

Cerramiento

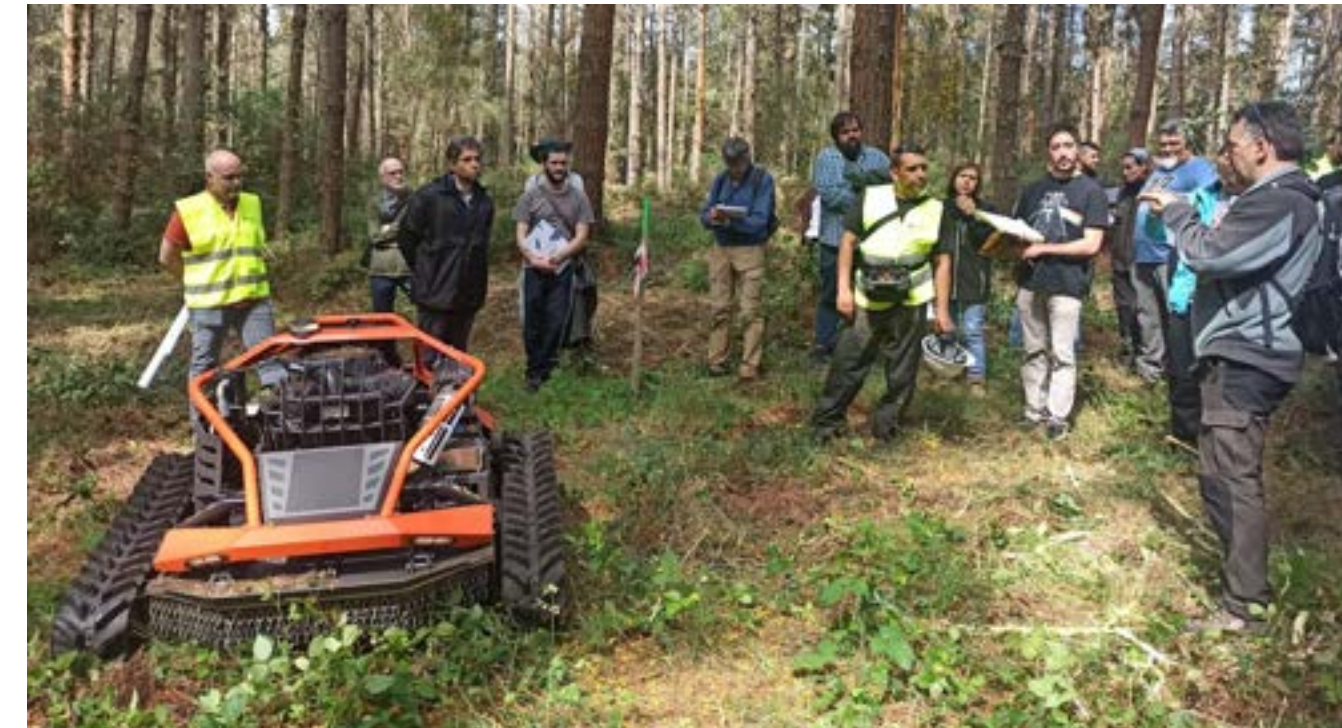
- Control de acceso
- Disuasorio



Cogomelos+

Actos divulgativos

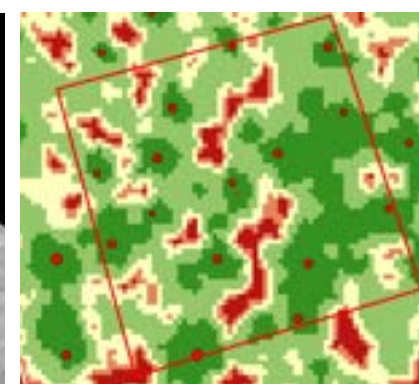
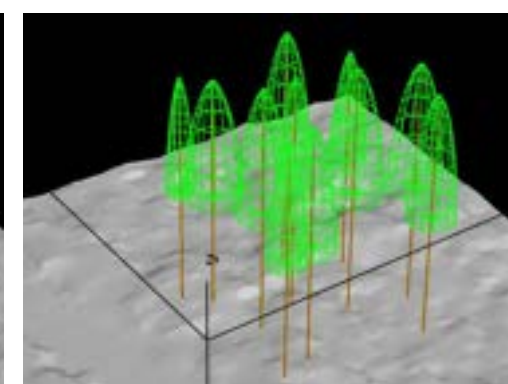
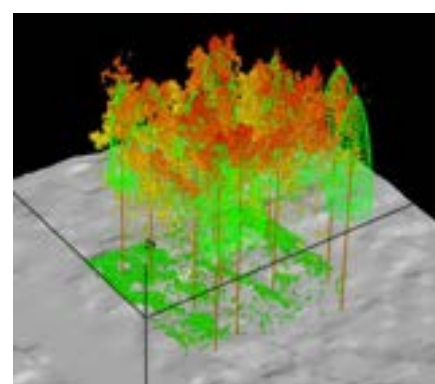
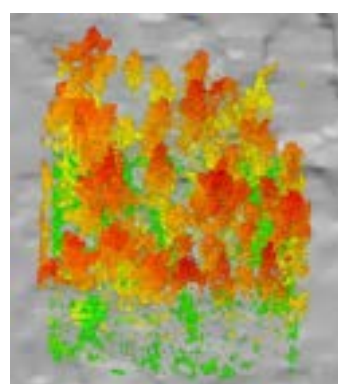
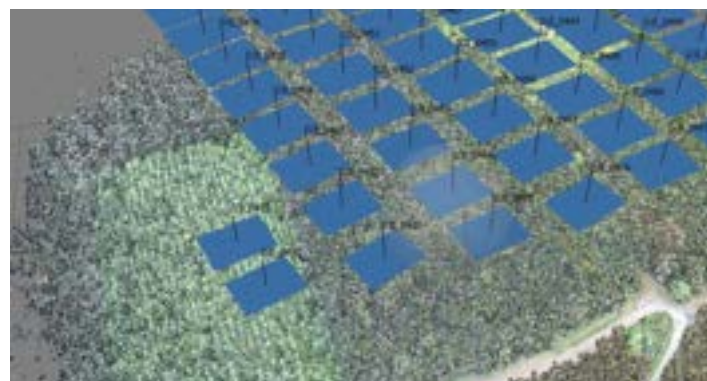
- Jornadas en campo
- Colaboración en programas de televisión
- Colaboración con prensa



Cogomelos+

Fotogrametría con dron bajo arbolado

- Estimación inventario
- Fotogrametría de alta resolución



Cogomelos+

Propuestas de mejora en la planificación forestal

- Proyectos de ordenación
- Modelos selvícolas para producción de setas en *Pinus radiata*





Servitec
medioambiente

Ingeniería al servicio del Desarrollo Sostenible

GO COGOMELOS+: Incremento de la
productividad micológica de los pinares gallegos

La productividad micológica en pinares. Resultados de Cogomelos+

¡Muchas gracias por su atención!



