

restauración ecológica de prados y formaciones cespitosas del Pirineo

UNA GUÍA TÉCNICA PARA REGENERAR
LOS SUELOS Y LAS COMUNIDADES VEGETALES
DEGRADADAS DE MONTAÑA



Restauración ecológica de prados y formaciones cespitosas del Pirineo

UNA GUÍA TÉCNICA PARA REGENERAR
LOS SUELOS Y LAS COMUNIDADES VEGETALES
DEGRADADAS DE MONTAÑA

Brice Dupin (coordinación),
Sandra Malaval, Gilles Couéron, Jocelyne Cambecèdes y Gérard Largier

2019

Traducción al castellano por Lila Righetti Coutet





Fig. 1 – Blanca del majuelo (*Aporia crataegi*) en un prado de siega

Preámbulo

En zonas de montaña, la evolución de las áreas afectadas por movimientos de tierra en cotas altas, con previsiones y respuestas variables, siempre ha sido una preocupación para gestores y promotores de obra. Desde el principio, el desarrollo de la ingeniería vegetal se ha llevado a cabo aprovechando los medios locales, con las semillas de los prados de siega del entorno; y posteriormente, con semillas comerciales cuando las superficies a revegetar han pasado a ser más extensas.

Estas semillas exógenas, genéticamente pobres y raramente adaptadas al contexto climático de alta montaña, no garantizan el éxito técnico y son una fuente de perturbación ecológica. No son duraderas en el tiempo, desapareciendo pasados algunos inviernos. Dejan áreas expuestas a la erosión dado que el empleo de fertilizantes minerales puede ser desfavorable para la recolonización de estos espacios por las especies locales.

El Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées y los actores del desarrollo de proyectos en el Pirineo, socios del programa Ecovars, han desarrollado un modelo basado en la conservación y la puesta en valor de la biodiversidad: emplear especies locales, adaptadas a

las áreas afectadas, ecológicamente en su lugar, para recolonizar las áreas degradadas. Un trabajo pionero basado en la colaboración, que ha permitido integrar las necesidades de cada una de las partes, los conocimientos prácticos y científicos, experimentando, intercambiando, probando.

Gracias a proyectos locales a escala de sus territorios, los socios gestores de los terrenos afectados por obras han desarrollado técnicas, metodologías y han obtenido resultados, tanto en relación a la revegetación como sobre la manera de trabajar de forma conjunta en este ámbito. Los servicios de la administración estatal y local, responsables de las políticas de gestión y planificación del espacio, así como de la conservación de la biodiversidad, han tomado parte en esta iniciativa multidisciplinar, lo cual ha sido su fortaleza.

Las guías técnicas de restauración ecológica ***Multiplicación de simientes silvestre pirenaicas y Restauración ecológica de prados y formaciones cespitosas del Pirineo*** permiten compartir más ampliamente los conocimientos adquiridos a lo largo del programa Ecovars, pionero a escala de la cordillera de los Pirineos.

Jacques Brune, Presidente

Gérard Largier, Director

Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées

Índice

1. Biodiversidad y suelo, intervenciones previas	15
Ficha 1 Cartografía de la biodiversidad y de las áreas a preservar antes de las obras	16
Ficha 2 Análisis de las condiciones ecológicas del medio a sembrar	20
Ficha 3 Organización del movimiento de maquinaria	22
Ficha 4 Reconstrucción de los horizontes del suelo	24
Ficha 5 Acondicionamientos mecánicos contra la erosión	27
Ficha 6 Preparación del sustrato antes de la siembra	30
2. La recolección de plantas y de semillas en el medio natural	35
Ficha 7 Trasplante de tepes vegetales	36
Ficha 8 Aspectos generales relativos a las áreas de recolección	38
Ficha 8 a Céspedes acidófilos montanos y subalpinos del Pirineo	40
Ficha 8 b Prados pobres de siega o de pastos	42
Ficha 8 c Prados de siega de montaña	44
Ficha 9 Transferencia de siegas recién cortadas	46
Ficha 10 Recogida de semillas con una «cepilladora»	51
Ficha 11 Recogida de simiente con una segadora-trilladora	56
Ficha 12 Las técnicas de recolección, en resumen	59
3. Las siembras, su protección y su abonado	63
ZOOM Resultados del estudio de los rendimientos ambientales de las siembras con semillas locales o exógenas RESULTADOS INÉDITOS	67
Ficha 13 Reunir las condiciones de éxito de la siembra antes del comienzo de la obra FICHA CLAVE ...	78
Ficha 14 Organización de las obras para realizar las siembras en periodos favorables	81
Ficha 15 Preparado de las mezclas de semillas	82
Ficha 16 Adecuación de la fertilización orgánica u órgano-mineral	89
Ficha 17 Protección de las siembras con agentes fijadores	91
Ficha 18 Siembras, intereses y limitaciones de las diferentes prácticas	98
Ficha 19 Las técnicas de revegetación con hidrosemebradora, en resumen	101
Ficha 20 Protección de las áreas revegetadas	106
Ficha 21 Seguimiento y evaluación de las labores de restauración ecológica	108
Ficha 22 Divulgación de las operaciones de revegetación	112
4. Especies silvestres del Pirineo aprovechables en la revegetación	115
Cedacillo, <i>Briza media</i> L.	116
<i>Avenella (Deschampsia) flexuosa</i>	118
Cola de perro, <i>Cynosurus cristatus</i> L.	120
<i>Festuca niphobia</i> (St-Yves) Kerguélen	122
Palletas de prau, <i>Festuca nigrescens</i> L.	124
<i>Poa alpina</i> L.	126
<i>Carex sempervirens</i> Vill. subsp <i>sempervirens</i>	128

