



OVIHUEC.DAT

Caracterización de la gestión forestal e impulso socioeconómico en zonas de montaña mediante un rebaño comunal en un entorno digital

5.2.3

Propuesta de modificaciones en la estructura forestal generada, o bien en el manejo del rebaño

Convocatoria de ayudas de la Fundación Biodiversidad, en régimen de concurrencia competitiva, para apoyo a proyectos transformadores para la promoción de la bioeconomía ligada al ámbito forestal y la contribución a la transición ecológica (regulada por la Orden TED/1014/2021, de 20 de septiembre, y por la Orden TED/408/2023, de 24 de abril, que modifica la anterior) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia - Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU para el ejercicio del 2023

LOGOS DE LA INSTITUCIÓN DE LOS AUTORES

Información del documento

Número de informe	5.2.3
Nombre del informe	Propuesta de modificaciones en la estructura forestal generada, o bien en el manejo del rebaño
Descripción del informe	Informe de capacitación de cómo gestionar una estructura forestal
Objetivo	Objetivo 5 - Ambiente
Actividad	A5.2 Efecto del pastoreo sobre la estructura de la vegetación y sobre el riesgo de incendios
Entidad coordinadora de la actividad	CTFC
Entidades participantes de la actividad	IRTA
Palabras clave	Ganadería, Val d'Aran, tratamiento silvícola, evaluación, rentabilidad
Autores	Mar Gallego, Sara Mollà, Marc Taüll
Colaboradores	Léo Gaston
Aprobado por	Antoni Dalmau Bueno

Advertencia:

Este documento es propiedad de los miembros que conforman el proyecto OVIHUEC.DAT. No está permitida su copia o distribución en ningún caso sin el consentimiento previo de los propietarios de este, quienes tienen los derechos de autor del presente escrito.

Parte de la convocatoria de la Fundación Biodiversidad y financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Sin embargo, las opiniones y visiones expresadas son de los autores del documento y no representan necesariamente las de los entes convocantes y financieros. Por lo tanto, ni la Unión Europea ni la entidad convocante pueden ser responsabilizadas por estas.



Índice

1. Introducción	3
1.1. Zona de actuación	3
2. Hábitats.....	6
3. Descripción de los tratamientos silvícolas a ejecutar.....	8
Adehesamiento (Claras mixtas y/o selección de rebrotes de alta intensidad)	8
Clara por lo bajo y/o selección de rebrotes suave	9
Desbroce total.....	9
Desbroce selectivo.....	10
Actuaciones puntuales y/o cortas sanitarias.....	10
Poda	11
4. Aprovechamiento pastoral actual	12
5. Efectos de la gestión silvícola sobre la biomasa vegetal	13
5.1. Efectos sobre el estrato arbóreo.....	13
Inventarios periciales	13
Tratamientos planificados	¡Error! Marcador no definido.
Inventarios dasométricos	23
Vulnerabilidad al fuego de copas	26
5.2. Efectos de la gestión silvícola realizada sobre el sotobosque.....	28
Efectos sobre el recubrimiento del sotobosque arbustivo, herbáceo, y componentes no vegetales	28
Prados colonizados por avellanos.....	29
Pinar	30
Robledal	30
5.3. Seguimiento fino de la estructura del estrato herbáceo	35
6. Conclusiones	41

1. Introducción

1.1. Zona de actuación

Vilamòs es un municipio de la provincia de Lleida, situado en la comarca del Valle de Arán (Figura 1), en zona de clima atlántico. Es un claro ejemplo de municipio de montaña, encontrándose a una altitud aproximada de 1.200 m sobre el nivel del mar. La superficie total del municipio es de 15,39 km² y, según los datos del Instituto Nacional de Estadística en 2023, contaba con una población de 167 habitantes (9,8 hab./km²).



Figura 1 - Localización del municipio de Vilamòs (Fuente: Wikipedia)

Este proyecto integra al ayuntamiento de Vilamòs, que ante la pérdida de actividad privada debido al escenario socioeconómico actual y precedente, ha visto cómo los pastos que se utilizaban para el ganado han sido colonizados por vegetación arbustiva y arbórea, aumentando el riesgo de comportamientos de fuego más severos. Desafortunadamente, este caso no es anecdótico en la región del Pirineo, poniendo en riesgo no solo el territorio, sino toda una cultura. La Fundación CTIC, situada en Asturias, ha propuesto nuevas prácticas en rebaños comunales como solución a la problemática presente en este municipio.

Se trata, por tanto, de un proyecto que aborda un mismo problema desde vertientes muy diferentes: intentando no solo testar soluciones concretas para Vilamòs, sino abordarlo como una zona piloto que permita a los diferentes centros de investigación implicados desarrollar una metodología que pueda ser replicada en el futuro, aunque sea con una solución final diferente, en otros lugares con problemáticas similares. Este proyecto pretende que allí donde no llegue la actividad privada, sea la entidad pública –reuniendo rebaños privados como en Asturias o creando rebaños públicos, como el que se quiere impulsar en Vilamòs– la que pueda mantener una gestión activa del territorio y, al mismo tiempo, reducir el riesgo de incendios forestales. También se pretende convertir esta zona piloto en un espacio agrorregional que sirva de incubadora de innovación y espacio de prueba para el sector, atrayendo a futuras pastoras y pastores. Al mismo tiempo, sirve para divulgar la figura de estos modeladores del paisaje y cuidadores del entorno natural, favoreciendo la biodiversidad, y revirtiendo la despoblación en determinados entornos.

El objetivo general del proyecto es fomentar una ganadería extensiva sostenible favoreciendo la biodiversidad, atrayendo nuevas generaciones de pastores/as, gestionando activamente el territorio, reduciendo el riesgo de incendios, mejorando la vitalidad de los pastos y bosques, y favoreciendo que estos puedan ser pastoreados. Se trata de recuperar un paisaje que existía décadas atrás impulsando la economía local y revirtiendo la despoblación de las zonas rurales y de montaña. Para ello, aunque la mayoría de las acciones se realizan en el entorno de Vilamòs, el objetivo principal es desarrollar un modelo replicable en otras zonas con problemáticas similares.

La zona de actuación escogida para el proyecto Ovihuec.dat es la que se encuentra alrededor del núcleo urbano de Vilamòs (Figura 2), con un total de 50 ha. Corresponde prados de siega y antiguos prados de siega que han sido colonizados por vegetación leñosa, principalmente avellanos. También se han seleccionado zonas boscosas, como pinares y robledales, donde se pretende convertirlos en bosques aclarados, mejorando así las condiciones para el pastoreo bajo arbolado y reduciendo considerablemente el riesgo de comportamientos extremos de incendio.

Esta memoria técnica tiene como objetivo definir los distintos tratamientos que deben ejecutarse en la zona de actuación para acoger el rebaño municipal y toda la actividad científica asociada al proyecto, así como proponer posibles desviaciones de las mismas según los resultados observados en el primer año de funcionamiento para los años posteriores.



Figura 2 - Zona de actuación.

2. Descripción de los hábitats y manejo silvícola y pastoral a realizar

Se definen 5 hábitats en el entorno del pueblo correspondientes a la zona de actuación de Ovihuec.dat, y que también tienen superficies que quedan fuera del ámbito del proyecto, pero por la proximidad física, dado que son colindantes, pueden ser aprovechadas en un futuro en caso tanto para realizar tareas silvícolas como zonas de pastoreo del rebaño comunal (Figura 3). Estos hábitats son los siguientes: i) prados de siega; ii) avellanedas; iii) robledales; iv) pinares de pino silvestre; v) pastos herbáceos de *Agrostis capillaris*.

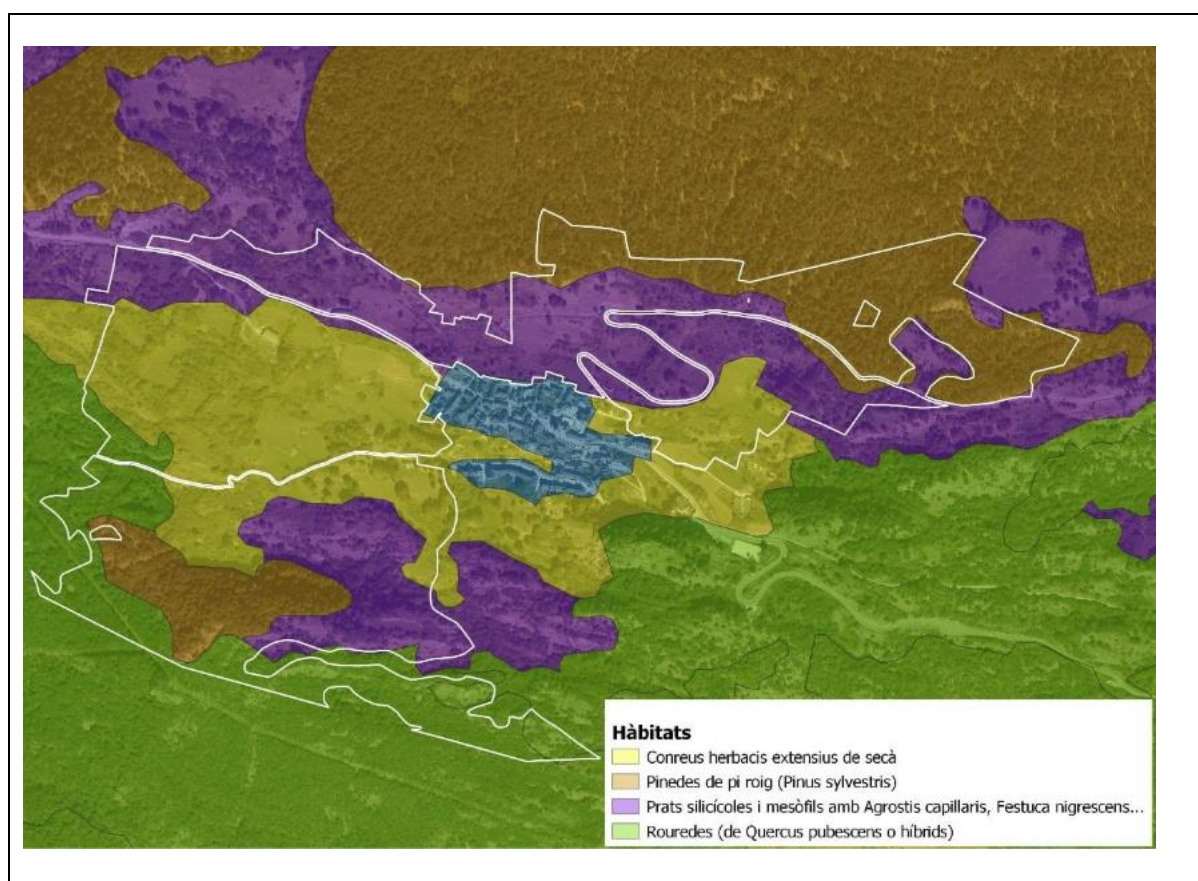


Figura 3 - Hábitats en la zona de actuación del proyecto.