Cogomelos+ está financiado por las ayudas para la ejecución de grupos operativos de la Asociación Europea de Innovación (AEI), cofinanciadas en un 75% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) en el marco del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Galicia 2014-2020. La Consellería do Medio Rural es el órgano de la Administración gallega al cual le corresponde proponer y ejecutar las directrices generales en el ámbito rural, y engloba las competencias en materia de agricultura, ganadería, desarrollo rural y ordenación comarcal, estructuras rurales, industrias agroalimentarias y forestales, montes, prevención y defensa de los incendios forestales.

Presupuesto total: 179,996,95€; **Subvención:** 179,996,95€; **Cofinanciación UE:** 75% FEADER



GO COGOMELOS+: Incremento de la
productividad micológica de los pinares gallegos

La productividad micológica en pinares. Resultados de Cogomelos+

 Roque Rodrríguez Soalleiro

 roque.rodriguez@usc.es

 982823107

 Unidade de Xestión Ambiental e Forestal Sostible. EPSE de
Lugo, Universidade de Santiago de Compostela

Cogomelos+ está financiado por las ayudas para la ejecución de grupos operativos de la Asociación Europea de Innovación (AEI), cofinanciadas en un 75% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) en el marco del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Galicia 2014-2020. La Consellería do Medio Rural es el órgano de la Administración gallega al cual le corresponde proponer y ejecutar las directrices generales en el ámbito rural, y engloba las competencias en materia de agricultura, ganadería, desarrollo rural y ordenación comarcal, estructuras rurales, industrias agroalimentarias y forestales, montes, prevención y defensa de los incendios forestales.

Presupuesto total: 179,996,95€; **Subvención:** 179,996,95€; **Cofinanciación UE:** 75% FEADER



Equipo de trabajo de la USC

Julián Alonso Díaz, contratado por el proyecto

Antonio Rigueiro Rodríguez

Javier Pereira-Espinel Plata, doctorando

Ángela de la Orden Beúnza, estudiante

Alberto Rojo Alboreca

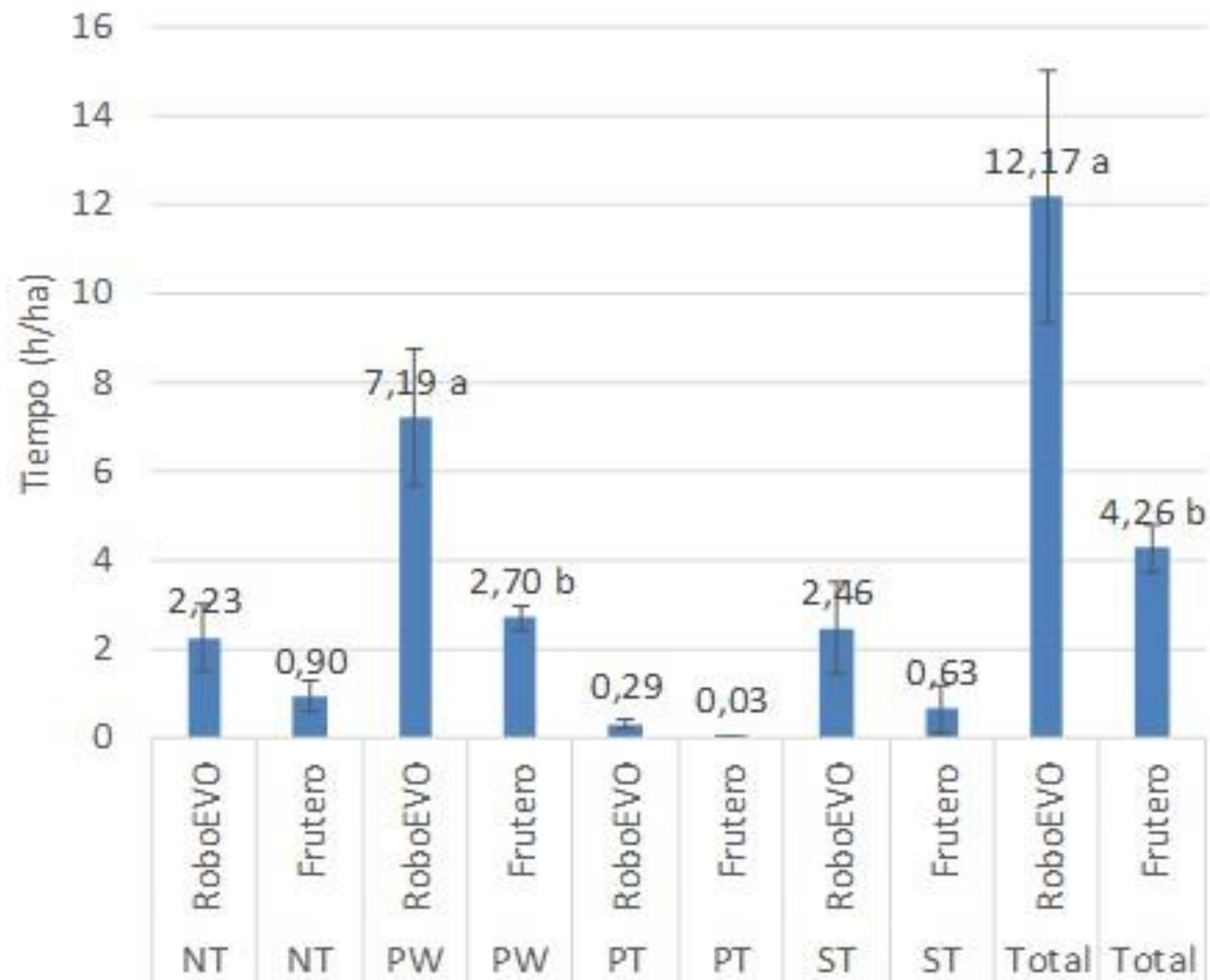
Roque Rodríguez Soalleiro



**Unidade de Xestión
Ambiental y Forestal
Sostenible, USC**

Gestión para producción micológica

Ensayos de desbroce



RoboEVO de ENERGREEN, 40 CV, 480 kg.