Vulneraria, <i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>boscii</i> Kerguélen	130
Cuernecillo alpino, <i>Lotus alpinus</i> (DC.) Schleich. ex Ramond	132
Regaliz de montaña, <i>Trifolium alpinum</i> L.	134
Milenrama, <i>Achillea millefolium</i> L.	136
Clavelina, <i>Dianthus deltoides</i> L.	138
Llantén menor, <i>Plantago lanceolata</i> L.	140
Glosario	142
Bibliografía	146
Índice de figuras	151
Índice de tablas	153



Fig. 2 – Regaliz de montaña

Preservar el suelo y devolver a la cubierta vegetal su carácter pirenaico

En los pisos subalpino y alpino, las comunidades vegetales se enfrentan a unas condiciones ecológicas adversas: bajas temperaturas con amplitudes térmicas muy marcadas, una fuerte insolación, vientos desecantes, innivación prolongada, suelos pobres, a veces esqueléticos. Los suelos constituyen una interfase esencial para la vida vegetal, pero, en cotas altas, son frágiles: su evolución se ve frenada por el frío y por una constante erosión. En estas condiciones, los movimientos de tierra mecánicos y el paso de vehículos provocan, frecuentemente:

- una pérdida de la estructura del suelo y la exposición de las fracciones finas y de la materia orgánica a la erosión hídrica y eólica,
- una caída de la producción de materia orgánica vegetal, fuente de energía indispensable para el mantenimiento de la fertilidad del suelo,
- una reducción de la porosidad del suelo y de su riqueza en microorganismos y hongos micorrízicos, limitando así la eficacia del reciclaje de

nutrientes (disminución de superficies exploradas por las raíces, lavado y lixiviado de nutrientes),

- una pérdida de la capacidad del suelo para almacenar agua y nutrientes, induciendo a veces a la desaparición de cualquier forma de vida.

Cada movimiento de tierra puede, por tanto, degradar fuertemente los suelos y los hábitats naturales, las cubiertas vegetales y los suelos. Tras la perturbación, las cubiertas herbáceas naturales de montaña requieren de varias décadas para auto-restaurarse. En el piso subalpino, en las áreas no revegetadas y expuestas a las adversidades climáticas, un círculo vicioso de degradación del medio puede establecerse e impedir la reconstrucción natural de los suelos. En estas condiciones las interacciones entre las plantas son especialmente beneficiosas para la recolonización de estas áreas, estando más orientadas hacia procesos de facilitación (diversas formas de ayuda mutua) que en relaciones de competencia.

La revegetación enfrentada a las limitaciones de montaña

Son muchos los esfuerzos invertidos en la restauración de los suelos y las cubiertas vegetales. Pero muy a menudo los trabajos llevados a cabo no son suficientes para regenerar las propiedades biofísico-químicas de los suelos. Todavía a día de hoy, una gran parte de las revegetaciones se realizan con material de procedencia lejana. Estas especies no están adaptadas a las condiciones extremas de montaña y revelan rápidamente sus debilidades:

- una escasa perennidad de las cubiertas vegetales sembradas (véase p. 66);
- la necesidad de aportar grandes dosis de semillas y fertilizantes;

- un riesgo de hibridación y de competencia con la flora local, induciendo una modificación de las comunidades vegetales y una perturbación de los ecosistemas. La introducción de un individuo alóctono de una especie vegetal en una zona donde existe, de forma natural, una población de individuos de la misma especie, puede conllevar cruzamientos. La descendencia presenta entonces características intermedias. Estas hibridaciones entre poblaciones de plantas de procedencias diferentes contribuyen a la pérdida de especificidad genética de las especies silvestre debido a los procesos de evolución y adaptación de la especie a las condiciones ecológicas específicas.

Las técnicas de revegetación tradicionales no permiten, por tanto, la constitución de cubiertas vegetales tan densas y estables como las que existen en un medio natural no perturbado. En áreas de montaña fuertemente expuestas a la erosión, las aguas de escorrentías arrastran la poca tierra fina y la materia orgánica existente, reduciendo así las posibilidades

de colonización vegetal. Estos procesos de erosión pueden conllevar costes elevados de intervención, dirigidos a nivelar y estabilizar los sustratos, o incluso para proteger infraestructuras debilitadas por la pérdida de tierra y por la fuerza de las escorrentías. Estas obras pueden ser necesarias tanto en áreas mal revegetadas como en zonas situadas aguas abajo.