A continuación, se describen los hábitats y se aporta las ideas principales del manejo silvícola y pastoral que se pretende realizar en el inicio del proyecto:

- **Prados de siega:** es un hábitat completamente herbáceo y será pastoreado a diente por el rebaño comunal. Aprovechado históricamente mediante pastoreo y/o siega. Clasificados en el Manual de Hábitats de Catalunya con el código 38b. La actuación a realizar dentro del proyecto es el pastoreo de los prados de siega; desde el punto de vista silvícola, la eliminación de algunas agrupaciones de matorrales como la zarza, y los avellanos que separan los prados.
- **Avalallanedas,** procedentes de antiguas zonas agrarias. La densidad de avellanos hace que la luz disponible para producción de hierba no sea suficiente. En algunos casos son muy ombrívolos, y el estoc de hierba es nulo. En otros casos sí tienen hierba. Sea como fuere, la propuesta en Ovihuec.dat es la eliminación completa de tocones de avellano y la transformación completa de avellanedas (antes del proyecto) a pastos herbáceos (después del proyecto), manteniendo alguna cepa de avellano aislada, porque puede aportar sombra al rebaño, Se generará un ecosistema con recubrimiento herbáceo alto, y que en pocos años acabarán siendo una formación equiparable a la de los prados, como ya se empieza a observar en las zonas donde se ha actuado.
- **Robledales:** en la mayoría de los casos con dosel arbóreo alto; en otros, con poca fracción de cubierta arbolada, en que ya se aprecia un tapiz herbáceo apto para el pastoreo. Los árboles corresponden a *Quercus pubescens* y *Quercus petraea*. La actuación silvícola a realizar corresponde a la clara de árboles, permitiendo la entrada de luz al suelo. La colonización de helecho en algunos bosquetes es la principal amenaza para conseguir establecer un estrato herbáceo adecuado para el pastoreo del rebaño.
- **Pinares:** son de pino silvestre; presentan una densidad alta de arbolado, y un dosel de copas cerrado. En el proyecto se pretende abrir la masa para favorecer el tránsito de los animales, y para intentar aumentar el recurso herbáceo para el pastoreo. Actualmente la mayoría de la parte herbácea corresponde a *Brachypodium pinnatum*, de muy poco apetecibilidad para el rebaño, con lo cual el pinar tiene muy poco potencial pastoral. Presentan bosquetes de helecho, lo que será un problema para el pastoreo.
- **Pastos silíceos de *Agrostis capillaris*:** pastos de recubrimiento herbáceo alto, casi completo, generalmente con árboles dispersos, que se pueden mantener en pie. Se trata de una tipología con potencial pastoral alto.

Ocupan basta extensiones tanto por debajo del pueblo de Vilamòs como por encima dentro de la parte del proyecto Ovihuec.dat. A su vez, tienen superficies importantes que limitan con el área del proyecto actual, y que suponen la posibilidad de ampliar la zona de pastoreo del rebaño comunal en un futuro, aspecto que tratándose de pastos de buena calidad y productivos es recomendable.

3. Descripción de los tratamientos silvícolas a ejecutar

Se describen las principales actuaciones silvícolas a realizar

Claras mixtas y/o selección de rebrotes de alta intensidad

Se eliminan los árboles dominados y codominantes en robledales hasta conseguir una densidad aproximada de 200 - 300 pies/ha (7,5 - 6 m de distancia entre pies inventariables), manteniendo una $Fcc \leq 50\%$. Se buscará siempre la mayor diversidad de especies y, a igualdad de condiciones, tendrán prioridad los árboles portadores de microhábitats. La FCC tan baja puede permitir clasificar el sistema generado como adehesamiento

Para las especies rebrotadoras se priorizará mantener aquellos pies que provengan de semilla. En el caso de las cepas con ≤ 5 pies, se dejará solo el pie más vigoroso y, a igualdad de condiciones, tendrá prioridad aquel que sea portador de microhábitats. En las cepas con > 5 pies se dejarán los dos mejores pies cumpliendo las mismas condiciones. No se arrancarán las cepas por varios motivos: daños a la calidad del suelo que afectan directamente al pasto; riesgo de erosión posterior; el rebrote tierno es una fuente extra de alimento para el ganado; y, en el caso del avellano (*Corylus avellana*), es una especie capaz de captar nitrógeno y fósforo atmosféricos, ayudando a mantener el ciclo de nutrientes del suelo en buen estado.

Si la masa lo permite, se dejarán entre 5 - 10 cepas/ha de diámetro mínimo 17,5 cm a una altura entre 0,6 - 1,3 m. Estas cepas altas corresponderán a árboles con rocas en la base u otros impedimentos que dificulten un corte seguro a ras de suelo, o bien árboles con gran curvatura o defectos en el tronco. Los árboles muertos en pie se mantendrán siempre que su caída no comprometa la seguridad (ej.: cerca de viales o zonas de paso).

Clara por lo bajo y/o selección de rebrotes suave

Se eliminan los árboles dominados y codominantes hasta conseguir una densidad aproximada de 400 - 600 pies/ha (5 - 4 m entre pies inventariables), manteniendo una Fcc entre 50 - 70% (Bosque claro). La densidad final puede modificarse si supone un riesgo para la estabilidad de la masa. Se buscará siempre la mayor diversidad de especies, priorizando los árboles portadores de microhábitats.

Para especies rebrotadoras:

- Cepas \leq 5 pies \rightarrow se dejarán los dos pies más vigorosos.
- Cepas $>$ 5 pies \rightarrow se dejarán al menos tres pies.

Motivos para no arrancar cepas: los mismos ya mencionados en el tratamiento anterior.

Se dejarán, si la masa lo permite, entre 5 - 10 cepas/ha de diámetro mínimo 17,5 cm, a altura 0,6 - 1,3 m.

Desbroce total

Práctica exclusiva para la recuperación de antiguos prados. Se eliminará todo el estrato arbustivo que haya colonizado o esté en proceso de colonizar los prados, cortándolo a ras de suelo. Si durante el proceso se identifica alguna especie poco representada o de interés especial, se conservará (máximo 20% de cobertura). El endrino (*Prunus spinosa*) y el helecho, principales colonizadores, se desbrozarán siempre. El matorral instalado en los muros de delimitación no se eliminará por su aportación a la biodiversidad, y se prevé que el rebaño con el pastoreo reduzca con el paso de los años su fitovolumen.

En pastos de *Agrostis capillaris* también se pueden desbrozar cuando agrupaciones de matorral que impidan el crecimiento de la hierba; en caso de ser palatables, se pueden dejar de matorral aislados que diversifican la alimentación de los rebaños.

Desbroce selectivo

El desbroce selectivo consiste en eliminar los matorrales que superen 1,3 m cortándolos a ras de suelo, y el resto del matorral hasta alcanzar una cobertura del 20 - 30%. Se recomienda generar islas/bosquetes de matorral de menos de 1,3 m, de superficie máxima 5x5 m y separadas más de 10 m entre sí. El matorral a respetar será preferentemente el que no tenga continuidad vertical con las copas, y el que sea palatable o consumible en algunas épocas del año para los animales. Si alguna especie poco representada o de interés supera 1,3 m, no se cortará. Se recomienda esta tarea silvícola en pastos silicícolas de *Agrostis capillaris*, robledales, y pinares, mientras que, en avellanedas procedentes de antiguos prados, y prados de siega actuales no se propone desbroce selectivo sino desbroce total.

Las islas de matorral facilitan las tareas de desbroce y sirven como refugio para fauna silvestre. Se recomienda marcar 4-5 islas con cinta para facilitar su identificación.

Especies prioritarias por su alta palatabilidad en las distintas Tipologías de Pastos Arbolados (TPA; Taüll y Baiges, 2016), que pueden estar presentes en los hábitats objeto de trabajo son las siguientes: *Coryllus avellana*, *Quercus sp.pl.*, *Lonicera xylosteum*, *Genista pilosa*, *Cornus sanguinea*, y *Coronilla emerus*.

En caso de escasez, se priorizarán especies relevantes para la prevención de incendios, refugio/alimento para fauna, producción de polen, floración en distintos periodos, alta capacidad de retención de CO₂ y eficiencia en uso del agua.

Actuaciones puntuales y/o cortas sanitarias

Se aplicarán en aquellas unidades donde la estructura actual sea similar a la deseada. Se retirarán pies dominados o con señales de debilitamiento y riesgo de caída cerca de zonas de paso. Se incluyen desbroces selectivos puntuales.

Extracción de árbol

En pinar, se recomienda la extracción de árbol entero, hasta lugar definido donde se puedan acumular los restos, y posteriormente cargar árbol en camión

Poda

Se realizará en todos los pies con altura > 2 m cuya continuidad vertical pueda favorecer propagación de incendio de copas (distancia entre copas ≤ 5 m o $F_{cc} \geq 50\%$). La poda se hará con motosierra y hasta altura máxima de los hombros del trabajador. Siempre se podarán las ramas bajas muertas. No se podarán pies aislados que no supongan riesgo, ya que sus ramas bajas vivas son recurso alimentario. Criterios de aislamiento:

- Altura 2-5 m \rightarrow distancia entre copas ≥ 10 m
- Altura ≥ 5 m \rightarrow distancia entre copas ≥ 20 m

Estas distancias pueden reducirse si las especies son palatables (ej.: avellanos y robles) y el ganado mantiene las discontinuidades (Fotografía 1).



Figura 4 - Cabra en ramoneo.

