



OVIHUEC.DAT

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

5.2.2

Estructura de la vegetación y resistencia de la masa frente a incendios

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

Información del documento

Número de informe	5.2.2
Nombre del informe	Estructura de la vegetación y resistencia de la masa frente a incendios
Descripción del informe	Informe de capacitación de como estudiar la resistencia a incendios de la vegetación
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	Pastoreo, fitovolumen, transectos
Autores	Mar Gallego, Sara Mollà, Marc Taüll
Colaboradores	
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 de contenido

1. Introducción	3
2. Objetivos.....	4
3. Material y métodos.....	4
4. Resultados.....	5
4.1 Resultados para bosque o ecosistemas con recubrimiento arbóreo alto	5
4.1.1 Localización de las parcelas de seguimiento en bosque	5
4.2.2 Parámetros que deben identificarse en las parcelas permanentes.....	7
4.2.2.2 Parámetros dasométricos de los árboles inventariados.....	8
4.2.2.3 Parámetros de vulnerabilidad del fuego de copas	14
4.2.2.4 Parámetros de sotobosque y combustible.....	15
5.1 Resultados para ecosistemas herbáceos.....	23
5.1.1 Localización de las parcelas	23
5.2.2 Determinación de la composición florística.....	24
5. Conclusiones	30



1. Introducción

Los trabajos silvícolas de desbroce y adehesamiento realizados en las zonas de bosque y matorral tienen como objetivo generar una estructura territorial más adecuada para el aprovechamiento pastoral y, al mismo tiempo, más eficaz en la prevención de incendios. Estas actuaciones se enmarcan en la acción 5.2 del proyecto OVIHUEC.DAT y se han aplicado en cuatro tipos de hábitats: pinar de pino rojo —en área aclarada—, robledal —en área adehesada—, avellanedas procedentes de la colonización de antiguos prados de siega —con tratamientos de recuperación de pastura mediante quema de restos o arranque de tocones— y prados de siega, donde se han llevado a cabo mejoras específicas.

Con el fin de caracterizar la respuesta de estos sistemas y su resistencia frente a incendios, se ha establecido y aplicado un seguimiento integral basado en la evaluación de la vegetación viva, la hojarasca y los suelos, complementado con la posterior modelización de los efectos ambientales del fuego. Este enfoque permite traducir las intervenciones realizadas en indicadores estructurales y funcionales directamente relacionados con la dinámica del combustible y el comportamiento potencial de los incendios.

El estudio de la vegetación proporciona información clave sobre la mejora del valor pastoral, identificando si las especies más palatables incrementan su presencia y cómo evolucionan la estructura del matorral y del arbolado. Asimismo, permite detectar la generación de nuevos microhábitats, cuantificar los cambios en el fitovolumen arbustivo y comparar la dinámica de las zonas pastoreadas frente a las no pastoreadas, aspectos fundamentales para evaluar la biodiversidad y la funcionalidad ecológica desde una perspectiva de prevención de incendios.

La aplicación de este protocolo de estudio, junto con los análisis complementarios previstos en el marco del proyecto, constituye una base operativa para orientar decisiones de gestión adaptativa, como ajustes en la densidad arbórea, el régimen de pastoreo o las estrategias de control del matorral. En conjunto, este informe presenta un modelo de evaluación replicable que permite interpretar la evolución ecológica de las áreas intervenidas y apoyar una planificación integrada que combine producción pastoral, conservación y reducción del riesgo de incendios.



2. Objetivos

El informe tiene como objetivo principal describir y sistematizar la metodología aplicada para evaluar la estructura de la vegetación y su resistencia frente a incendios en el marco de la acción 5.2 del proyecto OVIHUEC.DAT. De manera específica, los objetivos son los siguientes:

- Establecer y aplicar una metodología de muestreo que permita parametrizar las variables estructurales de la vegetación necesarias para el seguimiento de las actuaciones silvícolas y pastorales desarrolladas en la acción 5.2.
- Caracterizar la estructura de la vegetación antes y después de la aplicación de los tratamientos, mediante la realización de inventarios previos y posteriores que permitan comparar los cambios inducidos por las actuaciones.
- Evaluar la evolución de la vegetación en la fase posterior al tratamiento, a partir de un inventario inmediato tras la intervención y un segundo inventario al final del proyecto, con el fin de analizar la dinámica del sistema y su estabilidad en el tiempo.
- Transformar las variables inventariadas en parámetros de combustible aptos para su integración en modelos de comportamiento del fuego, permitiendo así interpretar los efectos potenciales de las actuaciones sobre la resistencia de la masa frente a incendios.
- Determinar variables de tipo pascícola como puedan ser la producción herbácea, el consumo de los herbívoros, o la composición florística de un ecosistema herbáceo.

3. Material y métodos

El protocolo aplicado en el marco del proyecto permite caracterizar la estructura de la vegetación y generar modelos de combustible específicos para el área de estudio. Una parte de los protocolos son para ecosistemas de bosque denso, y otro para ecosistemas pascícolas, como puedan ser prados de siega, pastos, o pastos con arbolado disperso o sistemas adehesados. Los resultados se dividen de forma clara para estos dos escenarios.



En la parte de bosque, a partir de los modelos de combustible generados, es posible utilizar simuladores de comportamiento del fuego para estimar la propagación y la intensidad potencial de los incendios bajo distintos escenarios de gestión. La información estructural y los parámetros de combustible obtenidos mediante el muestreo de campo constituyen así una herramienta operativa para la toma de decisiones en la gestión forestal y pastoral, permitiendo evaluar la eficacia de los tratamientos aplicados a corto, medio y largo plazo en términos de reducción del riesgo de incendios y mejora de la resistencia de la masa.

En la parte de ecosistemas pascícolas se exponen las variables necesarias para caracterizar el pasto y obtener su composición florística, además de la producción herbácea, que nos dan idea del potencial pascícola de cada comunidad herbácea en localizaciones concretas.

4. Resultados

4.1 Resultados para bosque o ecosistemas con recubrimiento arbóreo alto

4.1.1 Localización de las parcelas de seguimiento en bosque

La localización de las parcelas es fundamental para analizar correctamente el efecto de los tratamientos y poder extrapolarlo posteriormente a toda la masa forestal. Una vez decidida la ubicación de la parcela, ésta se identifica con un código único (el correspondiente al punto teórico que se vuelve a medir), se sugiere guardar las coordenadas del centro con una precisión submétrica y se clava en el suelo un tubo de PVC de 15 cm de largo (en vertical y clavado completamente en el suelo, dejando el extremo superior a ras del suelo) y el árbol de referencia se marca con una T invertida en pintura forestal verde (árbol T, ilustración 1). El árbol T debe ser un árbol dominante, con una copa equilibrada, en buen estado de salud y situado cerca del centro de la parcela (a un máximo de 5 m). La línea horizontal marca la altura del diámetro a la altura del pecho (D_n , 1,3 m) y la línea vertical apunta hacia el centro de la parcela (tubo de PVC). Se miden y registran la distancia y la orientación

desde el árbol T hasta el centro de la parcela para facilitar su localización en futuros reestudios.

Las parcelas serán circulares, con un radio de 8 m (~200 m²) en un plano horizontal, por defecto.