Fig. 3 – Paisaje pirenaico en otoño

Por una revegetación ecológica, con semillas silvestres del Pirineo

El empleo de semillas pirenaicas de montaña es uno de los factores que determinan el éxito de las labores de revegetación. Por su mayor adaptación a las condiciones de los medios montanos (clima, geomorfología, suelos), las plantas de procedencia local presentan una alternativa mejor que las semillas alóctonas. Desde un punto de vista ecológico, las experiencias han demostrado que estas semillas contribuyen especialmente a [véase p. 66]:

- formar cubiertas vegetales estables y diversificadas,
- recuperar las interacciones entre las plantas y los microorganismos y la fauna del suelo (mejora de las propiedades físico-químicas de los suelos y reciclaje de los nutrientes),
- crear comunidades vegetales con componentes y funcionamiento próximo al de los hábitats naturales degradados,

Limitando los riesgos de hibridación y de competencia ligada a la introducción de plantas alóctonas, permitimos asimismo conservar la flora local y mantener especies vegetales más adaptadas para enfrentarse a las adversidades relacionadas con el cambio climático. Desde un punto de vista económico, el empleo de especies locales permite:

- reducir los aportes de semillas y fertilizantes,
- mantener mejor la nieve gracias a las cubiertas vegetales,
- limitar los procesos de erosión del suelo,
- conservar los paisajes de montaña y su carácter atractivo,
- recuperar un recurso forrajero mayor.

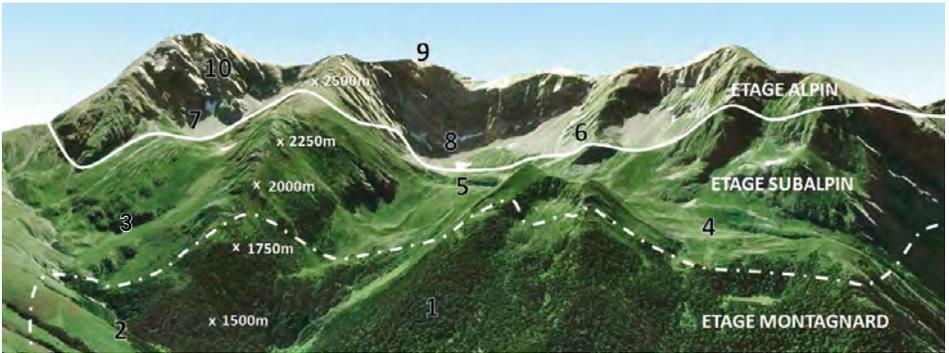


Fig. 4 – Pisos de vegetación sobre la vertiente norte sobre suelos silíceos del Pirineo central

Fuentes: Nizan P.-A., 2016 et Image - Google Earth (© 2016 Google)

PISO MONTANO: 1-Hayedo-abetal, 2-Depresiones húmedas de *Nardus stricta*. Sur: Bosque de pino silvestre, matorrales rastreros de enebro y gayuba.

PISO SUBALPINO: 3-Matorrales de *Rhododendron*, 4-Herbazales de zona de descansadero de ganado, 5-Ibón subalpino con vegetación lacustre y pantanosa. Sur: Poblaciones de pino negro, herbazales de *Festuca eskia* en gradas

PISO ALPINO: 6-Pedregales silíceos con flora xerófila, 7-Pedregales silíceos con flora meso-hídrica, 8-Áreas de acumulación de nieve con sauce enano, 9-Crestas ventosas de florarasa, 10-Acantilados y fisuras con flora xerófila.