4. Aprovechamiento pastoral actual

El aprovechamiento pastoral actual consta de circuitos diarios en zonas de prados de siega, a los cuales se puede incorporar prados recuperados (precedentes de avellanedas), pastos de *Agrostis capillaris*, y robledales. No se integra el pinar porque los restos en el suelo no han permitido el crecimiento de estrato herbáceo, y se considera más oportuno esperar la descomposición de los restos antes de entrar a pastorear.

Los prados de siega son el hábitat que tiene un período vegetativo más largo (desde finales de marzo hasta inicios de octubre), además de ser el hábitat con mayor producción de hierba, y por eso en la mayoría de los días se realiza solo circuitos del rebaño con pastor en prados de siega. En los meses de mayo, junio, septiembre y octubre, al circuito por los prados de siega se le puede incorporar una pequeña parte de pastoreo en pastos de *Agrostis capillaris*, y también robledales.

El número de animales en pastoreo en la zona del proyecto Ovihuec.dat oscila entre 100 - 120, pudiendo variar según las parideras de los animales, ya que en los primeros días tras el parto el animal se mantiene en pesebre.

Actualmente, en el rebaño hay animales de ovejas de dos razas (Ripollesa y Aranesa), y pocos ejemplares de cabras de una raza láctea, la Florida.

En los meses de julio y agosto el rebaño sube hacia la montaña de Vilamòs, en la parte alta del estrato montano y parte baja del subalpino, donde se realiza la una de las concentraciones de rebaño pequeño (ovejas y cabras) del Valle de Arán frente a la predación del oso. En el rebaño de concentración de animales no se acogen ejemplares machos, de forma acertada, porque un cruce entre animales de raza Ripollesa y Aranesa, no sería positivo porque podría producir el nacimiento de ejemplares que no tuvieran los rasgos característicos de una raza ni de otra, con el riesgo de deteriorar la raza.

En los primeros meses de funcionamiento del rebaño ha mostrado mucha más adaptación la oveja aranesa que no la ripollesa, y por eso se propone tender poco a poco hacia un rebaño de ovejas aranesas exclusivamente, que puedan producir buen canal de cordero y un crecimiento rápido de las crías.

5. Efectos de la gestión silvícola sobre la biomasa vegetal

5.1. Efectos sobre el estrato arbóreo

Los seguimientos se han seguido en una parcela por hábitat: pinar, robledal, avellaneda. En la siguiente figura se observan las zonas donde se realizan los seguimientos, bloque de máxima prioridad de formaciones arbóreas.

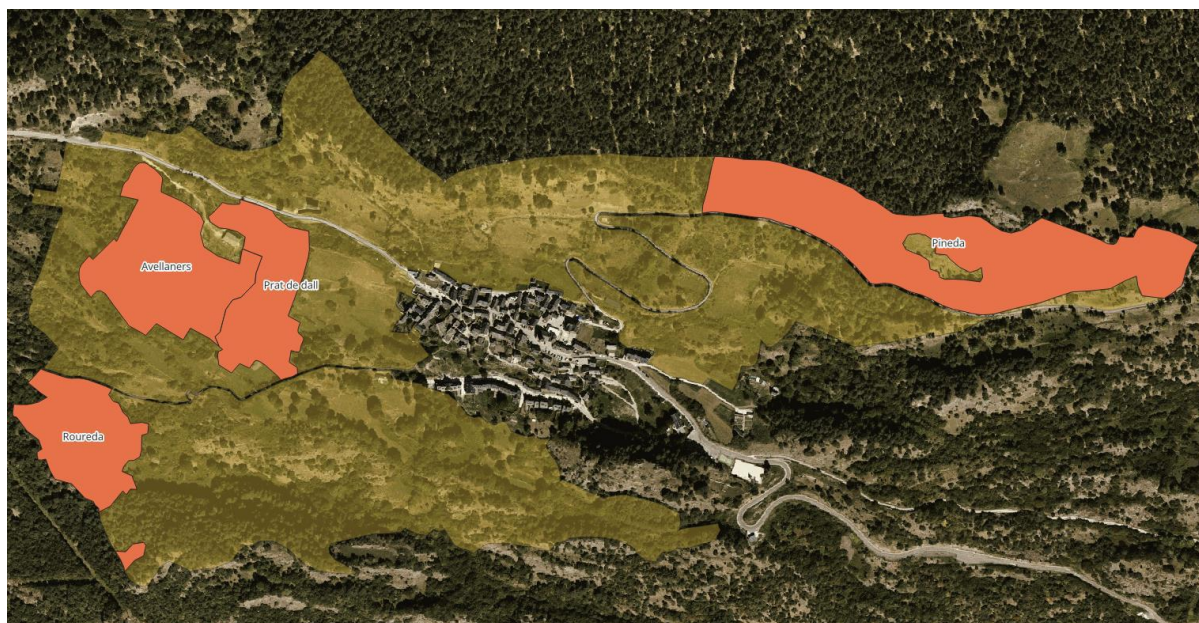


Figura 5. Zonas donde se realizan los seguimientos de cada uno de los cuatro hábitats.

Inventarios periciales

Antes de la ejecución de los tratamientos se realizan inventarios periciales, que permiten obtener una descripción detallada del estado inicial de cada hábitat (pinar, robledal y avellanedo). Posteriormente, una vez aplicadas las actuaciones, se llevan

a cabo inventarios dasométricos para cuantificar los cambios en la estructura y las variables silvícolas de las masas y evaluar el efecto del tratamiento.

Pinar

Tabla 1. Datos del inventario pericial del pinar de pino silvestre.

Bloque	Parámetro	Valor / Observaciones
Descripción silvícola	Especie dominante	<i>Pinus sylvestris</i>
	Formación forestal	Bosques de pino rojo del ámbito pirenaico y central (calidad estación A)
	Especies principales (AB>20%)	Ps
	Especies secundarias (5-20% AB)	Qp
	Especies accesorias (<5% AB)	Avellano
	Tipología de pasto arbolado	Pinares de pino rojo de piso montano, con sotobosque de boj y avellano
	Transitabilidad para ganado	Se intercalan tramos de buena transitabilidad con otros que no
Descripción silvícola literal	Tipo de mezcla	-
	Estratificación	Biestratificada
	Estructura	Regularizada
	Clases naturales	Fustal (Dn > 20 cm)
	Índice de espesura	Incompleta clara (distancia entre copas < diámetro)
	Vitalidad	Buena
Estrato arbóreo	Densidad (pies/ha)	358 pies inventariables
	FCC (%)	60 - 70 %
	Altura dominante (m)	18 - 20
	Altura media estimada (m)	16 - 18
	Diámetro normal medio (cm)	20 - 30
	AB pequeña (CD 10-15) (m ² /ha)	< 10 (todas las especies)
	AB media (CD 20-30) (m ² /ha)	10 - 15 (total), < 10 (Qp)
	AB grande (CD > 30) (m ² /ha)	25 - 30 (Ps y total)
	Pies menores (2,5<Ø<7,5)	Cobertura 25 - 50 % (Avellano), distribución pie a pie, vitalidad alta
Estrato matorral	Cobertura (%)	< 25 %
	Especies	<i>Juniperus</i> , <i>Sp</i>
	Altura (m)	0,5 - 1
	Distribución	Pie a pie
Estrato herbáceo	Cobertura total (%)	> 75 %
	Gramíneas	25 - 50 %
	Leguminosas	-
	Helecho	25 - 50 %
	Altura (cm)	25 - 50 (todas las especies)

Bloque	Parámetro	Valor / Observaciones
Vulnerabilidad a incendios	Modelo de combustible superficie	1. Pastura fina seca y baja
	Cobertura combust. superficie (Hm<1,3 m)	> 70 %
	Cobertura combust. escala (Hm>1,3 m)	25 - 50 %
	Altura del combustible de superficie (m)	0 - 0,5
	Distancias entre combustibles si RCE > 25 %	Superficie → escala: 1 - 1,5 m; Escala → aéreo: < 3 m
	Distancias entre combustibles si RCE < 25 %	Superficie → aéreo: 4 - 4,5 m
Tratamientos propuestos	Estrato arbóreo	Sin tratamiento; reducción de Ps para fomentar el roble
	Matorral	Sin tratamiento
	Herbáceas	Sin tratamiento



Figura 6. Estado del pinar antes de los tratamientos silvícolas

La masa forestal de la parcela en el pinar corresponde a un bosque de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) del ámbito pirenaico y central, con calidad de estación A (la más alta), y presenta un sotobosque compuesto por boj y avellano, caracterizando un pinar de piso montano, con sotobosque de boj y avellano y con buena transitabilidad para el ganado. La estructura se presenta regularizada, predominando la clase natural fustal ($D_n > 20$ cm). El rodal muestra un índice de espesura incompleta clara, con distancia entre copas inferior al diámetro de los árboles, y la vitalidad general es buena.

En el estrato arbóreo, la densidad de pies inventariables ($>7,5$ cm de diámetro) es de 7,3 pies/ha (358 pies en la superficie muestreada), con una fracción de cobertura de copas (FCC) entre 60 y 70 %. La altura dominante se sitúa entre 18 y 20 m, mientras que la altura media estimada oscila entre 16 y 18 m, y el diámetro normal medio se encuentra entre 35 y 40 cm. La distribución del área basal indica que las clases pequeñas (CD 10-15 cm) tienen menos de $10 \text{ m}^2/\text{ha}$, las medias (CD 20-30 cm) se sitúan entre 10 y $15 \text{ m}^2/\text{ha}$, y las grandes (CD > 30 cm) entre 25 y $30 \text{ m}^2/\text{ha}$. Los pies menores ($2,5 < \emptyset < 7,5$ cm), principalmente avellano, presentan una cobertura del 25-50 %, distribuyéndose pie a pie y con vitalidad alta.

El estrato matorral presenta una cobertura inferior al 25 %, con especies como *Juniperus communis* distribuidas también pie a pie y con alturas entre 0,5 y 1 m. El estrato herbáceo es muy desarrollado, con una cobertura total superior al 75 %, compuesta por gramíneas (25-50 %), helecho (25-50 %) y leguminosas en menor proporción, con alturas entre 25 y 50 cm. Aún así, desde el punto de vista pastoral, las especies del estrato herbáceo, de forma general, no son apetecibles, y el estrato arbustivo es difícil de controlar, por lo cual este rodal tiene poca aptitud para el rebaño.