Todos los árboles inventariados se marcarán a una altura de 1,3 m con una franja horizontal orientada hacia el centro de la parcela utilizando spray verde bosque. El número de árboles que se inventariarán debe ser de un mínimo de 20 árboles con un $D_n > 7,5$ cm, de modo que el radio de la parcela pueda variarse para ajustarse a la densidad de los árboles, fijando siempre un radio máximo de 15 m o lo que permitan las condiciones del lugar, buscando siempre preservar las distancias mínimas a los límites para evitar el efecto de borde. El radio final que se utilizará para cada parcela se calcula en función de la densidad estimada de árboles utilizando la distancia al sexto árbol más cercano al centro. Si se estiman menos de 20 árboles en un radio de 8 m, se aumenta el radio en un metro cada vez hasta alcanzar la superficie equivalente que incluye estos 20 árboles, y siempre con un máximo de 15 m o lo que permitan las condiciones del lugar.



Ilustración 1: Centro de una parcela de seguimiento antes de realizar el tratamiento. Árbol central marcado con la T invertida.



4.2.2 Parámetros que deben identificarse en las parcelas permanentes

4.2.2.1 Identificación de las parcelas

Estos parámetros permiten identificar de forma única cada parcela y facilitan su futura reevaluación en el mismo punto. Son los siguientes:

- Código único de la parcela. La parcela se identificará con un código único y el formato debe ser el mismo para todas las parcelas. Radio. Se registrará el radio en metros utilizado para la parcela. Por defecto, es de 8 m, y se deben realizar los ajustes necesarios en función de la densidad del rodal.
- Equipo. Se identificará a las personas que realizan el inventario para mantener la trazabilidad del trabajo y la integridad de los datos.
- Fecha y hora. Se registrará la fecha en formato dd/mm/aaaa y la hora en formato hh:mm (24 horas) en el momento en que comience el inventario, para garantizar la trazabilidad y la integridad de los datos.
- Coordenadas del centro de la parcela. Se registrará la precisión en centímetros indicada por el GPS submétrico en el momento en que se toma el punto central de la parcela.
- Árbol de referencia. Se registrará la distancia horizontal y la orientación desde el árbol de referencia (marcado con una T invertida) hasta el centro de la parcela. La línea horizontal marca el diámetro normal (D_n) a 1,30 m y la línea vertical apunta hacia el centro de la parcela.
- Fotografías. Se tomarán un total de 5 fotografías: desde el centro hacia los 4 puntos cardinales (N-S-E-O) y desde el límite sur de la parcela mirando hacia el centro. Esto es para la trazabilidad del trabajo, la integridad de los datos y como posible complemento a la información recogida en la hoja de campo.

Los materiales necesarios para evaluar estos parámetros son:

- Medidor de distancias (Vértex).



- GPS (con precisión submétrica si es posible).
- 1 tubo de PVC de 15 cm de largo y 2 cm de grosor, con un extremo cortado en ángulo.
- Martillo (a ser posible con cabeza de goma).
- Brújula (opcionalmente se puede utilizar una aplicación).
- Spray verde para bosques.
- Teléfono móvil/tableta con la hoja de campo, el protocolo y el mapeo base (cuadrícula de puntos teóricos, capa de estratos y propiedad forestal).
- Hojas de campo y protocolo en papel, y algunos bolígrafos.

4.2.2.2 Parámetros dasométricos de los árboles inventariados

Una vez que se ha vuelto a marcar la parcela y se ha identificado el centro, se toman las medidas de los árboles inventariados ($D_n > 7,5$ cm) incluidos dentro del radio establecido. El primer árbol que se inventariará será siempre el árbol T. A continuación, en la misma dirección desde el centro de la parcela hasta el árbol T, se inventariarán todos los árboles (vivos y muertos) con un diámetro a la altura del pecho superior a 7,5 cm en forma de estrella en el sentido de las agujas del reloj.

Los parámetros que se deben medir para los árboles del inventario son:

- Especie (Sp). Identificación de la especie por código. Es importante mantener el mismo código en todos los inventarios para la correcta gestión de los datos posteriores.
- Condición (C). Clasificación de la condición visual del árbol y registro del código (del 1 al 4).

Las 4 clases consideradas son:

1. Vivo. Conserva todas las hojas (excepto en los árboles caducifolios en invierno), ramitas y ramas.



2. Vivo, pero con deterioro interno y deformidades. Ha perdido parte o todas las hojas, es posible que haya caído alguna ramita, normalmente todas las ramas siguen presentes y la copa puede estar rota o seca.
3. Muerto. Sin hojas, con pérdida de ramitas y ramas.
4. Estaca. Muerto, sin ramas; parte de la base del tronco está presente, pero podrida. El tronco está partido a una altura de más de 1,30 m. Esta condición, al igual que la anterior, es muy poco probable que se encuentre en las infraestructuras de prevención de incendios, pero es muy importante registrarla.

En el caso de que el árbol que se va a inventariar esté colgado de otro de la parcela, por ejemplo debido a un vendaval, puede estar vivo o muerto. Si está vivo, se considerará el aspecto 2, y si está muerto, su aspecto final se determinará como se ha descrito anteriormente. Es importante registrar correctamente el aspecto, ya que los árboles muertos en pie suponen un riesgo real para los bomberos.

- Diámetro normal (Dn). El diámetro se mide con una cinta métrica a una altura estándar de 1,3 metros, en la parte del tronco más cercana al suelo.

La altura de medición del Dn se determina midiendo en línea recta desde el suelo. Si los pies están inclinados menos de 10° , la línea de 1,30 m será vertical, pero si la inclinación del pie es mayor, la altura se mide en diagonal a lo largo del tronco, partiendo del lado hacia el que se inclina el árbol (ilustración 2). Es decir, se busca el punto a 1,3 m de la base del árbol más cercano al suelo.

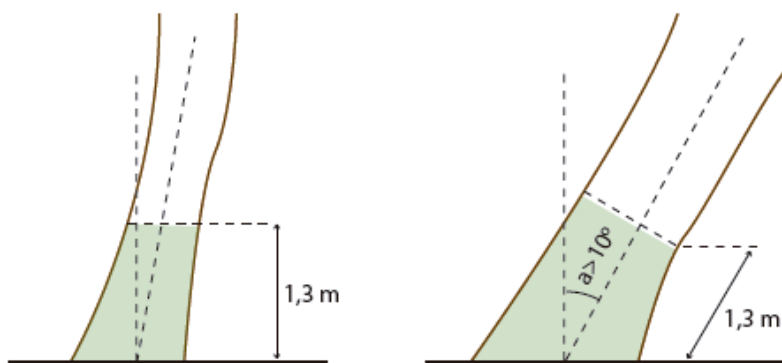


Ilustración 2: Medición de Dn en pies inclinados más o menos 10°

Cuando un árbol está bifurcado por debajo de la altura estándar, es decir, tiene más de un tallo con orientación vertical o casi vertical, cada tronco se considerará un ejemplar independiente. Cuando la bifurcación se produce por encima de esta altura, se considerará un solo árbol, y si hay dudas cerca de la altura de 1,30 m, la persona que realice la medición decidirá en función de la facilidad para colocar la cinta métrica alrededor de cada tronco. pero con la sugerencia de que si el aspecto general es de dos troncos de dimensiones similares, se tenderá a considerarlo como dos árboles (Ilustración 3).