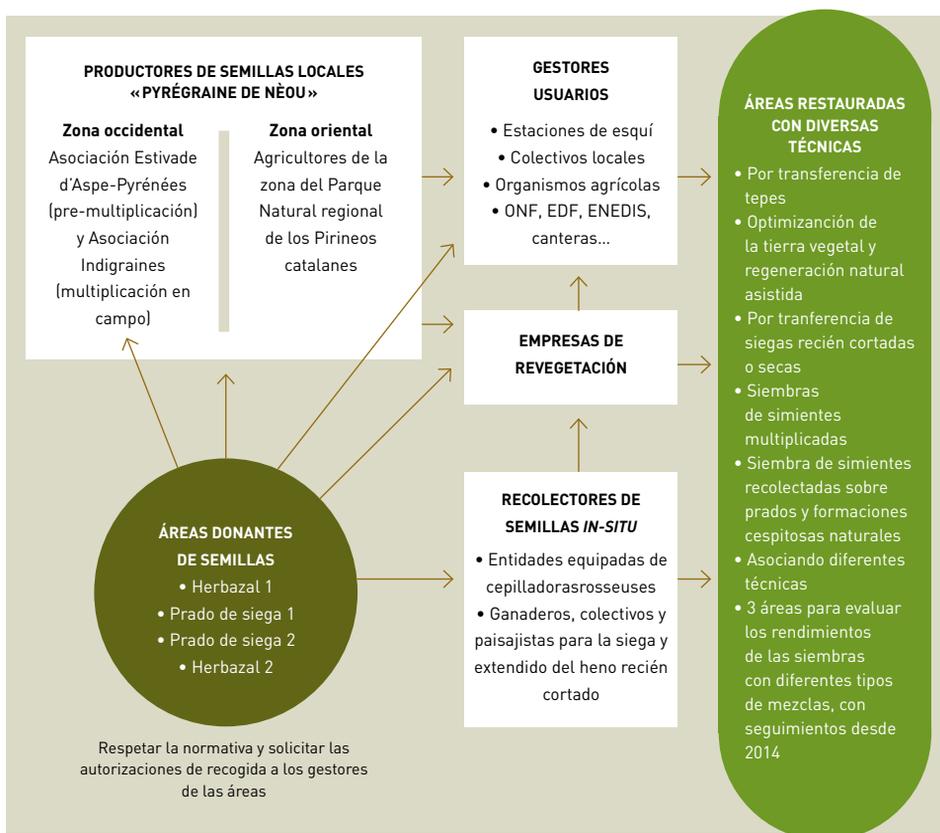
Las prácticas de restauración ecológica impulsadas por el programa Ecovars

Desde 2003, la iniciativa de Ecovars acompaña a los agentes del Pirineo en la ejecución de labores de restauración ecológica de áreas degradadas de montaña y la producción de semillas de especies de procedencia local. Patentada por el Conservatorio y desarrollada de forma colectiva, la marca «Pyrégraine de nèou», permite garantizar la procedencia local y la calidad de la simiente. El programa Ecovars ha permitido, en particular:

- asesorar a numerosos promotores y gestores de

determinadas áreas, para la realización de restauraciones ecológicas con semillas de procedencia local, en colaboración con diversos agentes,

- generar una oferta de mezclas de semillas fruto de la multiplicación de semillas bajo la marca «Pyrégraine de nèou» y de las recogidas mecanizadas sobre los prados y herbazales de montaña,
- favorecer la comunicación entre agentes y transferir información acerca de las actuaciones llevadas a cabo.



→ Flujo de simientes locales apoyados, para favorecer su empleo en revegetaciones

Fig. 5 – Funcionamiento del programa Ecovars entre 2013 y 2019

Una guía para restituir la flora y las áreas naturales afectadas

El asesoramiento llevado a cabo durante los trabajos de restauración ecológica y el seguimiento de sus resultados han permitido desarrollar metodologías y referencias técnicas. Esta guía ha sido elaborada en relación con los promotores de actividades y gestores del Pirineo, con el fin de permitir que conserven mejor la flora de los espacios degradados.

Presenta un conjunto de técnicas de ingeniería ecológica a implementar desde el inicio hasta el final de un proyecto de revegetación. Se ha concebido en 4 partes, tratando:

- las cuestiones previas a la intervención: diagnósticos ambientales previos a la obra, asistencia en los

movimientos de tierras, reconstrucción de suelos y preparación de sustratos para la siembra;

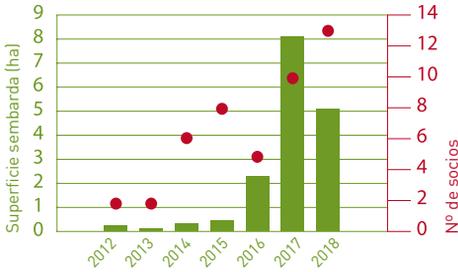
- la recolección de semillas silvestres del Pirineo;
- las técnicas de revegetación;
- las especies empleadas en la restauración ecológica.

Fuentes: Aradottir A. (2012), Choler *et al.* (2001), Dinger (1997), Dinger et Bédécarrats (2001), Dutoit (2012), Haselwandter (1997), King et Whisenant, (2009), Krautzer *et al.* (2006), Le Bagousse-Pinguet *et al.* (2014), Michalet *et al.* (2014), Ozenda (1994, 2002), Salomon (2007), Urbanska (1988, 1997), Wipf *et al.* (2005).



Fig. 6 – Lirio azul del Pirineo

Socios implicados y superficie restaurada con semillas locales



Como resultado de los éxitos obtenidos y de la disponibilidad creciente de mezclas de semillas, 30 promotores de actuaciones en el Pirineo han revegetado 57 áreas con semillas de procedencia local (16,9 ha) entre 2012 y 2018.

Fig. 7 – Socios implicados y superficie restaurada con semillas locales

Áreas revegetadas con simientes locales entre 2012 y 2018

El seguimiento de las obras que han sido asesoradas, permite elaborar referencias para diferentes tipos de condiciones ecológicas.