Estudios de tiempos y rendimientos. Potencial de desbrozadoras accionadas a radiocontrol

Vizcaíno et al, 2023. O monte

Gestión: desbroces

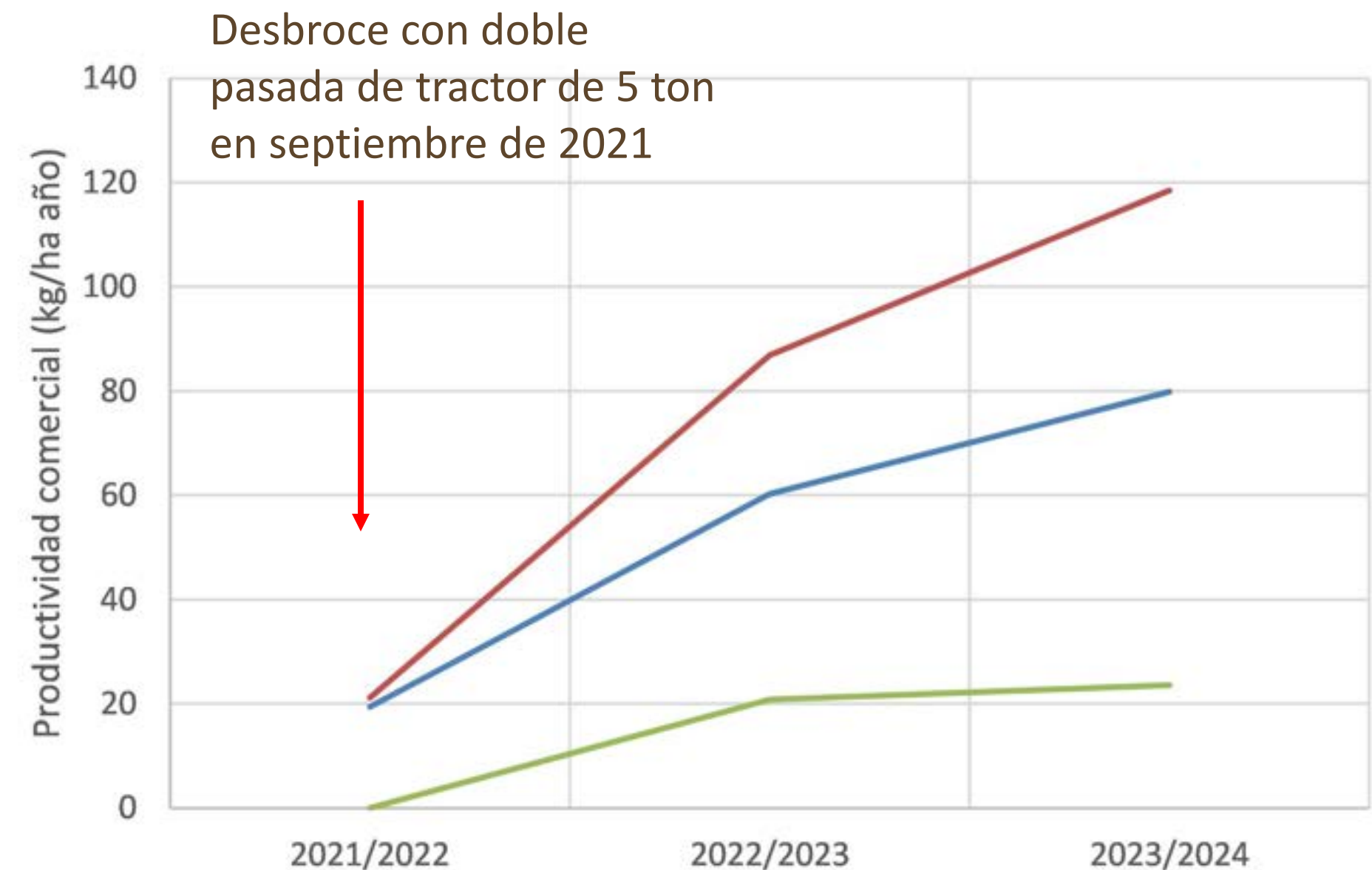
Casos claros de éxito y alternativas de futuro para ensayar: RoboMAX, SVMAC



75CV, 2500 kg+implementos, mucha mayor potencia que RoboEVO

Gestión: desbroces

Mejor no desbrozar de forma inadecuada...



Caída de producción en temporada 2021 y recuperación posterior

Inventariando para estudios investigación

Campaña	Visitas	Parcelas	Inventarios
2019/20	9	4	36
2020/21	20	4	80
2021/22	21	12	252
2022/23	23	12 (24 en 6 visitas de primavera)	348
2023/24	42	24	1008
Totales	115		1724

Cogomelos+ ha permitido una intensificación evidente de la intensidad de muestreo:

VARIABILIDAD INTERANUAL DE PRODUCCIONES
COMPARATIVA DE PRODUCTIVIDAD ENTRE ÁREA ABIERTA Y CERCADA
VARIABILIDAD POR TRATAMIENTOS DE CLARA Y POR UBICACIÓN DE PARCELAS
DISTRIBUCIÓN DE PRODUCCIONES DE CADA ESPECIE A LO LARGO DE LA TEMPORADA
DISTRIBUCIÓN POR CALIDADES DE LA PRODUCTIVIDAD MICOLÓGICA