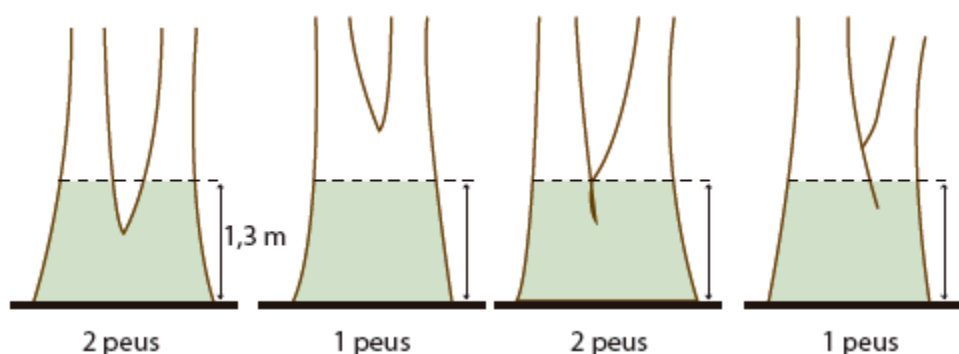


Ilustración 3: Medición de Dn en árboles bifurcados según la altura de la bifurcación.

Cuando la circunferencia a la altura estándar sea inaccesible con la cinta métrica, el diámetro se estimará utilizando la escala centimétrica de la cinta, colocada sobre la parte superior como unas pinzas, o por comparación con otras circunferencias medidas.

Si la circunferencia está ocupada por plantas epífitas, se debe hacer un esfuerzo por levantarlas del tronco para pasar la cinta sin romperlas.

Si algún fragmento de la corteza está medio desprendido de tal forma que seguramente se caerá pronto, el diámetro se mide después de retirarlo.

- **Altura total (Hm).** Se mide la altura de los 5 árboles más próximos al centro de la parcela, excluyendo los árboles suprimidos y muertos. También se medirá la altura de todas las estacas (árbol muerto de aspecto 4) superiores a 1,30 m. Es necesario medir las alturas de las estacas para poder hacer una correcta estimación del volumen de madera muerta en pie, ya que no se puede predecir la altura actual del árbol a partir del diámetro si la copa se ha roto.

Se considera altura total la distancia entre el plano horizontal del suelo y el paralelo que pasa por el punto más alto del árbol (Ilustración 4). Únicamente se calculará la

longitud a lo largo del tronco cuando los pies estén notablemente curvados o inclinados más de 50°.

La altura se mide con la función de hipsómetro del Vertex y la persona que mide siempre se situará en un plano superior o en la misma curva de nivel que la base del árbol, pero nunca por debajo.

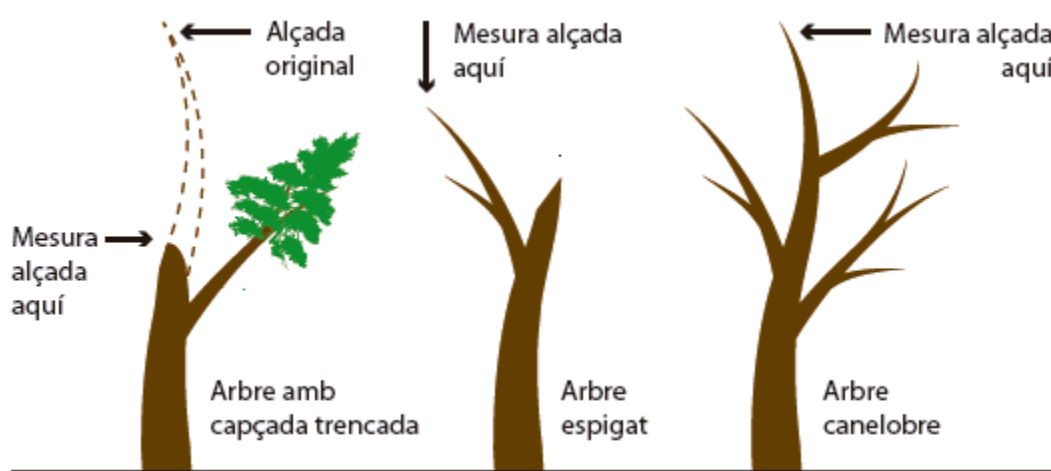


Ilustración 4 - Medición de la altura en árboles de formas irregulares.

Es un error, frecuente y que debe evitarse, lanzar la visual superior a una cúspide aparente en lugar de a la real de la copa. Esto ocurre, sobre todo, en árboles de porte de paraguas, en los cuales, para operar bien, se debe dirigir la visual atravesando parte de la copa (Ilustración 5).

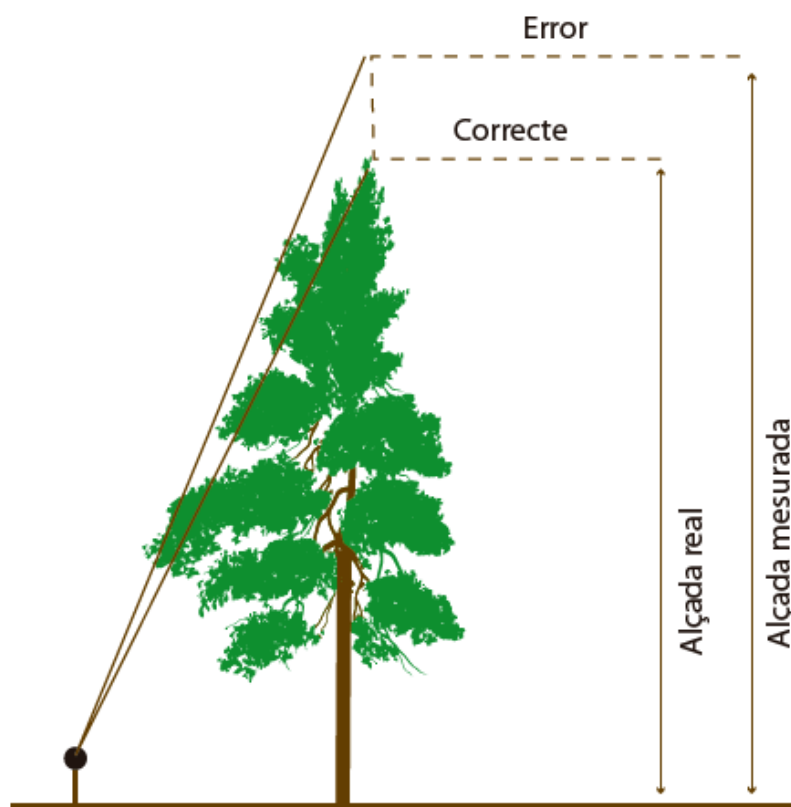


Ilustración 5 - Medición correcta de la altura en la cúspide del árbol.

Si los pies están inclinados, la persona que mide debe colocarse en la perpendicular al plano formado por el tronco inclinado y la recta de proyección de este sobre el suelo (Ilustración 7). A los árboles que estén inclinados más de 50° se les calculará la longitud real y no la distancia entre planos. Si con las herramientas presentes no es posible medir la longitud, se estimará a ojo (dejando constancia del hecho) o se medirá el siguiente árbol más próximo al centro de la parcela.