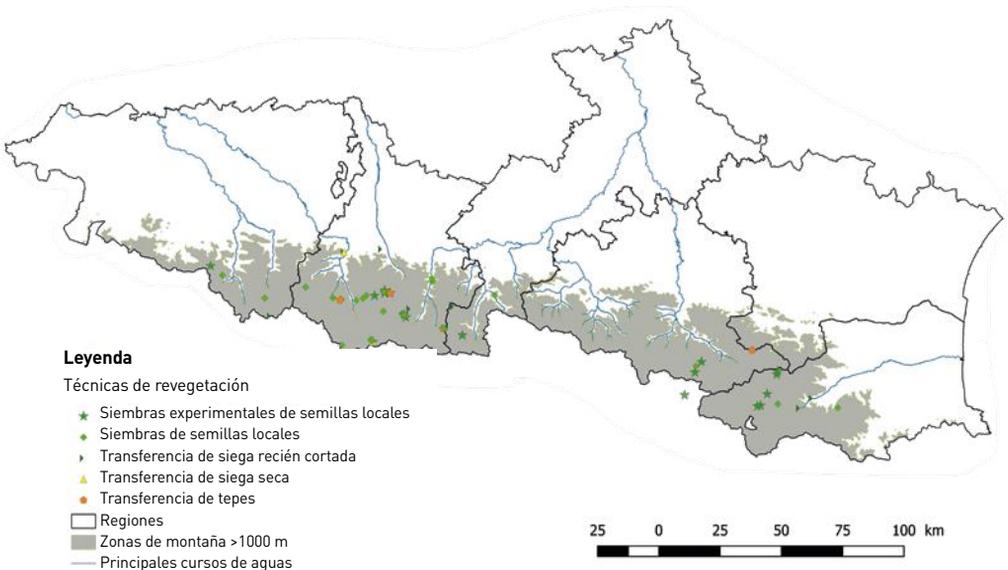


Fig. 8 – Áreas revegetadas con simientes locales entre 2012 y 2018

Fuentes: Datos del CBNPMP y © IGN - BD CARTO © 2017 - BD CARTHAGE © 2017



Fig. 9 - Paisaje del valle de Ens

1 | Biodiversidad y suelo, intervenciones previas

Altitud, relieve, geología, suelos y prácticas ganaderas, en todas sus variantes de montaña, son el origen del mosaico de ecosistemas (o hábitats naturales) de áreas a veces muy pequeñas. Por ello debe realizarse un diagnóstico de las condiciones ecológicas de cada lugar, y su análisis, con el fin de definir proyectos cuyas intervenciones sean compatibles con la conservación de las áreas naturales sensibles y del mantenimiento de los equilibrios agro-silvo-pastorales.

Para garantizar el éxito de las labores de revegetación, se debe otorgar una especial atención a la evaluación de las características del suelo, con el fin de identificar su aptitud para ser colonizado por la vegetación. Tras un movimiento de tierra, las capas de roca y de tierra deben ser reconstruidas idénticamente, en el mismo orden y, si es posible, en las mismas proporciones. Así, el funcionamiento geoquímico y la actividad biológica del suelo serán reactivados.

Debe concederse también especial atención a la capa superficial de humus: es muy fértil pero también muy frágil. Esta capa contiene un importante banco de semillas y propágulos vegetativos (esquejes, vástagos, estolones...), constituyendo un reservorio de plantas locales adaptadas a una restauración rápida de la zona afectada. Asimismo, la tierra vegetal contiene numerosos microorganismos, cuya actividad es indispensable para mantener la fertilidad del suelo y el desarrollo de las plantas. Los métodos y las herramientas empleadas para la conservación de esta capa superficial, su almacenamiento y su reutilización, determinan en gran medida el éxito de las actuaciones de revegetación.

Fuentes: Blaschke (1991), Chambers (1997), Krautzer *et al.* (2006), Peratoner (2006), Salomon (2007).

Inventariar los elementos ambientales y pastorales antes de diseñar las obras.

En lugar de «reparar» un medio natural alterado por movimientos de tierras, es preferible reunir, con anterioridad a las obras, todos los conocimientos disponibles para ponerlos en valor con el fin de conservar las especies y los hábitats naturales u otros elementos objeto de regulaciones específicas. Igualmente, los efectos de estas obras sobre las prácticas pastorales deben ser tratados de manera que se mantengan los equilibrios agro-pastorales de montaña. Dichas reflexiones previas pueden llevar a reorientar las inversiones a llevar a cabo. Los datos relativos al medio natural y el pastoralismo existen, pero no están suficientemente explotados por los agentes que intervienen en la montaña. Obtenidos a partir de metodologías no comparables, disponibles en formatos dispares, son raramente tomados en cuenta para la planificación de las obras. El refuerzo de los conocimientos y su síntesis son etapas importantes a realizar de forma previa a las obras.