Resultado global productividad



**Boletus pinophilus: 24,7 kg/ha año.
SE=3,6 kg/ha año. Foto: JAD**



**Hydnum repandum: 10,5
kg/ha año. SE=0,76 kg/ha año.
Foto: RRS**



**Lactarius quieticolor: 6,9 kg/ha
año. SE=1,64 kg/ha año. Foto: JPE**



**Boletus edulis: 5,1 kg/ha año.
SE=1,11 kg/ha año. Foto: JAD**

Resultados para el monte concreto de estudio. Otros pinares pueden presentar un perfil productivo diferente

Resultado global productividad



**Suillus luteus: 6,8 kg/ha año.
SE=1,54 kg/ha año. Foto: JAD**



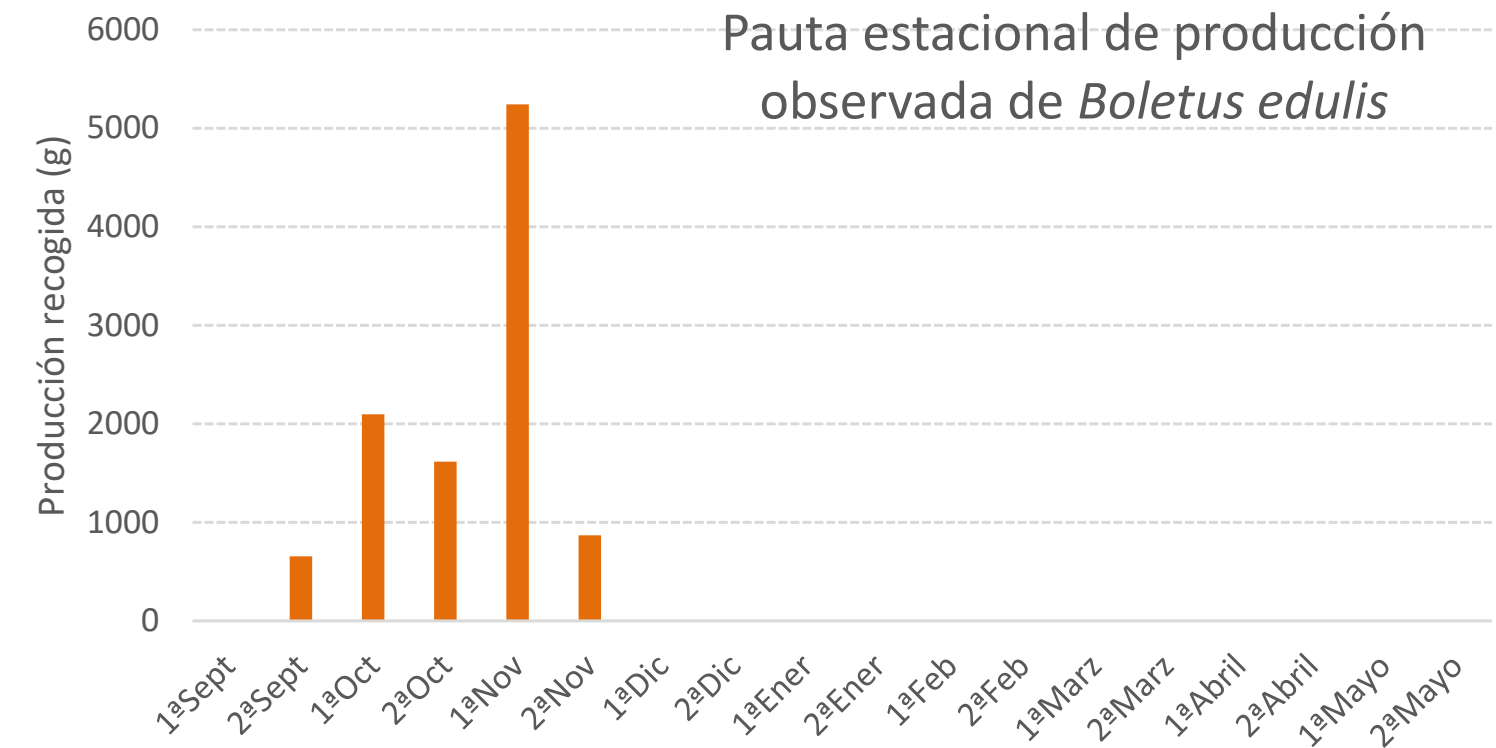
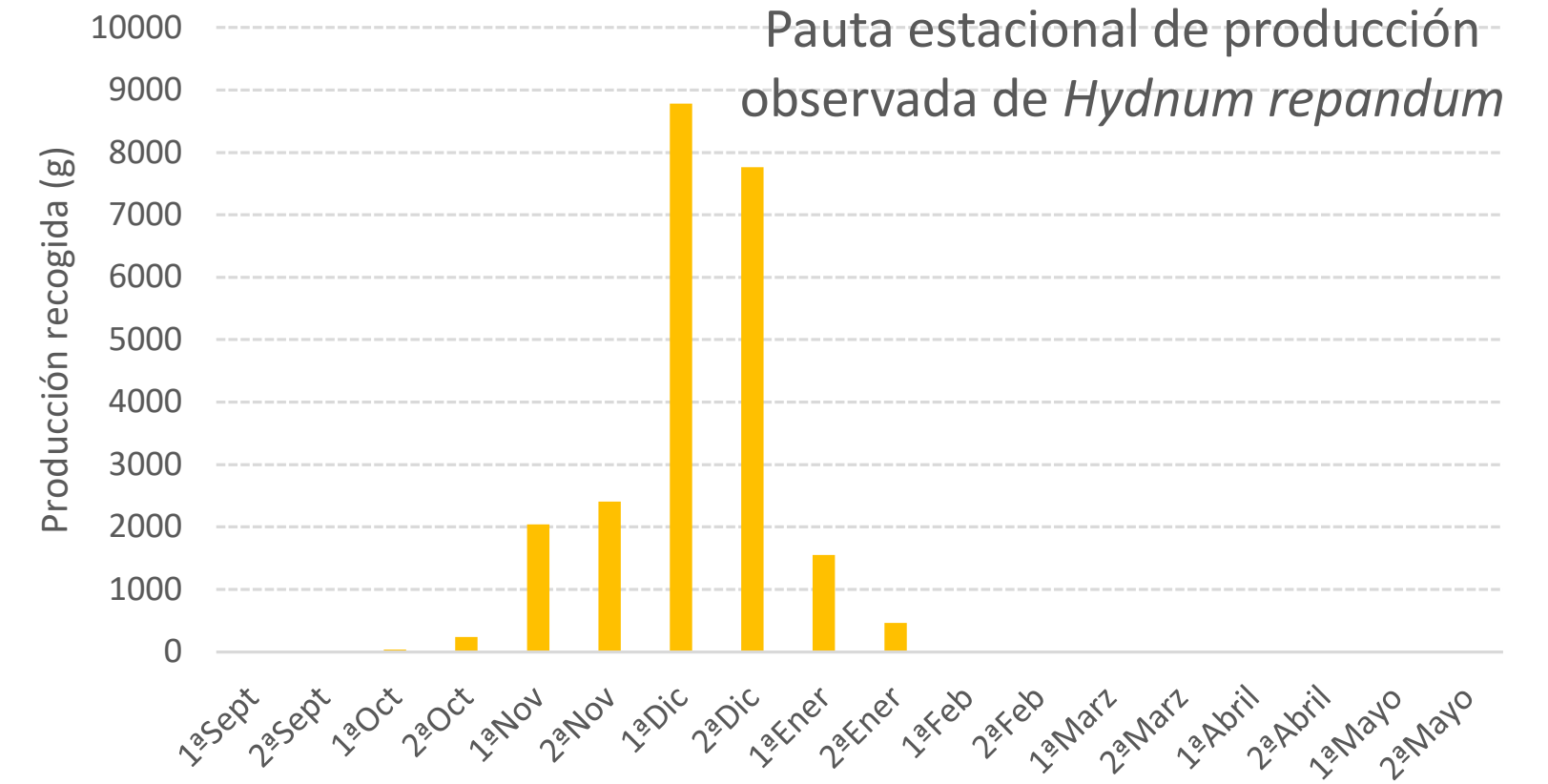
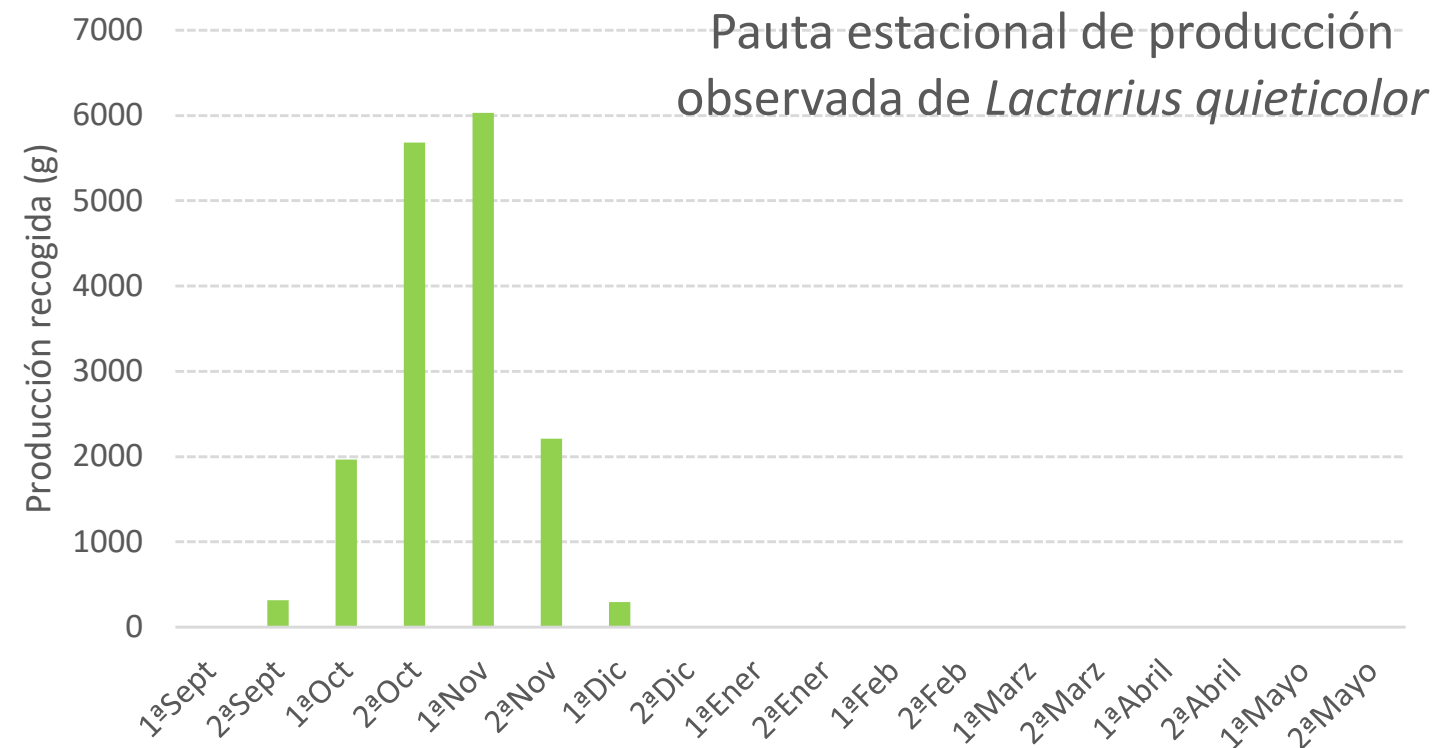
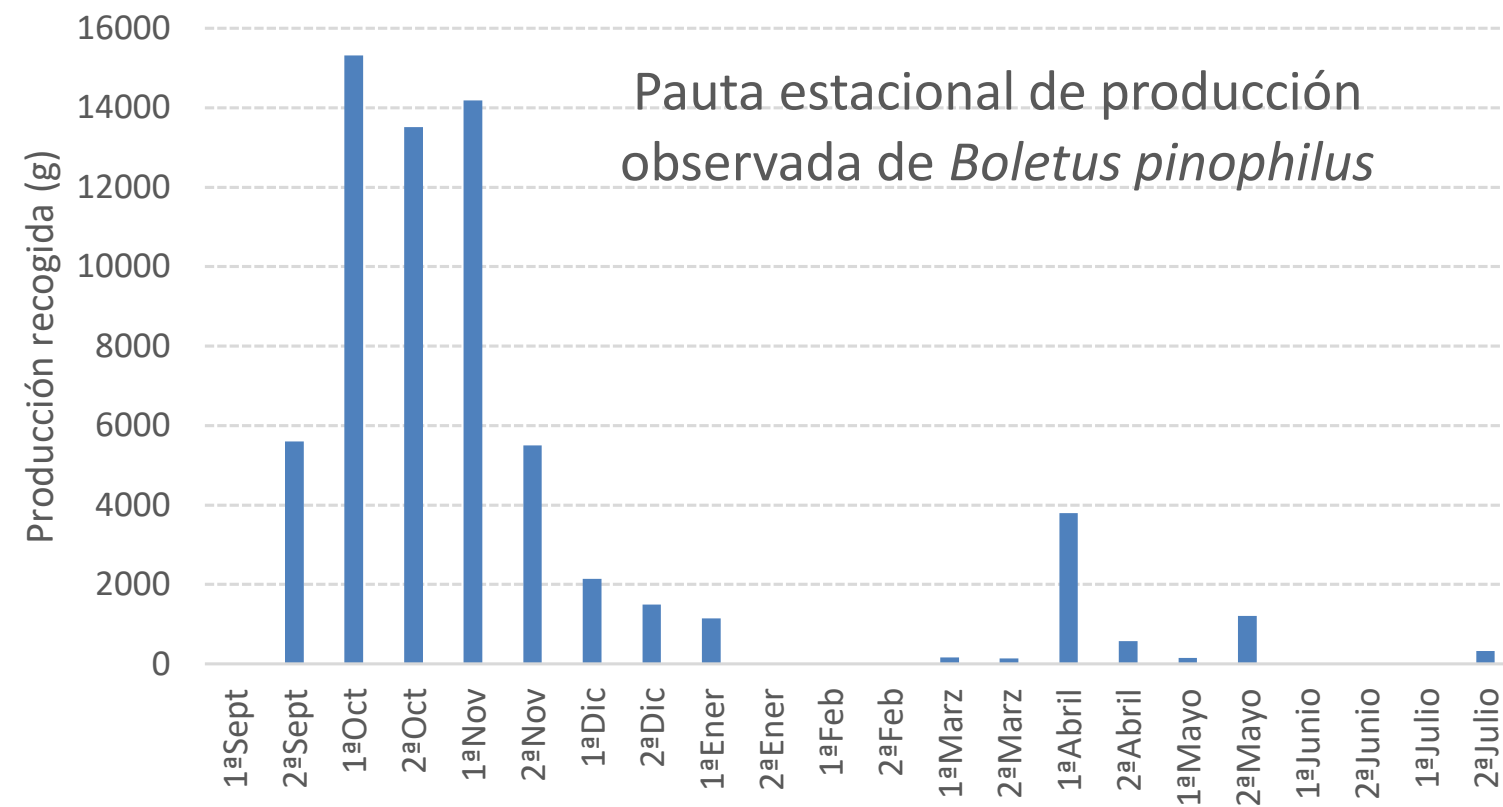
**Imleria badia: 4,1 kg/ha año.
SE=0,92 kg/ha año. Foto: RRS**