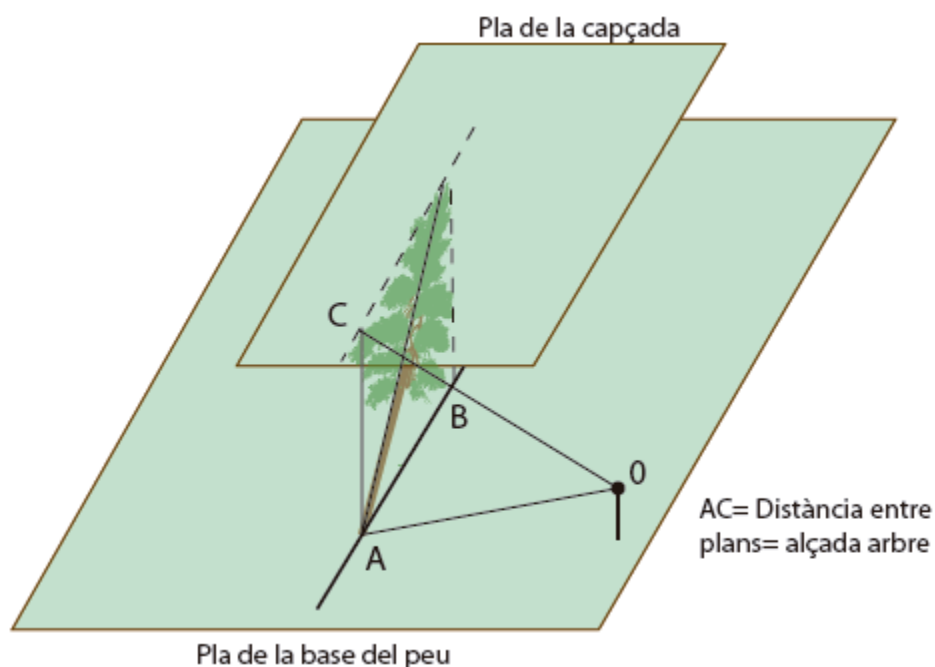


Ilustración 6 - Cálculo de la altura en árboles inclinados menos de 50°.

- Altura de la base de las copas (CBH). Se mide la altura donde la concentración de biomasa/combustible de copas es suficiente para mantener un fuego (Ilustración 7), de los mismos 5 árboles anteriores. Una rama viva aislada no se considera como el inicio del CBH.

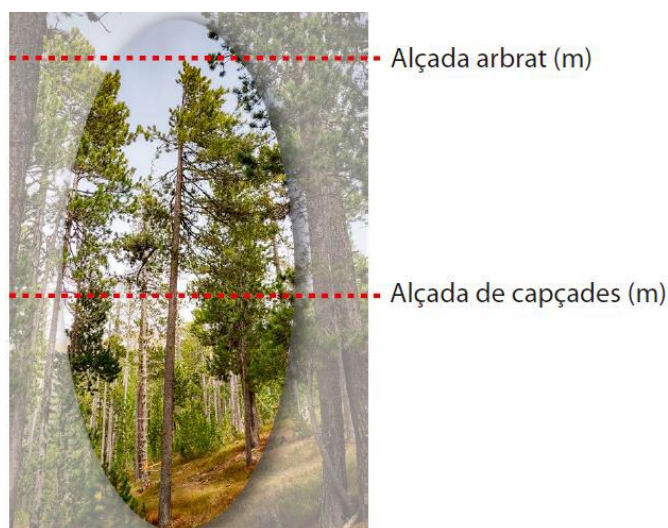


Ilustración 7 - Parámetros de evaluación del combustible de copas que sirven de referencia para identificar la base de la copa.

- Diámetro de las copas (Dc1-2). Se mide el diámetro de las copas, de los 5 árboles anteriores, en dos direcciones diferentes (máxima pendiente y curva de nivel). El



diámetro es la distancia horizontal entre los dos puntos equivalentes al ancho de la copa en el plano identificado por los ejes de máxima pendiente y curva de nivel.

Los materiales necesarios para realizar estas medidas son:

- Hipsómetro-distanciómetro (Vertex).
- Cinta diamétrica-centimétrica.
- Tiza.
- Móvil/Tablet con la ficha de campo y protocolo.
- Fichas de campo y protocolo impresas en papel y algunos bolígrafos.

4.2.2.3 Parámetros de vulnerabilidad del fuego de copas

Desde el centro de la parcela se estiman los parámetros necesarios para identificar la vulnerabilidad estructural a desarrollar y mantener fuegos de copas (Ilustración 8):

- Tipología de modelo de combustible de superficie: se identificará cuál es el principal elemento que, en caso de incendio, propagaría el fuego dentro de la parcela. Las opciones son: hierba, hojarasca, mixto hierba-arbustos, arbusto y restos silvícolas.
- Recubrimiento del combustible de escala (RCE). Se estima la superficie de proyección del combustible de escala, sin tener en cuenta los posibles recubrimientos múltiples. Este valor nunca supera el 100%.
- Distancia entre los combustibles de escala o superficie y aéreos (Dse-a). Se estima la distancia desde la parte alta del combustible inferior (el de escala si el RCE es superior al 25% o el de superficie en caso contrario) hasta donde exista suficiente follaje vivo en el combustible superior (aéreo) para que el fuego propague verticalmente. Se estima la distancia media entre estos combustibles teniendo en cuenta el área de muestreo.
- Distancia entre los combustibles de superficie y de escala (Ds-e). Se estima la distancia desde la parte alta del combustible de superficie hasta la parte inferior del combustible de escala.
- Fracción de copa cubierta (Fcc). Se estima la superficie de proyección del combustible aéreo, sin tener en cuenta los posibles recubrimientos múltiples. Este valor nunca supera el 100%.

- Recubrimiento del combustible de superficie (RCS). Se estima la superficie de proyección del combustible de superficie, sin tener en cuenta los posibles recubrimientos múltiples. Este valor nunca supera el 100%.
- Altura del combustible de superficie (HCS). Se estima la altura media del combustible de superficie. Este valor nunca supera la altura de 1,30 m.

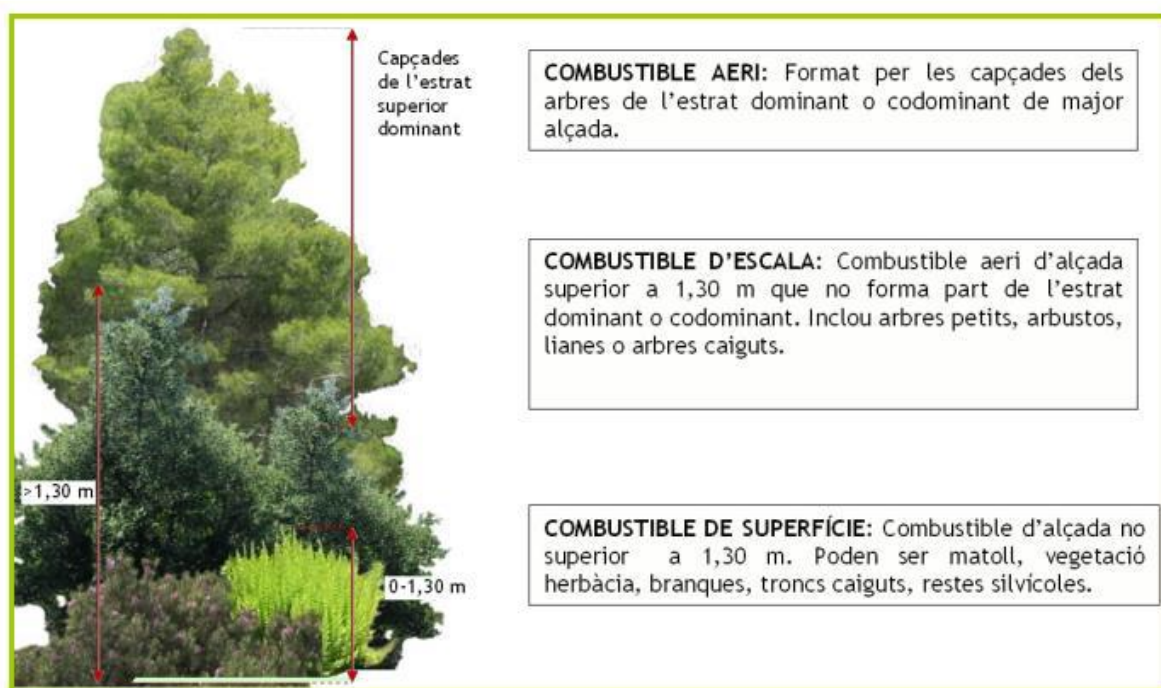


Ilustración 8 - Descripción de los estratos de combustible en que se divide la vegetación para evaluar las distancias entre estratos y los recubrimientos que determinan la vulnerabilidad al fuego de copas.