En términos de vulnerabilidad a incendios, la parcela se clasifica como modelo de combustible 1: pasto fino, seca y bajo, con más del 70 % de cobertura de combustible de superficie de hasta 0,5 m de altura, y cobertura de combustible de escala entre 25 y 50 %. Las distancias entre combustibles son adecuadas según la proporción de cobertura de la escala, con separación entre superficie y escala de 1 a 1,5 m y entre escala y aéreo inferior a 3 m; si la cobertura de escala es baja (<25 %), la distancia entre superficie y aéreo se sitúa entre 4 y 4,5 m.

Los tratamientos propuestos en esta masa forestal son mínimos: no se plantea intervención en el matorral ni en el estrato herbáceo, mientras que en el estrato arbóreo se sugiere una reducción selectiva de pino rojo para favorecer el desarrollo

del roble (*Quercus petraea*), manteniendo así la heterogeneidad estructural y la composición de la masa.

Robledal

Tabla 2. Datos del inventario pericial del robledal.

Bloque	Parámetro	Valor / Observaciones
Descripción silvícola	Especie dominante	<i>Quercus petraea</i>
	Formación forestal	Bosques mixtos de roble de hoja grande y otras planifolias
	Especies principales (AB>20%)	Qp
	Especies secundarias (5-20% AB)	Fe
	Especies accesorias (<5% AB)	-
	Tipología de pasto arbolado	Robledales de hoja grande con fresno, y bosques mixtos de roble de hoja grande con otras planifolias
	Transitabilidad para ganado	Difícil
Descripción silvícola	Tipo de mezcla	Bosquets (grupos < 60 m diámetro)
	Estratificación	Multiestratificada
	Estructura	Irregular, pie a pie
	Clases naturales	Perxada (Dn < 20 cm)
	Índice de espesura	Incompleta clara (distancia entre copas < diámetro)
	Vitalidad	Buena
Estrato arbóreo	Densidad (pies/ha)	298 pies inventariables
	FCC (%)	60 - 70 %
	Altura dominante (m)	14 - 16
	Altura media estimada (m)	10 - 12
	Diámetro normal medio (cm)	15 - 20
	AB pequeña (CD 10-15) (m ² /ha)	< 10
	AB media (CD 20-30) (m ² /ha)	< 10
	AB grande (CD > 30) (m ² /ha)	< 10
	Pies menores (2,5<Ø<7,5)	Cobertura 25 - 50 %, distribución en grupos, vitalidad alta
Estrato matorral	Cobertura (%)	25 - 50 %
	Especies	<i>Crataegus</i> , <i>Rubus</i> , <i>Sp</i>
	Altura (m)	1,5 - 2
	Distribución	Grupos
Estrato herbáceo	Cobertura total (%)	> 75 %
	Gramíneas	< 25 %



Bloque	Parámetro	Valor / Observaciones
	Helechos	50 - 75 %
	Ortigas	25 - 50 %
	Altura (cm)	> 50 (gramíneas), < 25 (helecho), > 50 (ortigas)
Vulnerabilidad a incendios	Modelo de combustible superficie	3. Pastura espesa y alta (Hm > 1 m)
	Cobertura combust. superficie (Hm < 1,3 m)	> 70 %
	Cobertura combust. escala (Hm > 1,3 m)	50 - 70 %
	Altura del combustible de superficie (m)	0,5 - 1,3
	Distancia entre combustibles si RCE > 25 %	Superficie → escala: < 1 m; Escala → aéreo: < 3 m
	Distancia entre combustibles si RCE < 25 %	Superficie → aéreo: < 4 m
	Observaciones	Mucha helecho y pequeños grupos de fresno y roble
Tratamientos propuestos	Estrato arbóreo	Sin tratamiento (rodal muy heterogéneo); aclareos sanitarios y selección de árboles
	Matorral	Sin tratamiento; desbroce selectivo, valorar quema de gran volumen de helecho muerto acumulada
	Herbáceas	Sin tratamiento



Figura 7. Estado del robledal antes de los tratamientos silvícolas.

El hábitat de robledal se trata de un bosque mixto de roble albar (*Quercus petraea*) y otros planifolios, con presencia secundaria de fresno (*Fraxinus excelsior*). Se trata de una formación multiestratificada, de estructura irregular pie a pie y organizada de pequeños bosquetes de menos de 60 m de diámetro. La vitalidad general del arbolado es buena y la transitabilidad para el ganado es difícil debido a la densidad del sotobosque.

El estrato arbóreo muestra una densidad aproximada de 298 pies/ha, con una fracción de cabida cubierta del 60-70%. Las alturas dominantes se sitúan entre 14 y 16 m, mientras que la altura media oscila entre 10 y 12 m. El diámetro normal medio se encuentra entre 15 y 20 cm, lo que sitúa la masa en una fase de perchada (latizal). La superficie basal está distribuida de manera equilibrada entre clases diamétricas pequeñas, medias, y grandes, todas ellas por debajo de 10 m²/ha.

El estrato de pies menores presenta un recubrimiento del 25-50%, distribuido en grupos y con elevada vitalidad, dominado por fresno y roble. El matorral ocupa también un 25-50% del área, con alturas de 1,5-2 m y dominancia de *Crataegus* y *Rubus*. El estrato herbáceo es muy abundante, superando el 75% de cobertura, con presencia destacada de gramíneas, helecho (*Pteridium aquilinum*), y ortigas.

En términos de vulnerabilidad al fuego, la masa corresponde a un modelo de combustible 3 (pastura densa y alta), con una cobertura de combustible de superficie superior al 70% y presencia de combustible de escala del 50-70%. Las distancias entre los distintos estratos de combustible son reducidas (<1 m entre superficie y escala y <3-4 m respecto al combustible aéreo), lo que incrementa el potencial de continuidad vertical del fuego.

En conjunto, la masa se caracteriza por su heterogeneidad estructural, alta presencia de helecho y pequeños grupos de fresno y roble, y una acumulación significativa de combustible fino y de escala, factores relevantes para la planificación de los tratamientos silvícolas. Para el aprovechamiento pastoral, la estructura del estrato arbustivo y herbáceo es adecuada, excepto las zonas con alta densidad de helecho. El rebaño puede controlar la mayoría del rebrote del estrato arbustivo, y también consumir bien el estrato herbáceo.

Avellaneda

La unidad presenta una masa densa de avellano (*Coryllus avellana*) desarrollada mayoritariamente a partir de rebrotes de cepa. Los individuos aparecen agrupados en múltiples tallos por pie, con una elevada homogeneidad diametral de las ramas, resultado de la competencia lumínica y de la ausencia de intervenciones silvícolas recientes. Esta configuración genera un dosel continuo y cerrado, que reduce significativamente la entrada de luz al estrato inferior.

El sotobosque está dominado por helechos y herbáceas típicas de ambientes frescos, lo que indica un suelo profundo, con un horizonte orgánico bien desarrollado y una elevada capacidad de retención hídrica. La pendiente del talud es considerable, probablemente superior al 30 %.

La masa presenta una alta densidad y muy poca separación entre pies. La dinámica observada es característica de formaciones donde predomina la regeneración vegetativa, con poca presencia de regeneración por semilla y ausencia de estratos

arbustivos alternativos debido a la limitada disponibilidad de luz en el interior del rodal.

Desde el punto de vista de la gestión de combustibles, la unidad se caracteriza por:

- Una carga significativa de combustible vivo arbustivo, derivada de la densidad de tallos y del volumen de ramaje fino.
- La presencia de combustible fino muerto disperso, principalmente hojas y pequeñas ramillas.
- La inexistencia de un estrato arbustivo diverso, consecuencia directa del fuerte sombreado generado por la masa de avellano.

Desde el punto de vista pastoral la aptitud es muy baja o nula por el dominio del helecho, la ausencia o poca presencia de otras herbáceas, la falta de luz, y problemas de transitabilidad del rebaño , sí como poco atractivo para penetrar en este tipo de masas para los animales.



Figura 8- Estado del avellanar antes de los tratamientos silvícolas

Tratamientos planificados

Los tratamientos planificados por hábitat son:

- Robledal: aclara fuerte, eliminando principalmente los avellanos en el sotobosque.
- Pinar: clara débil, y desbroce selectivo.
- Avellanos: transformación completa a prado y desbroce total; mantener algún avellano de pequeñas dimensiones en límites entre prados, para que el rebaño pueda hacer una poda natural, diversificando su alimentación.
- Toda la zona de primera actuación se ha reclasificado en los cuatro tipos de hábitats como se observa en la siguiente figura (Figura 5).

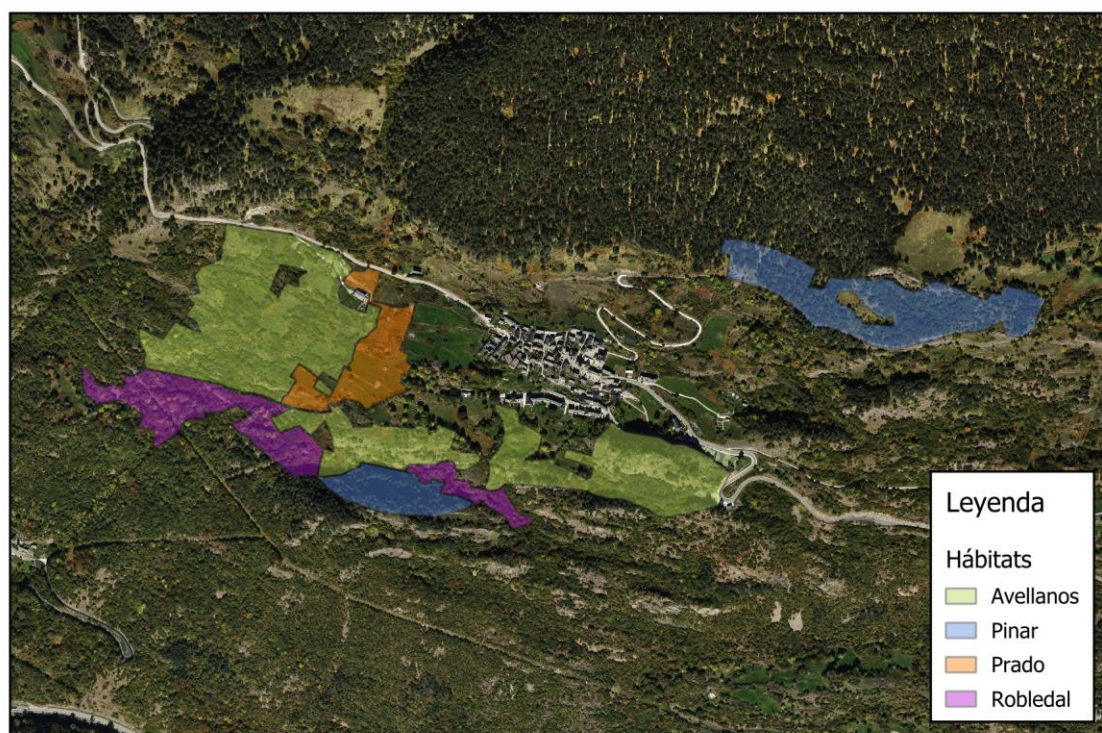


Figura 9. Área de actuación reclasificada según los cuatro hábitats donde primero ha actuado el rebaño.