**Tricholoma portentosum: 0,8 kg/ha año.
SE=0,21 kg/ha año. Foto: RRS**

**Productividad global promedio en el entorno de 60 kg/ha
año. 64 si consideramos todas las especies comestibles**

Distribución de la producción



Opciones de las comunidades de montes

Primera decisión esencial sobre acotar o no el aprovechamiento. Pero: ojo: recogidas comerciales siempre requerirán autorización de la comunidad

Opciones de regulación y precios habituales

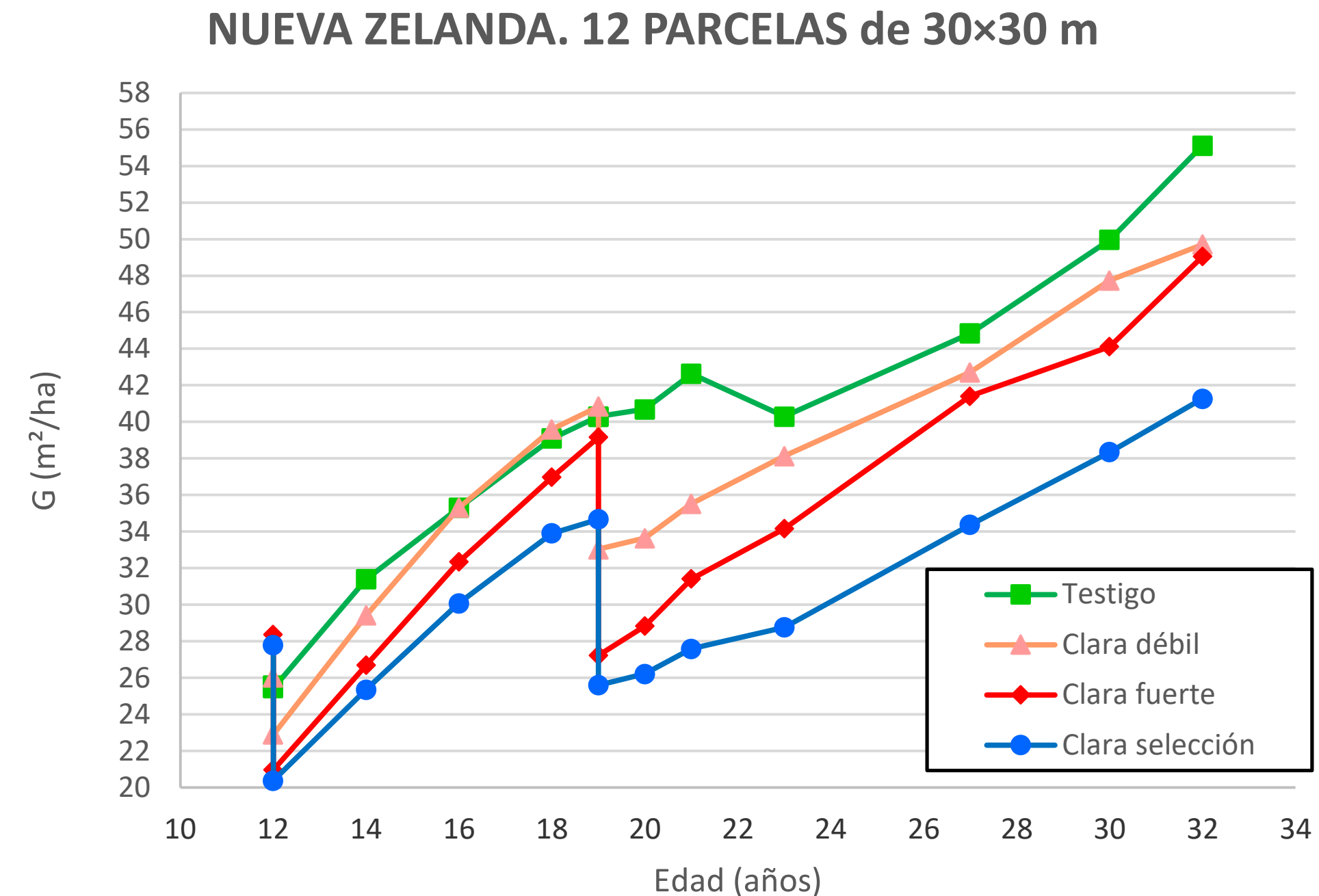
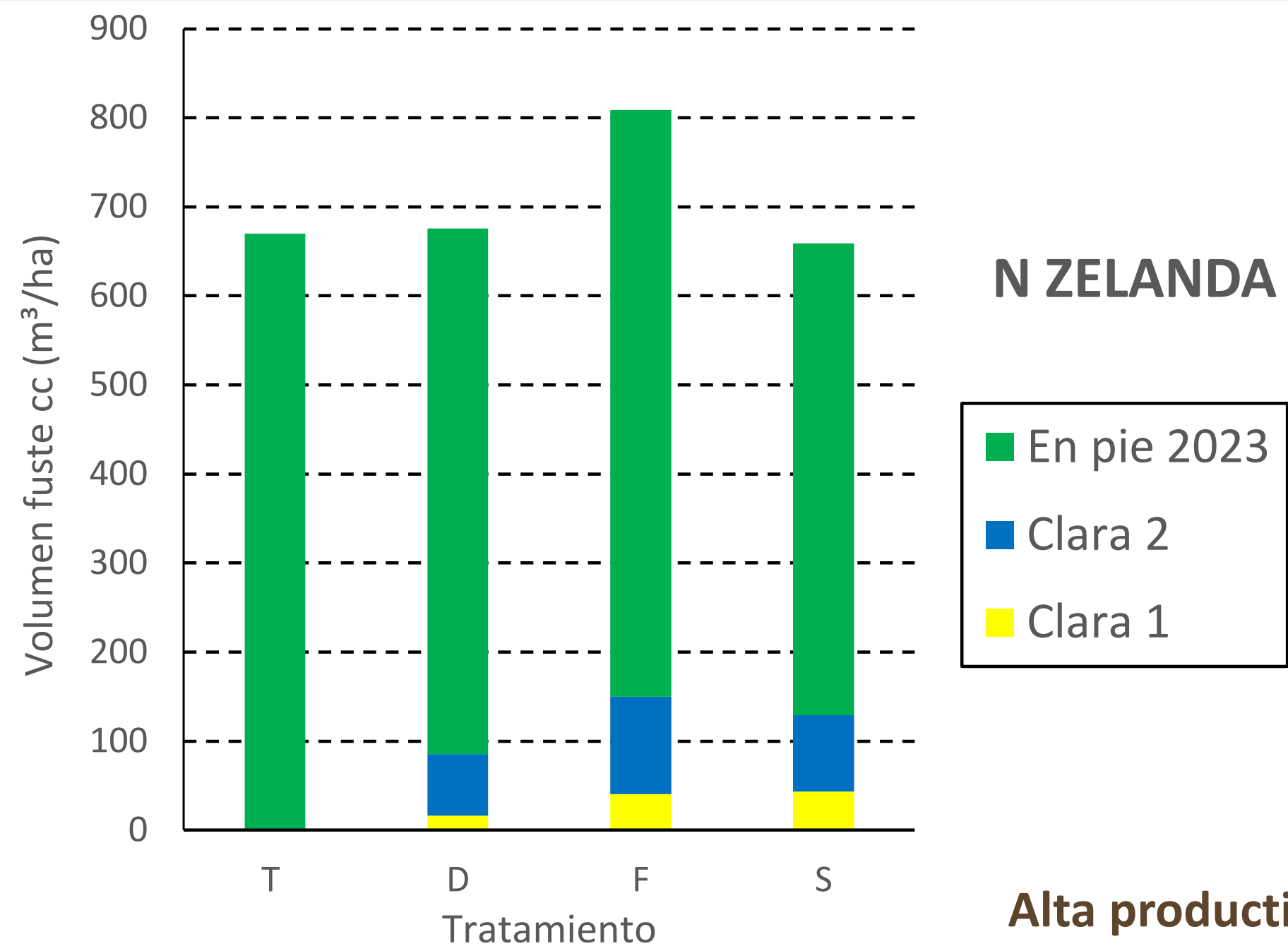
Si se acota debe señalizarse y ejecutarse el aprovechamiento. Ya no es posible la recogida de consumo propio (aprovechamiento libre) por parte de no comuneros.