4.2.2.4 Parámetros de sotobosque y combustible

De manera complementaria a la medición de los árboles inventariables (simultáneamente o a posteriori), se miden o estiman los siguientes parámetros del sotobosque:

- Regeneración de especies arbóreas. Se contabilizan todos los pies no inventariables ($D_n < 7,5$ cm) de altura superior a 1,3 m de especies arbóreas. Se diferencian por especie. Se recomienda hacerlo mientras se recorre la parcela midiendo los árboles inventariables, con un contador (Ilustración 9) y anotarlos al final, o que quien mida los diámetros los vaya diciendo y otra persona los vaya anotando en la ficha de inventario y los sume al finalizar. En cuanto a los pies no inventariables de altura inferior a 1,3 m, se estima su cobertura en porcentaje por cada especie.



Ilustración 9 - Contador múltiple de pulsadores para el conteo del regenerado.

- Madera muerta en el suelo. Se inventaría toda la madera muerta con un diámetro superior a 7,5 cm que se encuentre dentro de la parcela. De cada sección encontrada se mide el diámetro (cm) y la longitud (m). El diámetro se medirá en el punto medio de la sección. Si dos secciones se reconocen como parte del mismo árbol, se consideran una sola. Si una sección tiene parte fuera de la parcela, esa parte no se considerará y solo se medirá la parte incluida dentro de la parcela. Las estacas menores de 1,3 m de altura también se considerarán madera muerta en el suelo. El diámetro se mide con la cinta diamétrica si es posible pasarla por todo el perímetro del tronco en el punto de medición, o con la cara centimétrica por encima a modo de forcípula.

Para inventariar el resto de los componentes del sotobosque se instalarán un mínimo de 3 transectos de 20 x 1 m. Para cada transecto, el inventario exhaustivo se hará en 10 cuadrados de 1 x 1 m separados un metro entre ellos (10 m² inventariados por transecto). Si con 3 transectos no se llega a inventariar el equivalente al 10 % de la superficie del rodal, se añadirán tantos transectos como sea necesario hasta un máximo de 5 transectos por parcela. Cuando se instalan los transectos en campo, la longitud es de 25 m. Los 5 metros más próximos al centro no se inventariarán porque habitualmente es el espacio más alterado por el trabajo de campo, donde se suele dejar el material y donde existe riesgo de sobre representar los componentes del sotobosque del centro de la parcela (Ilustración 10). La distribución de los transectos será radial desde el centro de la parcela, manteniendo los mismos ángulos entre ellos, y los extremos se marcarán con un tubo de PVC pintado en rojo (Ilustración

11). Se sugiere marcar también con un punto rojo al nivel del suelo algún árbol o roca próxima a ese punto por si se pierde el tubo de PVC y facilitar así la reinstalación del transecto (Ilustración 12). De cada extremo del transecto se anotará la dirección (grados) respecto al centro y la distancia calculada con corrección de pendiente con el Vertex. El primer transecto siempre se realizará en línea de máxima pendiente ascendente. Los transectos comienzan en el límite exterior de la línea del transecto y avanzan hacia el centro de la parcela.

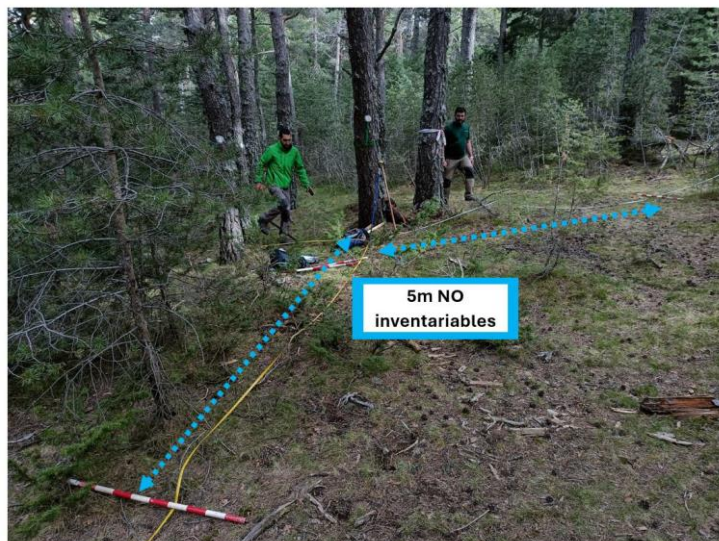


Ilustración 10 - Los 5 primeros metros de los transectos de 25 m no se inventarían porque suelen ser la zona más alterada por el movimiento del equipo de inventario y donde también se acumula el material de campo. Además, se evita la sobrerrepresentación del centro de la parcela.

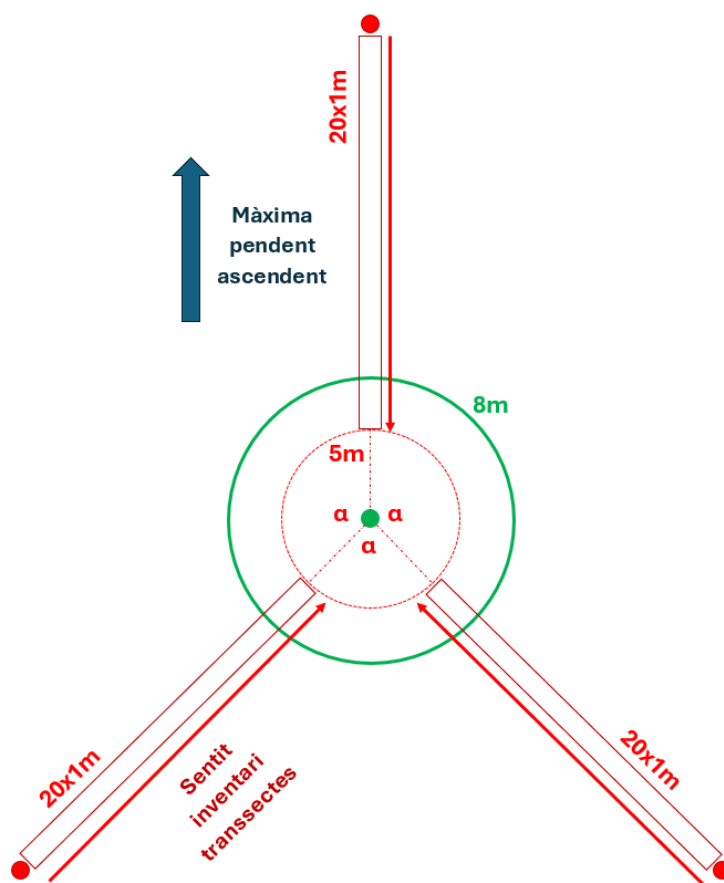


Ilustración 11 - Esquema de una parcela de seguimiento. El punto verde representa el centro de la parcela; el círculo verde representa el límite de la parcela dasométrica de 8 m de radio por defecto; los rectángulos rojos representan los transectos de sotobosque y combustible (20 x 1 m) conservando el mismo ángulo (α) entre ellos; y los puntos rojos son los inicios de cada transecto.