INTERÉS

Las obras en montaña conllevan un coste. Cuando tienen lugar en zonas de alto interés ecológico, estos costes son más elevados dado que las medidas a realizar para evitar, reducir y compensar la degradación ambiental generada, son más amplias. Los efectos de los movimientos de tierra sobre los pasos de animales y la gestión de los rebaños también deben ser tomados en cuenta para favorecer las opciones menos perjudiciales para las actividades pastorales. Disponer de los datos necesarios y emplearlos será sin duda más provechoso.

Con la mejora de los conocimientos ambientales y pastorales, se permite la identificación de los espacios naturales sensibles, así como su jerarquización: cuestiones legales y ambientales importantes o a tener en cuenta. La realización de los diagnósticos pastorales permite localizar las áreas clave utilizadas por los gestores de los pastos estivales y sus rebaños. Estos estudios sobre el medio natural y las prácticas pastorales,

en un momento dado, podrán servir para analizar los efectos de los movimientos de tierras sobre las dinámicas de los agro-ecosistemas de montaña.

CONDICIONES ÓPTIMAS

Esta labor es sencilla cuando los datos existentes ya están recopilados. Los inventarios florísticos y faunísticos recientes pueden ser puestos en valor. Los protocolos para los inventarios deben ser definidos con precisión para automatizar la clasificación de los elementos ambientales. En términos generales, un diagnóstico ambiental es todavía más necesario cuando el interés ecológico del área es alto o cuando los inventarios existentes son incompletos. Las áreas con una baja diversidad de hábitats naturales son más fáciles de inventariar. Esta tarea requiere recurrir a empresas competentes para realizar estos estudios específicos. La intervención de personas con un buen conocimiento del medio natural o de las prácticas pastorales locales permite mejorar la calidad de los datos recogidos.

Cubierta del suelo (%)

- 75 - 100 %
- 50 - 75 %
- 25 - 50 %
- 0 - 25 %

Áreas ambientales sensibles:

- Elementos legales
- Elementos destacables

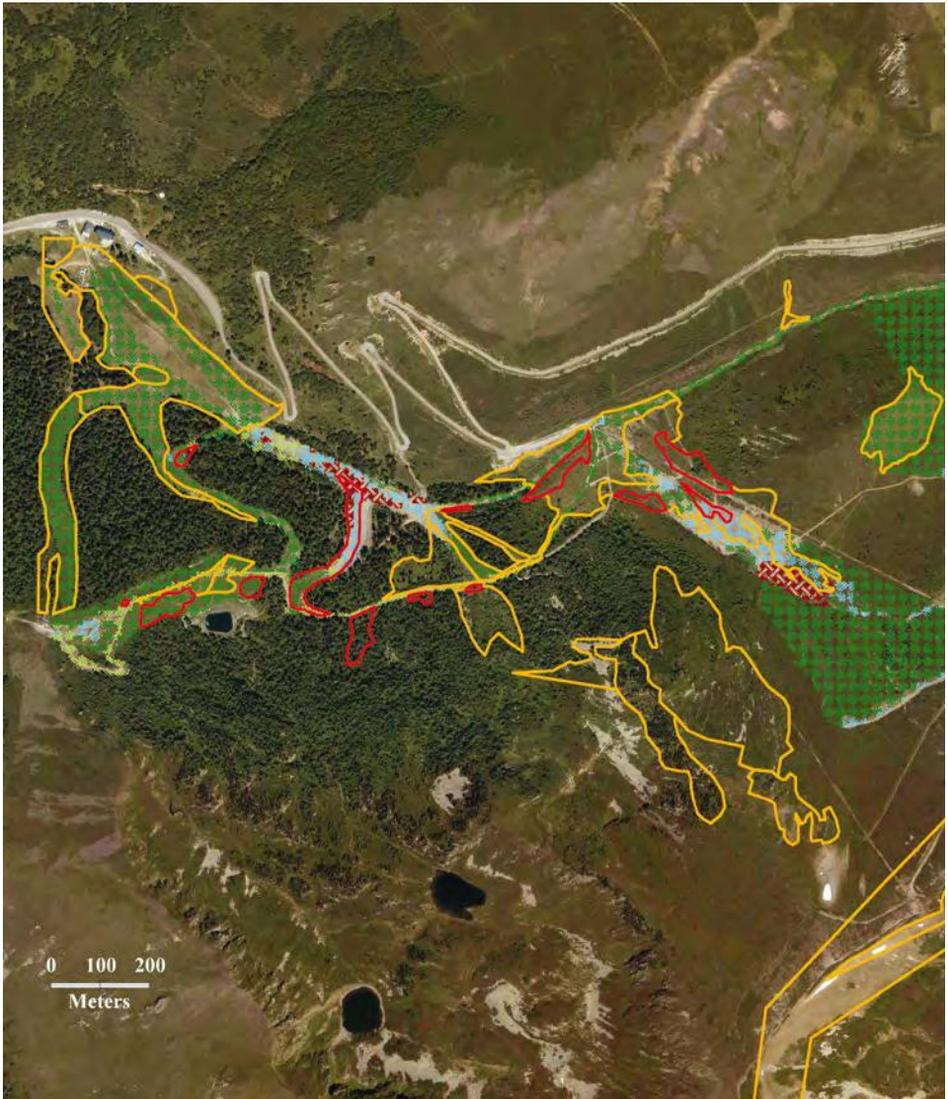


Fig. 10 – Mapa de cubiertas vegetales de pistas de esquí y elementos ambientales sensibles