	Porcentajes de calidad en peso		
Especie	Cal 1 (% en peso)	Cal 2 (% en peso)	Cal 3 (% en peso)
<i>Boletus pinophilus</i>	31,32	29,25	39,43
<i>Boletus edulis</i>	36,17	45,09	18,74

	Porcentaje de producción en función del mes				
Especie	Sept (%p)	Oct (%p)	Nov (%p)	Dic (%p)	Ene (%p)
<i>Hydnum repandum</i>		1,18	19,12	71,05	8,65
<i>Lactarius quieticolor</i>	1,94	47,26	50,92	1,81	



Madera + setas



Alta productividad en madera, especialmente en la procedencia neozelandesa. Posibilidad de compatibilizar ambos aprovechamientos

Incremento valor de la madera

Destino	Ø punta delgada (cm)	L min troza (m)	Precio en pie (€/m³)
Rolla de sierra gruesa sin nudos	40	3	60
Rolla de sierra gruesa sin nudos	30	2,5	45
Canter	20	2,5	35
Tablero	5	2,5	14

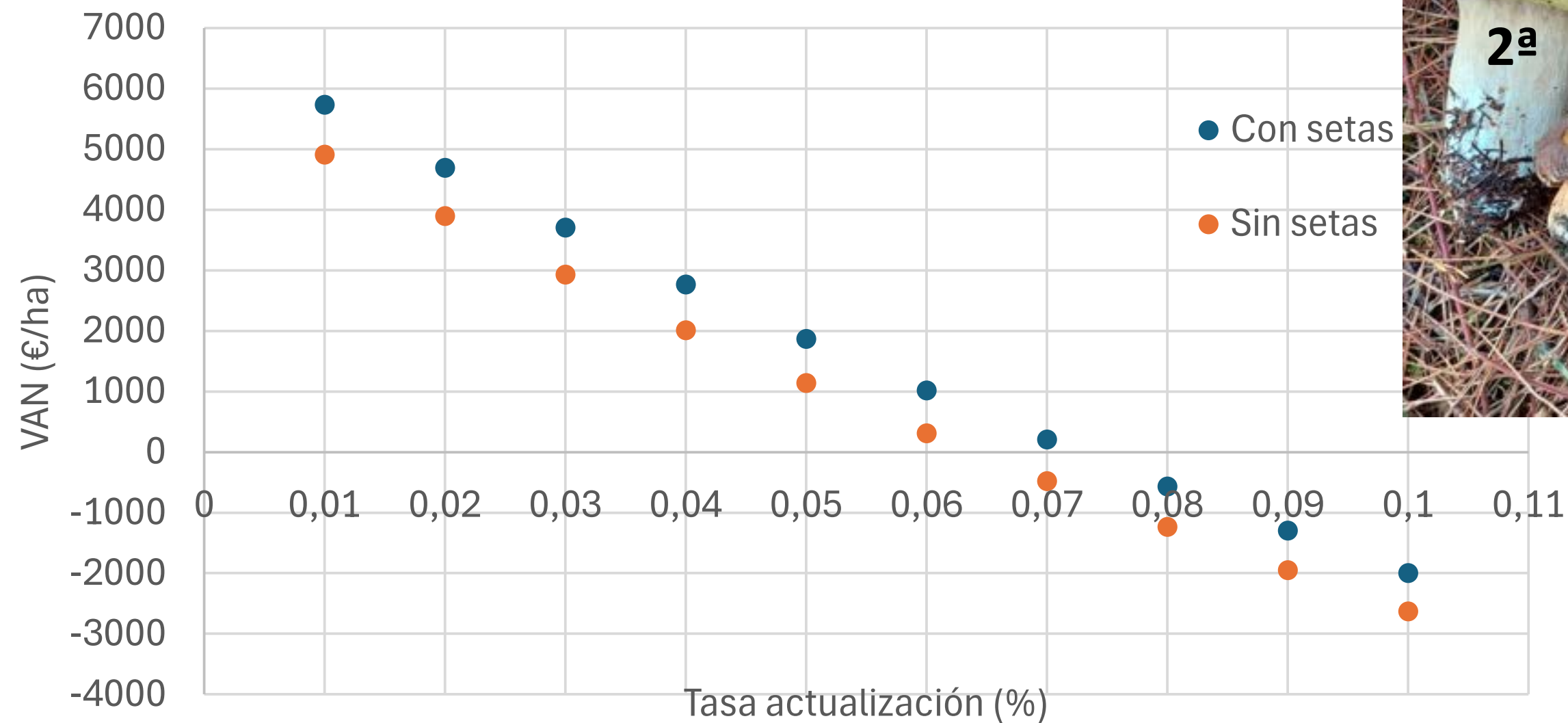
Origen	Valor t=27 (€/ha)	Valor t=32 (€/ha)	Incremento (€/ha)
Galicia	14154 (2479)	19531 (3134)	5377
Nueva Zelanda	17642 (2307)	24222 (3652)	6580

Valor de tasación de la madera en pie muy alto y con tendencia creciente marcada en los últimos 5 años.

- Se mantiene el crecimiento
- Una proporción superior se clasifica en destinos de mayor valor

Procedencia	Parcela	Trat	V (t=27)	V (t=32)
G	1	F	13196	19919
G	2	T	14420	19939
G	3	T	14921	21996
G	4	S	17924	19803
G	5	T	13604	18195
G	6	F	12632	17451
G	7	S	15226	21761
G	8	D	15049	22371
G	9	D	11236	15615
G	10	D	18188	24656
G	11	F	14038	19518
G	12	S	9416	13143
NZ	1	F	21716	28920
NZ	2	T	13266	18599
NZ	3	S	16408	23157
NZ	4	S	15207	22136
NZ	5	S	16962	20717
NZ	6	F	15976	21043
NZ	7	D	19221	25445
NZ	8	D	17300	23253
NZ	9	D	18110	22614
NZ	10	T	19542	28053
NZ	11	F	19995	30720
NZ	12	T	18002	26006

Evaluación económica



Recogida de Boletus de diferentes calidades

La prolongación del turno en pinares sanos tiene sentido económico, especialmente si se combian con producción micológica

GO COGOMELOS+: Incremento de la
productividad micológica de los pinares gallegos

La productividad micológica en pinares. Resultados de Cogomelos+

¡Muchas gracias por su atención!



Cogomelos+ está financiado por las ayudas para la ejecución de grupos operativos de la Asociación Europea de Innovación (AEI), cofinanciadas en un 75% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) en el marco del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de Galicia 2014-2020. La Consellería do Medio Rural es el órgano de la Administración gallega al cual le corresponde proponer y ejecutar las directrices generales en el ámbito rural, y engloba las competencias en materia de agricultura, ganadería, desarrollo rural y ordenación comarcal, estructuras rurales, industrias agroalimentarias y forestales, montes, prevención y defensa de los incendios forestales.

Presupuesto total: 179,996,95€; **Subvención:** 179,996,95€; **Cofinanciación UE:** 75% FEADER