Ilustración 12 - Marcaje del final del transecto y del árbol más próximo al punto para facilitar la reinstalación del transecto en futuras remesuras en caso de pérdida del tubo de PVC.

En cada transecto se diferencian dos métodos:

- Análisis exhaustivo de un metro cuadrado: cada dos metros, a lo largo de la longitud del transecto y en el lado derecho mirando hacia el centro de la parcela, se inventariarán las siguientes variables dentro de un cuadrado de 1 x 1 m:
 - Hojarasca (litter): La hojarasca y el musgo se tratan como un único estrato en el Fuel Characteristic Classification System (FCCS; Prichard et al., 2019). La hojarasca es la capa superior del suelo del bosque (también denominada horizonte orgánico O1 u Oi) y su estructura está poco alterada por la descomposición. De la hojarasca es necesario inventariar la cobertura en porcentaje
 - Estrato arbustivo: por cada especie se estima su cobertura y se mide su altura media ponderada.
 - Estrato herbáceo: por cada especie se estima su cobertura y se mide su altura media ponderada.
 - Restos silvícolas y ramaje: corresponde a los restos silvícolas y todo el ramaje que haya podido caer de forma natural. De los restos y ramaje se estima su

cobertura y se mide su altura media ponderada. Los restos de diámetro superior a 7,5 cm, que equivalen al combustible de 1.000 h de retardo y no se incluyen en los modelos de combustible, se considerarán como Otros elementos no combustibles.

- Rociedad: se estima la cobertura total.
- Suelo desnudo: se estima la cobertura total.
- Otros elementos no combustibles: se estima la cobertura de otros elementos no combustibles que no coincidan con ninguna de las categorías anteriores. Por ejemplo, pueden ser árboles vivos y/o madera muerta en el suelo de diámetro > 7,5 cm (1.000 h).



Ilustración 13 - Otros elementos no combustibles. La foto de la izquierda muestra un conjunto de árboles vivos que se encuentran dentro del cuadrado. La foto de la derecha muestra restos de madera de diámetro > 7,5 cm (1.000 h) y una estaca de un árbol muerto.

NOTA: la cobertura total de la hojarasca, rocosidad/erial y otros elementos no combustibles NO puede superar el 100%.



• **Método de intersección:** a lo largo del transecto se contabilizarán las diferentes intersecciones de los restos finos (1 h, 10 h y 100 h). Los restos más finos de 1 h no incluyen la hojarasca ya que se inventaría en el análisis exhaustivo del metro cuadrado. Debido a que el rango de diámetros que incluyen las horas de retardo es muy grande, se sugiere subdividir cada categoría de hora de retardo (Tabla 1). Las piñas que intercepten el transecto se contabilizarán como un contacto de combustible 1 h grande.

Los transectos comienzan en el límite exterior de la línea del transecto y avanzan hacia el centro de la parcela. Se contabiliza el número de partículas (palos o troncos) por cada hora de retardo que interceptan el plano de muestreo (cinta métrica) (Ilustración 14). El diámetro real de la partícula en el punto de intersección determina la clase de tamaño u hora de retardo (Tabla 1). Para facilitar la clasificación de los restos en las diferentes clases de retardo se recomienda utilizar una galga (Ilustración 15).

Tabla 1: Subdivisión de las categorías de horas de retraso.

Hora de retraso (Rothermel, 1983)	Hora de retraso V2	Medida
1h	1h pequeño	0 – 3 mm
	1h grande	3 – 6 mm
10h	10h pequeño	6 – 15 mm
	10h grande	15 – 25 mm
100h	100h pequeño	25 – 50 mm
	100h grande	50 – 75 mm

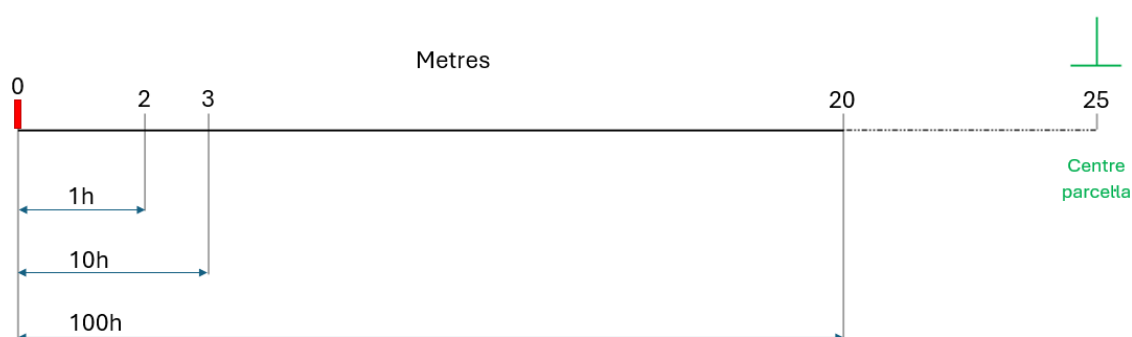


Ilustración 14 - Esquema del transecto del método de intersección (Prichard et al., 2019) adaptado a este protocolo.

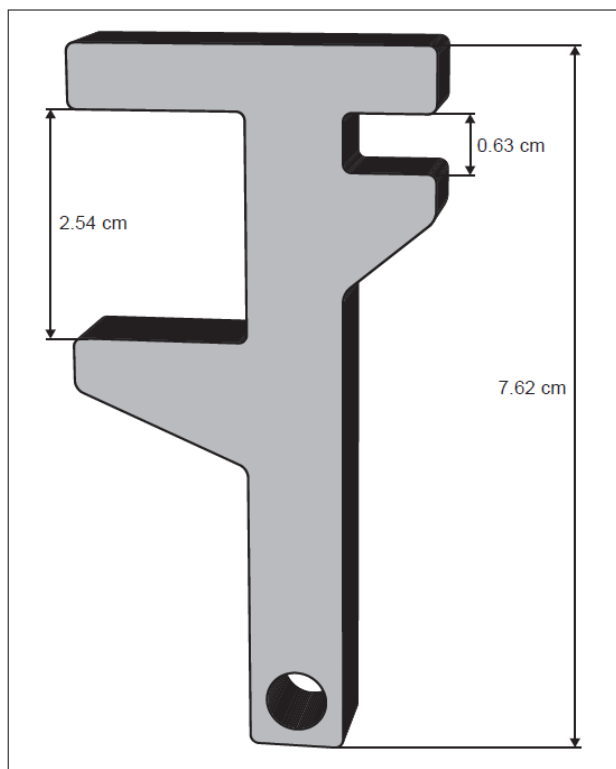


Ilustración 15 - Galga que permite la clasificación fácil y rápida de los restos.

Los materiales necesarios para evaluar estos parámetros son:

- Cinta métrica larga (mínimo 20 m)
- Cinta métrica pequeña (máximo 3 m)
- Brújula
- Vertex
- Mínimo dos barras de 1 m graduadas (para facilitar la proyección del metro cuadrado).
- 3 Tubos de PVC de 15 cm de longitud y 2 cm de grosor con una punta cortada en bisel (mínimo).
- Martillo (idealmente con cabezal de goma).
- Palo para identificar las intersecciones (el palo del Vertex puede cumplir esta función).
- Galga para clasificar horas de retardo.
- Spray forestal rojo.
- Pala metálica de cuchara plana.