Inventarios dasométricos

Tras la realización de los inventarios periciales de pretratamiento, que permitieron caracterizar el estado inicial de la masa forestal, se llevaron a cabo inventarios dasométricos de seguimiento una vez ejecutados los tratamientos. Estos inventarios postratamiento tienen como objetivo evaluar cómo ha cambiado la estructura y composición de la masa, y comprobar si las intervenciones aplicadas han producido los efectos esperados en cada uno de los tipos de hábitat. Gracias a esta comparación es posible valorar la eficacia de los tratamientos y determinar si la masa evoluciona hacia las condiciones deseadas desde el punto de vista ecológico y de gestión.

Tabla 3. Variables dasométricas después de los tratamientos silvícolas por parcela.

Rodal	Parcela	N	Dg	AB	Ho	Hm	Do	VAEm ³	VAE conif	VAE frond	%AB conif	%AB frond	%AB p	%AB m	%AB g
Pinar	P1	223	19,6	6,7	11,0	7,9	26,7	41,1	35,7	5,4	92%	8%	18%	29%	53%
Robledal	P2	255	19,1	7,3	9,8	7,9	25,1	25,7	0,0	25,7	0%	100%	20%	80%	0%
Avellanos	P3	127	20,3	4,1	9,2	8,5	22,0	14,5	0,0	14,5	0%	100%	17%	83%	0%

Pinar

En el pinar, donde se aplicó la clara combinada con desbroce selectivo, el objetivo era reducir la competencia del estrato arbóreo y abrir la masa. Tras la intervención, la densidad se sitúa en 223 pies/ha, consolidando una estructura más abierta respecto al estado pretratamiento. El diámetro medio cuadrático (Dg = 19,6 cm) se mantiene elevado gracias a la permanencia de individuos de mayor diámetro, mientras que la superficie basal desciende a 6,7 m²/ha, coherente con una reducción significativa de biomasa.

Las alturas dominantes y medias (Ho = 11,0 m; Hm = 7,9 m) reflejan un estrato superior todavía bien definido, aunque claramente más ligero y con menor complejidad vertical que el bosque biestratificado descrito antes de los trabajos. El diámetro dominante (Do = 26,7 cm) confirma la presencia de un conjunto de árboles de mayor tamaño.

El volumen total con corteza del arbolado inventariable queda en 41,1 m³/ha, con una disminución muy notable respecto al estado previo. El rodal continúa siendo

claramente dominado por coníferas, que representan el 92 % del área basal, mientras que las frondosas mantienen una presencia minoritaria (8 %). La estructura diamétrica queda repartida en 18 % de pies pequeños, 29 % de pies medios y 53 % de pies grandes.

La gran acumulación de restos después de la corta sobre el terreno impide una pronta entrada del rebaño.

Robledal

En el robledal, donde se ejecutó una clara fuerte orientada principalmente a la eliminación de avellanos, la intervención fue moderada y dirigida a mejorar el desarrollo del arbolado principal. La densidad resultante es de 255 pies/ha, con un diámetro medio de 19,1 cm y una superficie basal de 7,3 m²/ha, valores que reflejan una reducción ligera del estrato arbóreo sin modificar de forma sustancial su estructura irregular.

Las alturas ($H_o = 9,8$ m; $H_m = 7,9$ m) y el diámetro dominante ($D_o = 25,1$ cm) muestran que los individuos del estrato superior se han mantenido, lo que preserva la configuración en bosquetes característica del robledal pretratamiento. El volumen total con corteza es de 25,7 m³/ha, con una reducción moderada respecto al estado previo, sin presencia de coníferas. El área basal está compuesta al 100 % por frondosas, alineándose con el objetivo de potenciar la fracción de roble y fresno del estrato principal.

La estructura diamétrica queda claramente definida por pies medios (80 % del AB) y una fracción menor de pies pequeños (20 %), sin presencia de clases diamétricas grandes, y con un tratamiento suave.

El tratamiento permite el pastoreo, y se prevé una mejora del estrato herbáceo para el aprovechamiento del rebaño, con el inconveniente del recubrimiento del helecho, no controlable por los animales.

Avellaneda

En la avellaneda, donde el objetivo era recuperar prados de siega mediante adehesamiento y desbroce total, el tratamiento ha generado un cambio estructural

muy marcado. La densidad desciende a 127 pies/ha, manteniéndose un diámetro medio de 20,3 cm, que corresponde a la permanencia puntual de algunos individuos más desarrollados dentro de un conjunto mayoritariamente aclarado.

La superficie basal se reduce a 4,1 m²/ha, coherente con la retirada de buena parte de los rebrotes de avellano, de pequeño diámetro y elevada densidad, que caracterizaban el estado pretratamiento. Las alturas (H_o = 9,2 m; H_m = 8,5 m) reflejan un estrato arbóreo residual más homogéneo y de menor complejidad vertical. La disminución del volumen con corteza, de 787,8 a 480,6 m³/ha, ilustra la magnitud del desbroce y la apertura del espacio.

El volumen con corteza asciende a 14,5 m³/ha, compuesto íntegramente por frondosas (100 % AB). La estructura diamétrica queda dominada por pies medios (83 % del AB), frente a un 17 % de pies pequeños, sin presencia de clases diamétricas grandes, lo que concuerda con la estructura típica de una avellaneda sometida a una intervención de eliminación total del sotobosque arbustivo-arbóreo para recuperar el uso de prado. Se prevé una mejora para el aprovechamiento pastoral a corto, medio, y especialmente, largo plazo.

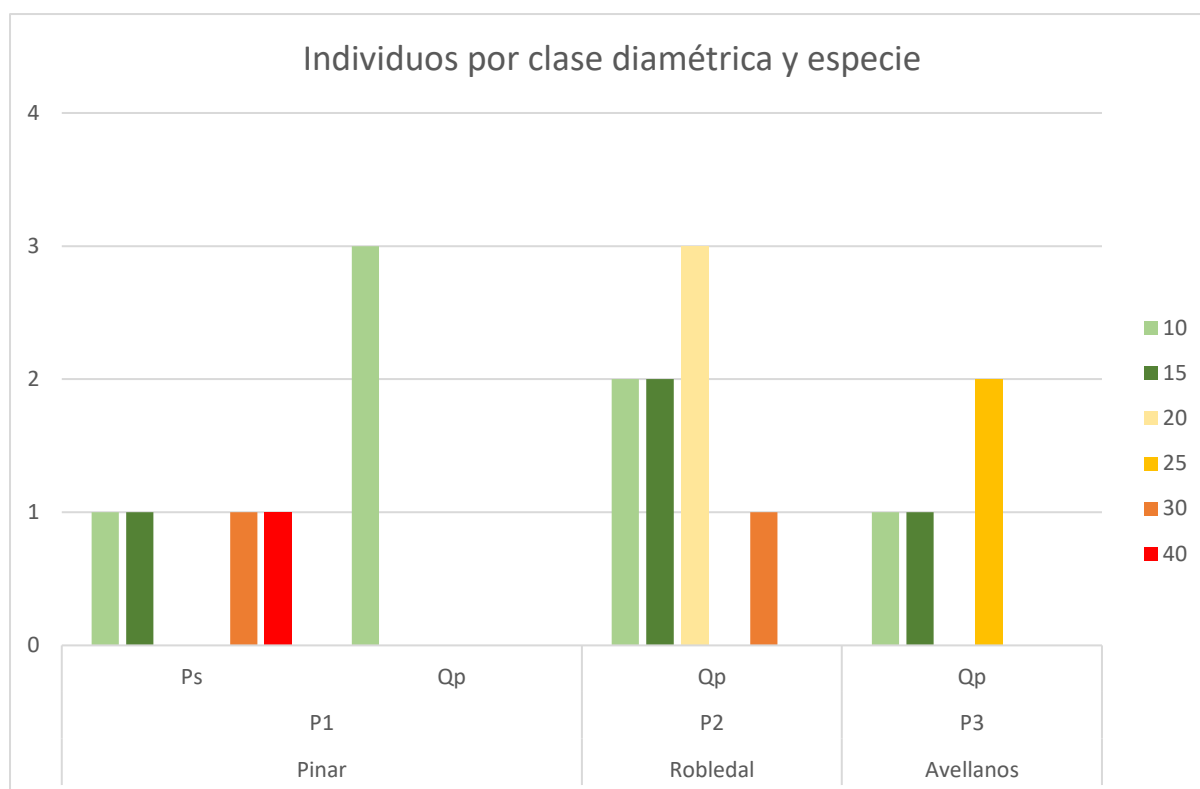


Figura 10. Distribución de pies por especie y clase diamétrica en cada parcela.

En conjunto, los tres rodales muestran estados postratamiento coherentes con los objetivos de gestión: apertura marcada en el pinar para reducir continuidad y competencia, intervención de mejora ligera en el robledal, y eliminación intensa en avellanos para recuperar espacios abiertos destinados a usos pastorales o prados de siega.

Vulnerabilidad al fuego de copas

En cuanto a la vulnerabilidad al fuego de copas de los rodales, se ha aplicado un modelo que nos ofrece como resultado el “Tipo de vulnerabilidad Estructural al Fuego de Copa” (TVFoC) (Piqué et al, 2011), que nos ofrecen como resultado un índice de vulnerabilidad al Fuego que oscila entre A y C, siendo A la vulnerabilidad mayor y C la menor. A su vez, cada vulnerabilidad ofrece divisiones. En las tipologías arboladas de Vilamòs, se ha calculado este índice y se observa que los tres tipos de hábitat presentan una vulnerabilidad al fuego de copas bajo, de tipo C (Tabla 4).