Las pistas de esquí d'Ax 3 Domaines se han dotado de un sistema de información geográfico para identificar las áreas sensibles y adaptar sus actuaciones en función de la biodiversidad existente.

Equipos e información necesaria

La empresa o la persona responsable del estudio puede apoyarse en diversas fuentes de información:

- mapas a escala 1:25000 (IGN), ortofotos (IGN), mapas de hábitats naturales y de especies de la Directiva Hábitat en los espacios de la Red Natura 2000, mapas ZNIEFF, mapas geológicos y topográficos;
- datos de inventarios de flora, hábitats naturales y fauna;
- herramientas de identificación de hábitats naturales;
- listas de especies y hábitats naturales determinantes para el inventario de ZNIEFF;
- listas de plantas protegidas a nivel nacional o autonómico: órdenes ministeriales que conciernen las especies vegetales protegidas sobre el territorio nacional [20 de enero de 1982], en Aquitaine [8 de marzo de 2012], en Midi-Pyrénées [30 de diciembre de 2004] y en Languedoc-Roussillon [29 de octubre de 1997];
- Lista Roja de especies amenazadas en France, en las regiones y en los Pirineos;
- diagnósticos pastorales de la zona de estudio;
- herramientas de identificación de especies (guías, herbarios), entre las que se encuentra la guía de especies protegidas en Midi-Pyrénées del Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées;

La realización de estos estudios requiere de:

- GPS y cámara de fotos;
- ordenador y programa de cartografía.

APLICACIÓN

El gestor de la obra debe recurrir a una o varias entidades competentes para realizar estos estudios específicos. Se aconseja seguir los siguientes pasos:

Recogida de información existente:

- recopilar la información ambiental disponible relativa a la zona de estudio (datos de inventarios en zona ZNIEFF o Red Natura 2000, inventarios de flora, hábitats naturales y fauna disponibles en los "conservatorios botánicos", en la oficina nacional de bosques (ONF), con los directores de obras y en las consultorías en el marco de estudios de impacto ambiental)
- recopilar la información de pastos disponibles para la zona de estudio;
- recopilar las imágenes disponibles relativas a la zona de estudio (mapas 1:25.000 (IGN), ortofotos (IGN), imágenes de satélite de alta resolución.

Definición de una metodología de inventarios complementarios:

- definir una metodología de inventarios y de tratamiento de datos que permita delimitar las áreas naturales en función de sus características ambientales. Se recomienda delimitar 3 grandes tipos de zonas. **Elementos legales:** zonas que albergan poblaciones de especies protegidas y sus hábitats, hábitats de interés comunitario prioritarios (estudio de impacto a realizar). Los datos de presencia de fauna protegida deberán ser tratados con el fin de delimitar sus biotopos; **elementos importantes:** zonas que albergan especies de la Lista Roja u otras vinculantes, hábitats de interés comunitario no prioritarios o zonas húmedas; **elementos a tener en cuenta:** zonas situadas en dominio hidráulico, áreas sensibles a nivel de paisaje (frentes de nieve especialmente), áreas de erosión intensa o zonas de crestas;
- identificar todos los hábitats naturales de la zona de estudio (unidades mínimas de muestreo de 25.000 m²) usando una tipología fitosociológica. El nivel de clasificación de los hábitats naturales utilizado será al menos el de la alianza (véase referente de tipologías de hábitats y vegetación de Francia). Si un hábitat natural tiene un funcionamiento complejo particular (una turbera, una zona húmeda...), su delimitación será definida de forma precisa;
- inventariar los hábitats naturales sensibles, especialmente aquellos que albergan especies faunísticas protegidas, raras o amenazadas (zonas húmedas, hábitats naturales de interés comunitario, entre los cuales los hábitats naturales prioritarios, etc.);
- inventariar y localizar las poblaciones florísticas protegidas, raras y amenazadas (a nivel europeo, nacional y regional) sobre el conjunto de la zona de estudio;
- estimar el número de individuos con algún estatus por clases (de 0 a 25, de 25 a 100, de 100 a 1000 o más de 1000 individuos), con el fin de facilitar la clasificación según el rango de abundancia de las plantas;
- realizar, durante el periodo estival, 3 levantamientos fitosociológicos por tipo de hábitat. Para identificar el conjunto de las especies presentes en un hábitat natural es conveniente realizar hasta 3 muestreos sobre el mismo espacio, en

diferentes periodos (final de primavera, verano, y principio de otoño, eventualmente);

- inventariar el conjunto de las escorrentías, flujos preferentes y arroyos con líneas continuas para los cauces de aguas permanentes y discontinuas para los cursos de aguas esporádicas;
- inventariar las áreas de importancia por sus pastos (zonas de paso y abrevaderos de ganado, accesos a los parques, zonas de descanso, zonas de sombra, pastos de verano...).