5.1 Resultados para ecosistemas herbáceos

5.1.1 Localización de las parcelas

Se deben localizar las parcelas, indicando variables fisiográficas de interés desde el punto de vista pascícola, como son: i) altitud, ii) orientación; iii) hábitat, según las propuestas del Manual de hàbitats de Catalunya; iv) usos del suelo anteriores. Una tabla que se puede construir figura a continuación (Tabla 2).

Tabla 2. Tabla básica que expone datos de interés de la localización de las parcelas según el punto de vista pascícola

Topónimo y número inventario	Altitud	Orientación	Pendiente	Hábitat	Antiguo uso del suelo

El topónimo y número de inventario sirven para darnos una orientación de donde muestreemos, y el número que corresponde al inventario realizado. Con GPS, se puede recoger la latitud y longitud del punto exacto donde muestreemos.

La altitud se debe recoger siempre porque es un factor que influye en parámetros de interés pascícola, y nos indica el estrato de vegetación en el que nos encontramos (mediterráneo, supramediterráneo, montano, subalpino, o alpino). Así mismo como la orientación, que se puede clasificar de forma categórica (al menos en norte, este, sur, oeste, o bien combinaciones de estas como pueda ser sur oeste), o el pendiente (zona llana, pendiente baja, pendiente alta). Recoger estas variables fisiográficas permite comparar resultados de interés entre ellas, como sea la producción de un mismo tipo de pasto y en una misma localidad según pendiente, por ejemplo.

Se debe recoger el hábitat. La opción más fácil es utilizar la que diga el manual de según el Manual de Hàbitats (por ejemplo 36 b Pastos silicícolas y mesófilos con *Agrostis capilaris*), que es abundante en el piso montano de Vilamós. Sobre el terreno se debe determinar si el pasto el Hábitat determinado de forma teórica según el Manual es el correcto o no, dado que está obtenido con fotointerpretación, y en caso de observar que no sea así se corrige. Es de interés recoger el antiguo uso de suelo, porque en pastos herbáceos suele ocurrir que correspondan a antiguas zonas cultivadas, dado que éstas tienen mayor potencial forrajero que las que siempre han sido pasto, matorral, o bosque. Este dato nos puede ayudar como



uno más de los que se deben tener en cuenta en la toma de decisiones a la hora de realizar actuaciones silvícolas, priorizando realizarlos en una zona o bien en otra.

5.2.2 Determinación de la composición florística

Determinación de la composición florística

1) Metodología Simple

Se identifican las principales especies del pasto, y de forma visual, se determina su recubrimiento, altura, y estado fenológico. Además de las principales especies vegetales también se debe recoger la presencia y recubrimiento de matorral, árboles dispersos, vegetación herbácea ruderal, suelo desnudo, hojarasca, excrementos, signos de sobre pastoreo o infra pastoreo, o árboles dispersos. Se debe conocer la apetencia o palatabilidad de las principales especies del pasto, y de esta forma, nos hacemos a la idea de su potencial pastoral, problemas que puede tener el mismo, etc.

Es de interés no solo recoger el recubrimiento de las especies sino su altura y el estado fenológico en el caso de las gramíneas, porque las especies tienen características diferentes que pueden incidir en la producción del pasto o su valor nutritivo. Así, por ejemplo, se mencionan algunos casos:

- *Carex sp.*: especie abundante y con bastante recubrimiento en todo tipo de pasto, pero es rastrera de forma que aporta muy poca producción al pasto
- *Trifolium repens*: especie abundante en algunos pastos, aporta contenidos altos en proteína, pero es rastrera y su producción es baja
- *Trifolium pratense*: especie muy abundante y con bastante recubrimiento en algunos pastos, con buenos valores de proteína, y buena producción en otoño
- *Dactylis glomerata*: especie presente en algunos pastos de buena calidad. Su aportación energética es buena antes de floración, mientras que después de la misma pierde mucho contenido energético.
- *Festuca sp. pl.*: presentes en muchos pastos, rebrotan muy bien; algunas de ellas son de calidad nutritiva y productiva discreta, como *Festuca ovina*, mientras *Festuca nigrescens* puede ofrecer producciones medias o altas, con buena calidad nutritiva.



2) Metodología Fina

Realización de transecto de 20 m de longitud, con 10 m siguiendo la curva de nivel, y 10 m en máxima pendiente, en ambos casos con cinta métrica. Se realiza un contacto con el suelo cada 20 cm con una varilla fina, y se anota en un listado las especies que intercepten con la misma a cualquier altura. En total se realizan 100 contactos, en que además de las diferentes especies también se anota contacto con hojarasca, suelo desnudo, excrementos, y cualquier otro componente. En total, con los 100 contactos, se obtiene una frecuencia para cada especie (por ejemplo, si hay 375 intercepciones totales y una especie vegetal tiene 300 contactos, su frecuencia es de 0,80, siendo la suma de todas las frecuencias de los componentes del pasto de 1,00. Se recogen todas las especies, tanto las que tienen recubrimiento alto como las que tienen un recubrimiento muy bajo. En ecología, a esta metodología se la conoce como *Point Quadrat*, adaptado sobre el terreno para su aplicación según autores. Esta metodología ha sido aplicada con suficiente robustez por el número de réplicas en el proyecto Ovihuec.dat en Vilamós para la determinación de la composición florística de prados de siega, así como para determinar frecuencia de especies herbáceas (y alguna arbustiva) bajo robledales, bajo avellanos en campos convertidos a avellanedas, y en el pinar, y los resultados se presentan en el entregable 5.2.3.