Tabla 4. Variables de la CVFoC que determinan la TVFoC.

Rodal	Parcela	Especie	RCE	De-a	Ds-a	Ds-e	Fcc	RCS	HCS	TVFoC
Pinar	P1	Ps	20	-	3	1,2	50	40	0,5	C11
Robledal	P2	Qp	5	-	3,5	1	60	70	0,1	C13
Avellanos	P3	Qp	0	-	5	2,5	20	40	0,25	C17

Acrónimos: REC= Recubrimiento del Combustible de Escala; Especie: Ps: *Pinus sylvestris*; Qp = *Quercus petraea*; De-a distancia entre combustible de escala y aéreo; Ds-a= distancia entre combustible de superficie y aéreo; Ds-e: distancia entre superficie de superficie y escala; FCC Fracción cabida cubierta; RCS: recubrimiento combustible de superficie; HCS: altura del combustible de superficie

Pinar - TVFoC C11

El pinar presenta un RCE del 20%, lo que indica un nivel moderado de combustible de escala (ramas bajas, regenerado, o vegetación intermedia) con capacidad potencial de facilitar el paso del fuego a copas. La Ds-e = 3 m refleja una distancia considerable entre el combustible de superficie y el de escala, lo que limita la interacción entre ambos. La De-a = 1,2 m y la Ds-a = 3 m muestran una conexión relativamente débil con el combustible aéreo. La FCC del 50% indica un dosel discontinuo, mientras que el RCS del 40% muestra una cobertura superficial moderada. La HCS = 0,5 m describe un estrato de combustible de superficie bajo.



Estos parámetros caracterizan una TVFoC C11, típica de masas con baja continuidad vertical, donde el fuego de superficie es dominante y la probabilidad de transición a fuego de copas es baja.

Robledal - TVFoC C13

El robledal presenta un RCE del 5%, lo que implica muy poca presencia de combustible de escala, aunque la estructura global mantiene ciertos factores de riesgo. La $Ds-e = 3,5$ m indica una separación relativamente amplia entre el combustible de superficie y escala, pero la $De-a = 1$ m indica proximidad entre el combustible de escala y el combustible aéreo. La $Ds-a = 3,5$ m es amplia, pero la FCC (60-70%) genera un dosel bastante continuo. El RCS del 70% indica un estrato superficial muy denso y continuo, y la $HCS = 0,1$ m describe combustible de superficie bajo.

La combinación de combustible de superficie continuo, pero bajo, dosel relativamente denso y discontinuidad vertical, es decir una distancia considerable entre superficie y combustible aéreo justifica la TVFoC C13, propia de estructuras con riesgo muy bajo de propagación del fuego a copas.

Avellaneda - TVFoC C17

La avellaneda presenta un $RCE = 0\%$, es decir, no existe combustible de escala. La $Ds-e = 5$ m indica una separación muy amplia entre el combustible superficial y el de escala. La $De-a = 2,5$ m confirma la falta de conexión entre el combustible de escala y las copas, y la $Ds-a = 5$ m muestra la mayor separación entre los combustibles de superficie y aéreo de los tres rodales. La FCC (20%) es baja, reflejando un dosel muy poco denso, con árboles aislados. El RCS del 40% indica cobertura superficial moderada, mientras que la $HCS = 0,25$ m que el combustible de superficie es relativamente bajo y sin continuidad vertical con estratos superiores.

Esta configuración corresponde a la TVFoC C17, típica de masas muy abiertas, sin continuidad vertical, donde el fuego se comporta esencialmente como fuego de superficie y el riesgo de transición a fuego de copas es muy bajo, el más bajo de los tres hábitats analizados.

5.2. Efectos de la gestión silvícola realizada sobre el sotobosque

Efectos sobre el recubrimiento del sotobosque arbustivo, herbáceo, suelo desnudo y restos leñosos

La evaluación de los recubrimientos de la vegetación y de los distintos componentes que ocupan la superficie es esencial para comprender la distribución y la estructura del combustible, así como para estudiar la respuesta de los diferentes estratos a las intervenciones selvícolas, tanto con finalidad preventiva frente a incendios como silvopastoral. La caracterización del recubrimiento vegetal (arbustivo y herbáceo), junto con la del suelo desnudo y los restos leñosos, permite analizar cómo los trabajos de aclarado y desbroce selectivo han modificado la continuidad horizontal y vertical del combustible, la dinámica de las especies y la capacidad del medio para recuperarse tras las actuaciones.

Los gráficos presentados por hábitat muestran la evolución de los recubrimientos antes y después de los trabajos y permiten interpretar la eficacia y coherencia de las actuaciones en relación con los objetivos de gestión establecidos: la reducción del riesgo de incendio, la mejora de las condiciones para el pastoreo y el fomento de un sotobosque más abierto y funcional desde el punto de vista del silvopastoreo. Todas las variables analizadas han sido muestreadas en un intervalo temporal máximo de un año, de modo que los resultados se circunscriben a una escala temporal de corto plazo. Dado que se ha eliminado arbolado, desbroce se favorece la entrada de luz al suelo, y en un intervalo de tiempo más amplio se esperan obtener resultados aún más positivos.

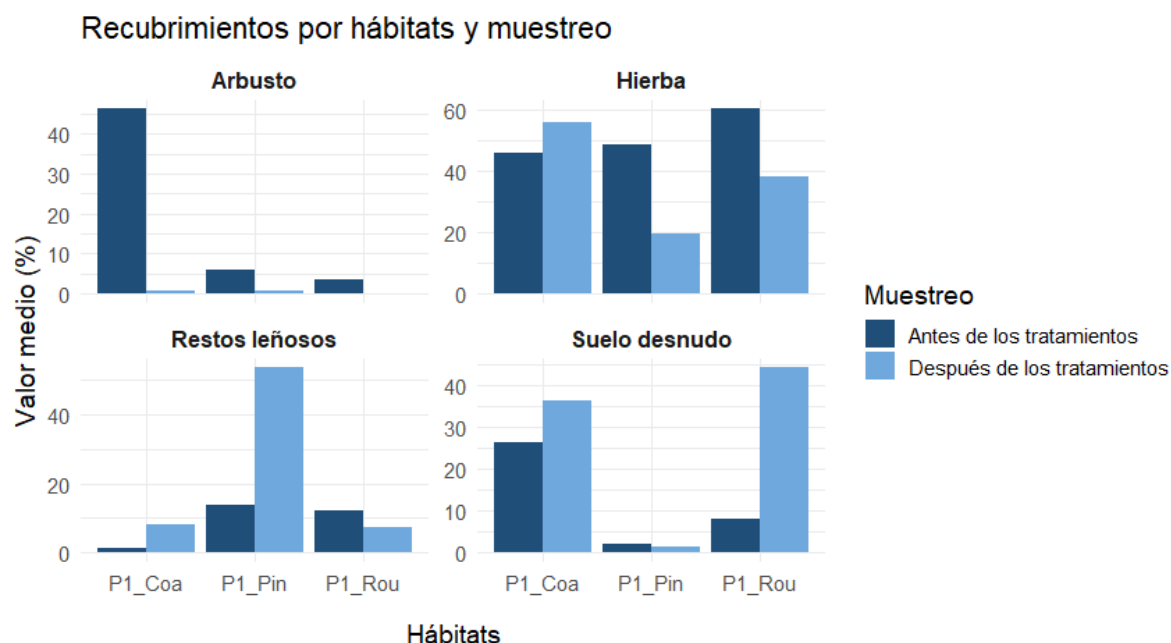


Figura 11. Cambios en los recubrimientos del sotobosque de los tres hábitats de estudio. Siendo: P1_Coa los prados colonizados por avellanos, P1_Pin pinar y P1_Rou el robledal.

Prados colonizados por avellanos

En los prados colonizados por avellanos se observa una **reducción muy marcada del recubrimiento arbustivo**, que pasa de valores elevados antes de los trabajos a una presencia prácticamente testimonial tras las actuaciones. Esta disminución responde no solo a los trabajos silvícolas de reducción de pies de avellano, sino también al **desbroce específico de especies arbustivas** como *Rubus ulmifolius* y el endrino (*Prunus spinosa*, “aranyoner”), con el objetivo de **recuperar superficie pascícola** y mejorar la funcionalidad silvopastoral del hábitat.

De forma paralela, se aprecia un **ligero aumento del recubrimiento herbáceo**, indicativo de una primera respuesta positiva del estrato más directamente vinculado al aprovechamiento ganadero, aunque todavía en una fase inicial. Asimismo, se detecta un incremento del recubrimiento de **restos leñosos** y del **suelo desnudo**, consecuencia directa de las labores de desbroce y retirada parcial de biomasa, que generan una mayor exposición del suelo en el corto plazo.

Pinar

En el pinar, el resultado más destacable es el **importante aumento del recubrimiento de restos leñosos**, que se incrementa notablemente tras los tratamientos. Este comportamiento es **habitual en formaciones de pinar** sometidas a trabajos de aclarado y gestión de combustible, donde la acumulación temporal de restos es una consecuencia directa de las actuaciones realizadas.

Este incremento de restos leñosos tiene un **efecto negativo directo sobre el recubrimiento herbáceo**, que experimenta una reducción significativa tras los trabajos. Este patrón es esperable, ya que el estrato herbáceo es el **más sensible a las perturbaciones físicas** asociadas a las intervenciones silvícolas y suele requerir un período de tiempo mayor para su recuperación. El recubrimiento arbustivo se mantiene en valores bajos antes y después de las actuaciones, mientras que el suelo desnudo no muestra cambios relevantes.

Robledal

En el robledal, los resultados muestran un comportamiento diferenciado respecto al pinar. En este hábitat **no se produce un aumento del recubrimiento de restos leñosos** tras las actuaciones, debido a que estos fueron **gestionados mediante quemas prescritas**, evitando su acumulación superficial.

Como consecuencia de estas quemas, se observa un **aumento notable del recubrimiento de suelo desnudo**, resultado directo de la eliminación de restos y de la apertura del sotobosque. Este efecto se considera **favorable desde el punto de vista de la gestión**, ya que genera condiciones adecuadas para **potenciar la recuperación del estrato herbáceo** a medio plazo, reduciendo la competencia y mejorando la disponibilidad de espacio y recursos para las especies herbáceas.

Tabla 5. Resultados numéricos de los efectos de los tratamientos silvícolas sobre el sotobosque vegetal y recubrimientos.

Hábitats	Recubrimientos							
	Hierba		Arbusto		Restos leñosos		Suelo desnudo	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Prados colonizados	46,00	56,13	46,2	0,64	1,34	8,26	26,43	36,29
Pinar	48,69	19,50	6,09	0,75	13,91	53,50	1,96	1,50
Robledal	60,45	38,5	3,64	0,15	12,27	7,25	8,18	44,25

Efectos sobre la biomasa arbustiva de la gestión silvícola realizada

El fitovolumen arbustivo constituye un indicador fundamental para cuantificar la carga de combustible presente en el sotobosque y para evaluar tanto el riesgo de incendio como los efectos de los trabajos silvícolas orientados a la gestión pastoral. Para la estimación del fitovolumen se ha utilizado el paquete Medfuels para R (*R Core Team* 2021), como herramienta de simulación y cálculo de biomasa arbustiva propia de los ecosistemas mediterráneos. Este paquete implementa funciones alométricas basadas en datos empíricos que permiten estimar la biomasa arbustiva total (*De Cáceres et al.* 2019).

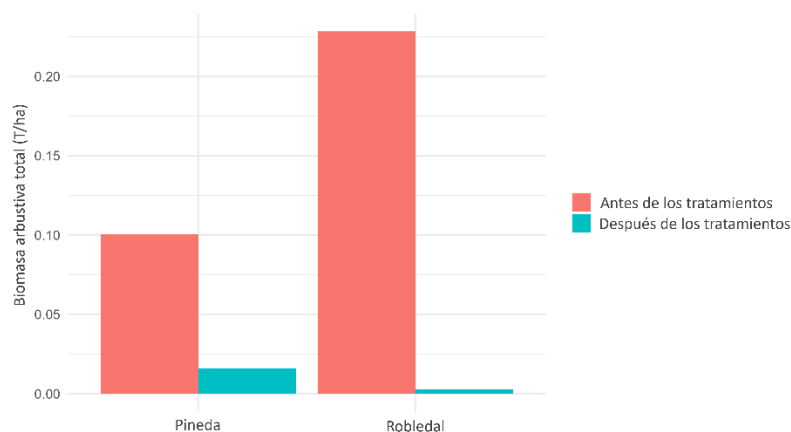


Figura 12. Cambios en la biomasa arbustiva en la pineda y robledal.

En el pinar, el fitovolumen arbustivo total disminuye de 0,100 T/ha antes del tratamiento a 0,016 T/ha después de la intervención (ilustración 2; tabla 6), lo que representa una reducción muy significativa de la biomasa arbustiva. Como se ha expuesto en el apartado anterior, esta disminución puede ir asociada a un aumento del recubrimiento de restos leñosos, consecuencia directa de los trabajos de clareo y desbroce.

En el robledal, la reducción del fitovolumen arbustivo es más marcada, pasando de 0,228 T/ha antes de los trabajos a tan solo 0,002 T/ha después de los trabajos forestales (ilustración 2; tabla 6), lo que confirma el elevado efecto de los tratamientos de clareo y desbroce. Como en el apartado anterior se indica, no se observa un incremento del recubrimiento de restos leñosos, sino un aumento significativo del suelo desnudo, directamente relacionado con la eliminación de biomasa arbustiva. Este escenario genera condiciones más favorables para la recuperación del estrato herbáceo a medio plazo, al reducir la competencia y mejorar la disponibilidad de espacio y recursos, en coherencia con los objetivos de gestión silvícola que se ha realizado en el rodal.



Tabla 6: Resultados numéricos de los efectos de los tratamientos silvícolas sobre la biomasa arbustiva de la pineda y robledal.

Rodal de intervención	Fitovolumen arbustivo total (T/ha)	
	Antes	Después
Pineda	0,100	0,016
Robledal	0,228	0,002

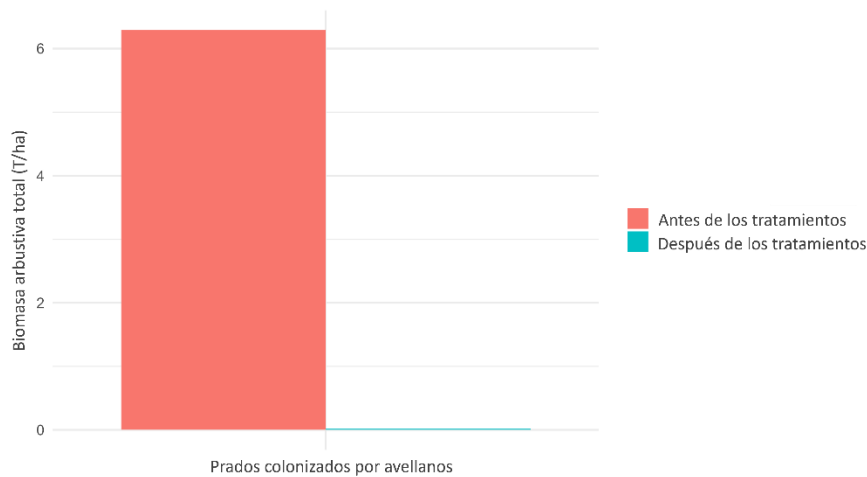


Figura 13. Cambios en la biomasa arbustiva en los prados colonizados por avellanos.

En los prados colonizados por avellanos, el fitovolumen arbustivo total muestra una reducción muy acusada, pasando de 6,289 T/ha antes del tratamiento a 0,014 T/ha después de la intervención (ilustración 3; tabla 7). Este descenso refleja la elevada eficacia de selección de tallos de los avellanos y desbroce del matorral en la eliminación del estrato arbustivo-arbóreo que había colonizado los antiguos prados de siega, dando lugar a la recuperación del uso original del hábitat.

Tabla 7: Resultados numéricos de los efectos de los tratamientos silvícolas sobre la biomasa arbustiva de los prados colonizados por avellanos.

Rodal de intervención	Fitovolumen arbustivo total (T/ha)	
	Antes	Después
Prados colonizados	6,289	0.014

Los resultados obtenidos muestran un descenso muy marcado del combustible arbustivo en los rodales tratados, con reducciones que evidencian claramente la efectividad de los trabajos silvícolas. Esta disminución conlleva una reducción sustancial de la carga de combustible y una mejora en la discontinuidad del sotobosque.

5.3. Seguimiento fino de la estructura del estrato herbáceo

En este apartado se pretende exponer la estructura del estrato herbáceo, que será la principal fuente de alimento de los animales en pastoreo. Se exponen datos en escenarios completamente diferentes:

- ecosistemas en que el estrato herbáceo ya es dominante y está consolidado desde hace años: se encuentran los prados de siega, base de la alimentación en pastoreo del rebaño de Vilamòs, y también los robledales de bajo dosel arbóreo que tienen un buen tapiz herbáceo.
- ecosistemas con poco estrato herbáceo: corresponde con los pinares, y también con los avellanados. Dentro de los avellanados se expone la situación de algunos en que no se ha realizado actuaciones silvícolas y que tienen algo de hierba, y se interpreta el progreso de los avellanados gestionados dentro del proyecto Ovihuec.dat, en las zonas que corresponden bajo copa del avellano eliminado, y en la resta del prado.

La evaluación se realiza mediante transectos de 20 m, con una parte de 10 m siguiendo la curva de nivel, y otra perpendicular de 10 m también en línea de máxima pendiente.

Ecosistemas con el estrato herbáceo dominante y consolidado desde hace años

Prados de siega

Se han realizado 20 transectos, para caracterizar el estrato herbáceo de esta tipología de la cual se considera que el estrato herbáceo está consolidado desde hace mucho tiempo, y las especies presentes recubrimiento también. Se presenta la media de los resultados, en una tabla que indica nombre de especie vegetal, frecuencia, e interés pastoral

Tabla 8. Resultados media de los 20 transectos del primer transecto realizado en prados de siega

ESPECIE	FRECUENCIA	INTERÉS PASTOTAL
<i>Poa pratensis</i>	8,07%	++++
<i>Bromus erectus</i>	12,85%	+++
<i>Arrhenaterum elatius</i>	14,02%	++++
<i>Avenula pratensis</i>	7,02%	+++
<i>Trifolium incarnatum</i>	8,02%	+++
<i>Dactylis glomerata</i>	8,05%	++++
<i>Trifolium incarnarnathum</i>	4,01%	+++
<i>Trifolium pratense</i>	3,02%	+++
<i>Trifolium repens</i>	0,50%	+++
<i>Trisetum flavescens</i>	2,50%	+++
<i>Taraxacum officinale</i>	3,02%	++
<i>Galium verum</i>	4,71%	
<i>Primula veris</i>	0,70%	
<i>Helianthemum nummularium</i>	3,10%	
<i>Anthriscus cerefolium</i>	1,83%	
<i>Rumex acetosella</i>	0,91%	
<i>Plantago lanceolata</i>	2,87%	++
<i>Ranunculus bulbosu</i>	2,74%	
<i>Convolvulus sp.</i>	1,66%	
<i>Vicia sp</i>	1,49%	++
<i>Stellaria media</i>	0,30%	
<i>Silene acaulis</i>	0,30%	
<i>Rinanthus mediterraneus</i>	0,50%	
<i>Veronica sp.</i>	3,96%	
<i>Geranium pyrenaicum</i>	0,30%	
<i>Sanguisorba minor</i>	3,05%	++
<i>Suelo desnudo</i>	0,50%	

En total, se determinan 25 especies, lo que demuestra que los prados de siega también ofrecen mucha diversidad vegetal. Destaca que la hay un porcentaje muy alto de las especies que tienen un interés pastoral destacable, que supera el 75 % del recubrimiento. Otras especies, como las del género *Galium* o *Helianthemum* son rastreras y no ejercen función forrajera, sino que sirven para cubrir el suelo.