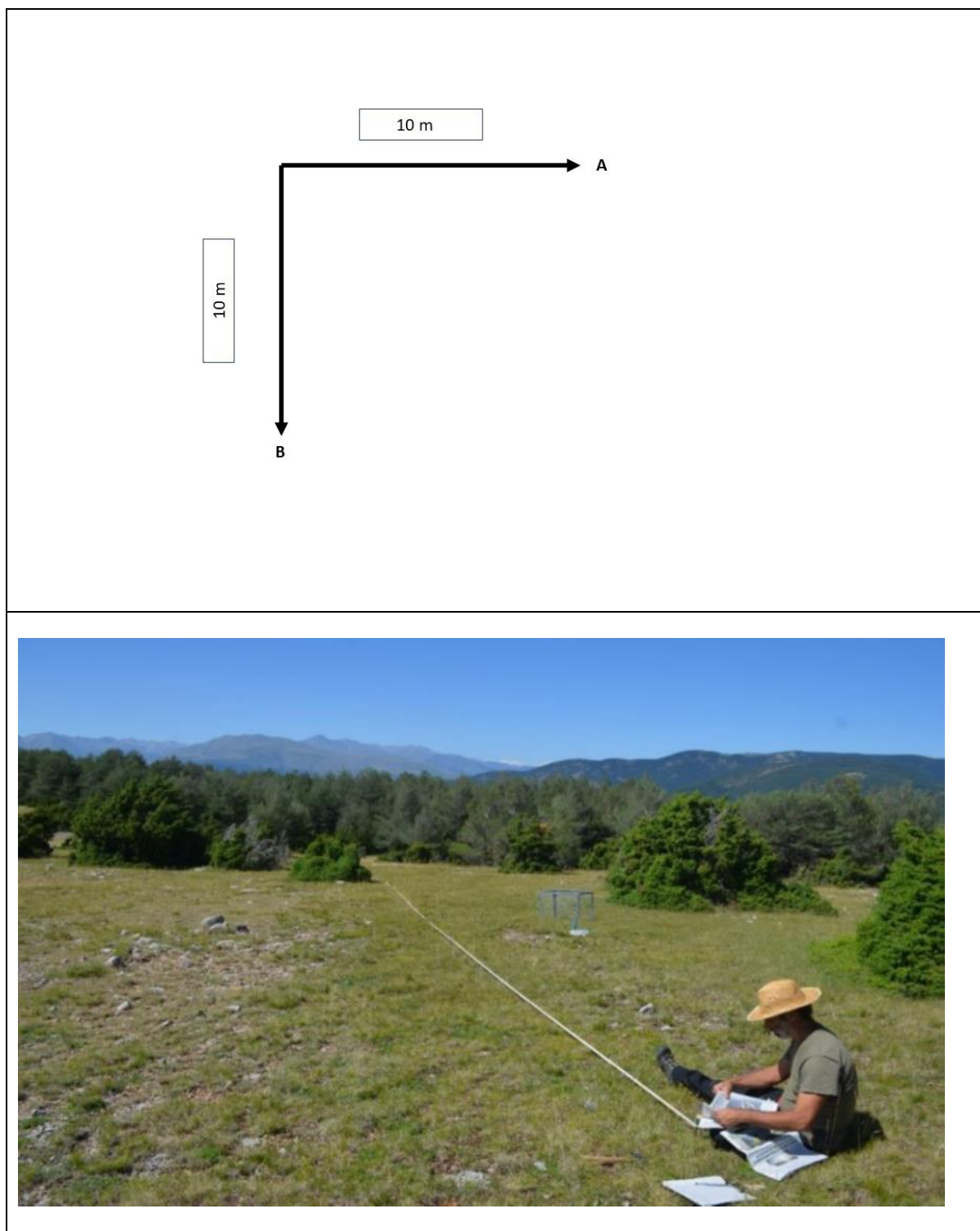
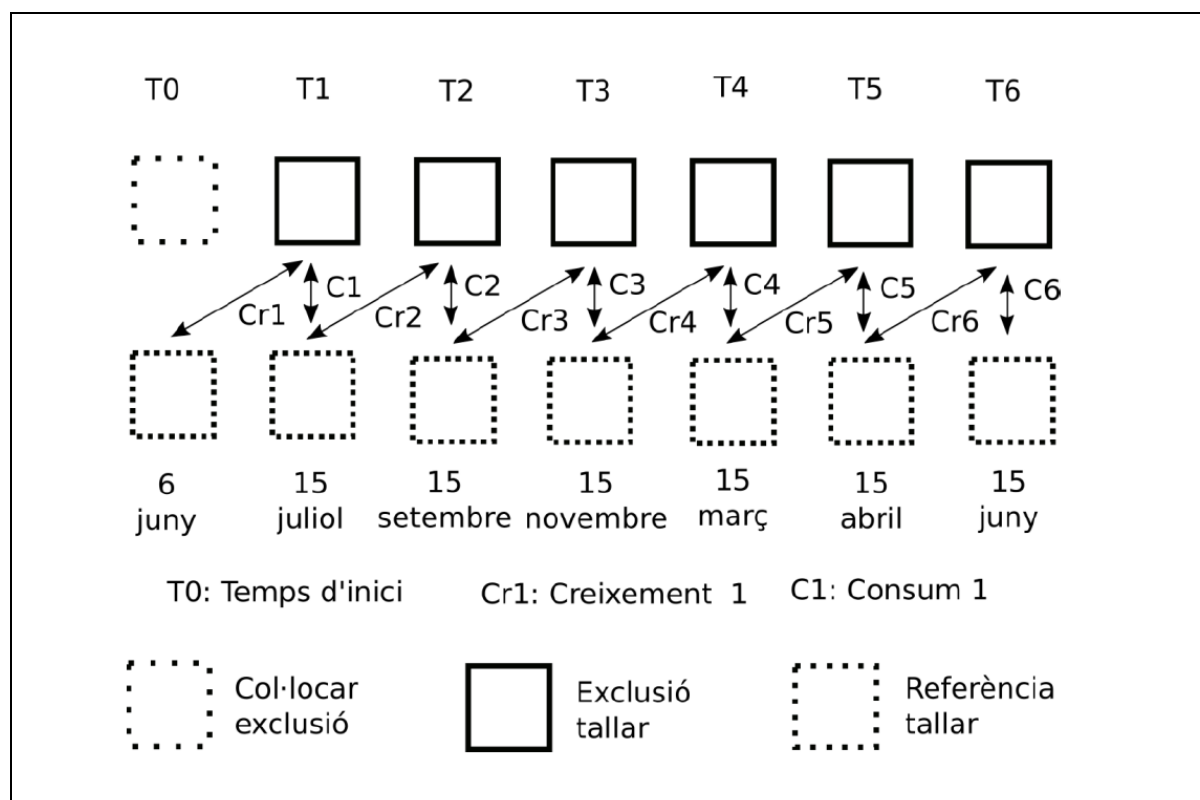


Ilustración 16 - Croquis de la aplicación de la metodología y línea de transecto de 10 m siguiendo la curva de nivel

Determinación de la producción herbácea y el consumo de los herbívoros

En un pasto herbáceo, una metodología con la cual se puede calcular tanto valores de producción del pasto como de consumo de los herbívoros de forma completa y precisa se expone en la ilustración 17. Esta metodología se debe aplicar en una zona concreta con pasto homogéneo herbáceo en cuanto a recubrimiento de especies, altura de la hierba y variables fisiográficas como orientación o pendiente. En caso contrario, no es recomendable su utilización. Se propone realizarla en jaulas de exclusión de 1 m * 1m.



Il·lustració 17 - Croquis de la aplicació de la metodologia per a determinació precisa de producció herbàcea i determinació per consum de herbívors

Para la comprensión de la figura se explican los conceptos expuestos en la misma:

- En la parte superior de la gráfica figuran los momentos de corte. Cuantos más momentos de corte realicemos en un año, mayor será la precisión de la metodología desarrollada. Es decir, si se realizan cortes cada 15 días, se obtiene mayor precisión que si se realiza cada dos meses.
- En el momento inicial (T0), se corta el estoc en pie que hay en un pasto, para conocer su valor en ese momento, y se coloca una jaula de exclusión en esta zona. En una zona contigua, con el mismo tipo de pasto y características fisiográficas se coloca una jaula de exclusión sin cortar el pasto.



- En el momento T1, se corta la exclusión que se había dejado con pasto en T0, y también se corta en una zona contigua. De esta forma obtenemos:
- Producción: diferencia de materia seca entre el corte T1, y el corte T0 tomado como referencia
- Consumo por los herbívoros: diferencia de materia seca en T1 entre la exclusión en que no se había cortado en T0 dejándola como referencia, y el valor obtenido de materia seca obtenido en el corte de T1.

En el proyecto Ovihuec se ha obtenido:

- la producción y consumo de hierba desde inicio de año hasta 30 de junio para prados de siega en los dos años, 2024 y 2025.
- la producción en prados de siega y robledales desde 1 de junio hasta 30 de septiembre para el año 2025



Ilustración 18 - Corte de la hierba en prados de siega en la parte superior, y estado de la hierba en prados de siega en el marco de 1m* 1m excluido mediante jaulas en la parte inferior



5. Conclusiones

Se han expuesto metodologías genéricas para obtención de datos en un proyecto como Ovihuec.dat.

Se debe diferenciar entre las metodologías usadas en bosque de las metodologías usadas en pasto herbáceo, pudiendo llegar a ser en los dos casos precisas, aunque pueden conllevar mucho tiempo de dedicación sobre el terreno para la obtención de datos dasométricos o bien pascícolas.