Pastos herbáceos

Los pastos herbáceos muestran una composición florística con recubrimiento vegetal prácticamente total, superior al 95 %, y dominada por especies de interés pastoral de los géneros *Festuca* y *Agrostis*.

Tabla 9. Resultados media de los 6 transectos realiados en pastos herbáceos, fuera de prados de siega.

ESPECIE	PROPORCIÓN	INTERÉS PASTORAL
<i>Festuca nigrescens</i>	31,14%	+++
<i>Agrostis capillaris</i>	30,00%	+++
<i>Artemisia</i> sp.	24,45%	
<i>Helianthemum nummularium</i>	17,47%	
<i>Linum</i> sp.	15,72%	
<i>Medicago minima</i>	14,85%	++
<i>Euphrasia minima</i>	13,97%	
<i>Phleum phleoides</i>	9,61%	+++
<i>Leontodon hispidus</i>	7,86%	
<i>Odontites</i>	7,86%	
<i>Allium</i>	6,99%	
<i>Sanguisorba minor</i>	3,49%	
<i>Taraxacum officinale</i>	2,62%	++
<i>Galium verum</i>	2,62%	
<i>Plantago lanceolata</i>	1,75%	
<i>Trifolium montanum</i>	1,75%	
<i>Vicia pirenaica</i>	1,75%	++
<i>Convolvulus</i>	1,75%	
<i>Centaurea paniculada</i>	1,75%	
<i>Hieracium pilosella</i>	0,87%	
<i>Anthyllis vulneraria</i>	0,87%	++
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	0,87%	

En estos pastos solo se prevé eliminación puntual de algún matorral, y por eso se considera que su estructura es muy estable. La composición florística de los pastos se puede ver en la Tabla. Los resultados muestran una riqueza de especies importante, pues se han llegado a determinar hasta 24 especies en total, con aproximadamente unas 20 especies de promedio por parcela.

Ecosistemas con el estrato herbáceo no dominante, y que puede modificarse con actuaciones silvícolas sobre el arbolado

Se trata de ecosistemas en los cuales la composición florística y el potencial pastoral pueden modificarse mucho y mejorarlos con actuaciones silvícolas. El estrato herbáceo es poco homogéneo, y el número de especies herbáceas es bajo. Dentro de este tipo de ecosistemas encontramos a las avellanedas, el pinar de pino silvestre, y los robledales. Las actuaciones silvícolas realizadas en el marco del proyecto Ovihuec deben favorecer la mejora del potencial pastoral de estos ecosistemas. En el presente trabajo se presenta la situación del estrato herbáceo de los ecosistemas antes de la realización de los trabajos.

Avellaneda

Para evaluar la avellaneda, el dato que aporta mayor interés es que en 20 transectos la cobertura vegetal, tan solo fue, de media de un 31,4 %, lo que implica que el suelo desnudo es de un 68,6 %. Tan solo muestran interés pastoral el *Taraxacum officinale*, una especie del género *Poa*, y otro del género *Vicia*, ofreciendo una producción muy baja entre las tres, pero el potencial pastoral es muy bajo (en caso que tengan presencia las especies del género *Poa* (presente en 7 de los 20 transectos), o nulo en el resto de los escenarios. Además, en algunos avellanedos han entrado plantas ruderales, como la ortiga y el helecho, que se han intentado evitar para la realización de los transectos. En la Tabla se muestran los resultados de los transectos realizados bajo avellaneda. La transformación a prado, ofrecerá una composición florística similar a la determinada para los prados de siega, con lo cual el cambio a mejor será muy grande y positivo para el rebaño. Antes del primer año después de los trabajos ya se observan aumentos en el recubrimiento herbáceo, que ha aumentado, aunque de momento hacen tapiz especie ruderales como *Stellaria media*.

Tabla 10. Resultados media de los 20 transectos realizados en avellanedas antes de realizar tratamientos silvícolas.

ESPECIE	FRECUENCIA	INTERÉS PASTOTAL
<i>Vicia sp.</i>	4,57%	++
<i>Crataegus monogyna</i>	2,00%	
<i>Taraxacum officinale</i>	0,29%	++
<i>Galium sp.</i>	4,94%	
<i>Hypericum</i>	5,43%	
<i>Veronica sp.</i>	2,33%	
<i>Poa sp.</i>	13,33%	+++
<i>Urtica dioica</i>	0,22%	
<i>Geum urbanum</i>	0,21%	
<i>Myrrhis odorata</i>	0,22%	
<i>Potentilla sterilis</i>	0,21%	

Pinar

En el pinar se determinan pocas especies en el sotobosque, tan solo 11. La especie claramente dominante es el *Brachypodium* de bosque (*Brachypodium sylvaticum*), sin ningún interés para los animales. Si aparece *Festuca rubra* en espacios donde la luz del sol puede llegar al suelo. Situación anterior a los trabajos silvícolas con potencial muy bajo para el rebaño. Se debe favorecer la entrada del sol en el futuro par favorecer la entrada de luz, el aumento de la diversidad vegetal, y la proporción de *Festuca rubra*, así como su producción. Los resultados obtenidos se pueden apreciar en la Tabla

Tabla 11. Resultados de los transectos realizados en pinar de pino silvestre

ESPECIE	FRECUENCIA	INTERÉS PASTORAL
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	64,43 %	
<i>Festuca rubra</i>	20,10%	++
<i>Cardamine hirsuta</i>	2,06%	
<i>Veronica montana</i>	1,03%	
<i>Gallium rotundifolia</i>	4,64%	
<i>Gallium verum</i>	1,03%	
<i>Betonica officinalis</i>	1,55%	
<i>Stellaria media</i>	1,55%	
<i>Quercus pubescens</i>	2,06%	+
<i>Anemone hepatica</i>	1,03%	
<i>Pteridium aquilinum</i>	0,52%	

Robledal

Presenta una composición florística apta para el pastoreo, por el dominio de *Festuca nigrescens*, y alguna leguminosa que son aptas para el pastoreo (Tabla 12). Además, los rebrotes de pequeña dimensión de roble pueden ser consumidos por el rebaño. Desde el punto de vista de la diversidad, muestra más especies que el pinar, pero menos que los pastos herbáceos o los prados de siega.

Tabla 12. Resultados de los transectos realizados en robledal

ESPECIE	FRECUENCIA	INTERÉS PATORAL
<i>Festuca nigrescens</i>	55,36%	+++
<i>Helianthemum nummularium</i>	16,07%	
<i>Trifolium campestre</i>	8,04%	++
<i>Veronica officinalis</i>	3,57%	
<i>Thymus serpyllum</i>	3,13%	
<i>Galium verum</i>	2,68%	
<i>Seseli libanotis</i>	2,68%	
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	1,79%	++
<i>Centaurea sp.</i>	1,34%	
<i>Briza media</i>	0,89%	++
<i>Crataegus monogyna</i>	0,89%	
<i>Quercus pubescens</i>	0,89%	+
<i>Ranunculus bulbosus</i>	0,89%	
<i>Lotus corniculatus</i>	0,45%	++
<i>Viola sp.</i>	0,45%	
<i>Crepis vesicaria</i>	0,45%	
<i>Taraxacum officinale</i>	0,45%	++

6. Conclusiones

Respecto a la composición florística de los hábitats:

- Los prados de siega y los pastos herbáceos presentan una calidad muy buena para realizar pastoreo
- Los robledales, en algunos casos, también tienen calidad buena para el pastoreo
- El pinar, si no se realiza clareo tiene una calidad muy baja para el pastoreo
- Los avellanades, prácticamente siempre, muestran potencial pastoral nulo

Respecto a los tratamientos silvícolas propuestos:

- Es muy adecuada la transformación de avellanadas a prados, que tendrían una composición y producción similar a los prados de siega
- Es adecuada la disminución del dosel arbóreo en robledales, porque se puede desarrollar un buen estrato herbáceo
- En el pinar, sería más adecuada la extracción de árbol entero que no el tratamiento realizado manteniendo restos en el bosque, porque el aprovechamiento pastoral se retarda mucho en el tiempo.

Respecto al riesgo de incendio de copas:

- Se considera que la posibilidad de generarse un incendio de copas en el pinar o los robledales es baja, con la estructura vegetal actual

Respecto a la gestión del rebaño:

- Es adecuado un rebaño de raza aranesa, no la combinación de una raza como la ripollesa, dado que la aranesa muestra menor adaptación al territorio y cría mejor a los corderos.
- Se debe realizar itinerarios de pastoreo rotacional en prados de siega durante su período vegetativo guiado con pastor
- Se debe respetar las zonas pastoreadas, y dejarles reposo para el crecimiento posterior, que puede ser impedido por un pastoreo continuo.
- Se debe incorporar zonas de robledal de tanto en cuanto a los itinerarios realizados por el rebaño. El pinar no se puede incorporar, porque es intransitable en las zonas tratadas, porque la acumulación de restos lo impide.
- Se debe incorporar el rebaño a la agrupación de rebaños, solo en julio hasta la segunda quincena de agosto, sin machos, para dejar reposar los prados de siega del proyecto Ovihuec.dat y que la hierba vuelva a crecer para el pastoreo de los meses de septiembre, octubre, y noviembre.
- Puede incorporarse una pequeña parte de cabras lecheras al rebaño, con paridera en primavera.

7. Bibliografia

De Caceres, M., Casals, P., Gabriel, E., Castro, X. 2019. Scaling-up individual-level allometric equations to predict stand-level fuel loading in Mediterranean shrublands. *Annals of Forest Science*, 76(3), 1-17. <https://doi.org/10.1007/S13595-019-0873-4/FIGURES/5>

R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.Rproject.org/>

Taüll, M., Baiges, T. 2016. Tipologies de pastura de les principals formacions arbrades. Centre de la Propietat Forestal. Generalitat de Catalunya.



Carreras, C., Carrillo, E., Font, X., Guardiola, M., Massalles, M., Mercadal, G., Ninot, J., Salvat, A.m Vilar, L. 2016. Manual dels hàbitats de Catalunya. Vegetació arbustiva i herbàcia (Prats i pastures). Universitat de Barcelona.

Piqué, M., Valor, T., Castellnou, M., Pagès, P., Larrañaga, A., Miralles, M., Cervera, T. 2011. Integració del risc dels grans incendis de la gestió forestal (GIF) en la gestió forestal. Generalitat de Catalunya. DARP i CPF.