Integración y tratamiento de los datos con un Sistema de Información Geográfica:

- desarrollar un Sistema de Información Geográfica de las áreas donde se van a realizar obras;
- integrar los datos recogidos con técnicas de inventariado según la metodología establecida;

- organizar los datos relativos a los elementos pastorales por orden de importancia;
- organizar, por orden de importancia, los datos relativos a los parámetros de clasificación empleados para determinar el nivel de los elementos ambientales puestos en juego;
- superponer las capas de diferente importancia;
- delimitar las zonas con elementos ambientales relevantes;
- establecer la lista de criterios cualitativos y cuantitativos que han permitido definir dichas zonas.

Fuentes: Bernard-Brunet & Bornard (2004), Bissardon *et al.* (1997), Clair *et al.* (2017), Corriol (2017), Devillers *et al.* (1991), CBNPMP *et al.* (2011), Jouglet (1999), Jouglet *et al.* (1999), Lambertin (2016), UICN France *et al.* (2018).



Fig. 11 – Pastos de verano de ganado bovino, cerca del Pico Anie

El pastoreo permite el mantenimiento de las zonas abiertas y de su biodiversidad. Conviene estudiar adecuadamente las intervenciones sobre estos espacios para no romper su equilibrio.

Adaptar las respuestas técnicas a los retos de la conservación y a las limitaciones del terreno.

Generalmente, las intervenciones propuestas por las empresas de revegetación no están diseñadas específicamente para cada área a rehabilitar. Estas actuaciones se suelen basar en las recomendaciones hechas en áreas que no son de montaña, para crear praderas o céspedes; y no responden totalmente a las exigencias de los ambientes de montaña. Es fundamental tener en cuenta las limitaciones del terreno: es necesario para la conservación de la flora local y determinante para el éxito técnico de la revegetación.

INTERÉS

El objetivo de este ejercicio es caracterizar las propiedades del suelo, las comunidades vegetales, las condiciones climáticas y los riesgos de erosión del área a restituir. Este diagnóstico agro-ambiental permitirá elegir las técnicas y los productos de revegetación mejor adaptados al lugar.

CONDICIONES ÓPTIMAS

Las áreas a sembrar de las cuales no se han estudiado sus condiciones ecológicas, precisan de un diagnóstico. Éste será más fácil cuando los hábitats naturales afectados por las obras sean poco diversos. Este trabajo requiere la implicación de una entidad/empresa competente.

Equipos e información necesaria

- material para la recogida de muestras y análisis del suelo;
- flora y/o resultados de inventarios botánicos del medio afectado;
- estudios ambientales, agrícolas o turísticos ya realizados en el espacio estudiado (geomorfología, pedología, vegetación, fauna, gestión de pastos, actividades turísticas...)

APLICACIÓN

- contratar a una empresa con competencias para este tipo de estudios;
- recopilar la información relativa a las características del suelo, la geomorfología, la flora, la fauna, las prácticas pastorales o turísticas;
- analizar las condiciones ecológicas del medio: pendiente, pH, relación C/N, orientación, altitud, tipo de suelo (granulometría, composición, pH, espesor de la tierra vegetal), naturaleza de la roca madre/material no meteorizado, flora y hábitats naturales presentes en el entorno de la zona intervenida;
- determinar y cartografiar las comunidades vegetales o los hábitats naturales y/o las zonas cuyas características requieren adaptar las técnicas de revegetación;
- cartografiar las zonas agro-ecológicas del área alterada;
- prever una gestión de la obra compatible con una reconstrucción de los suelos y de la vegetación según las condiciones ecológicas locales.

Fuentes: Cuadernos de los hábitats de las áreas afectadas, Clair *et al.* [2017], Devillers *et al.* [1991].



Fig. 12 – Zonas húmedas de piso subalpino

El interés ecológico de las zonas húmedas es muy singular. Se aconseja por ello no alterar su funcionamiento hidrológico.

Evitar degradar la vegetación existente y que el suelo quede desnudo.

El paso de maquinaria de obra o vehículos sobre suelos sensibles puede alterar fuertemente los pastos de montaña. En ciertas condiciones de humedad o sobre ciertos tipos de suelos, el paso de un solo vehículo puede conllevar a que el suelo de las áreas impactadas quede desnudo. Los procesos erosivos podrán por tanto intensificarse y resultar irreversibles si no se lleva a cabo una acción reparadora.

INTERÉS

Planificar las vías de circulación permite preservar las áreas del entorno de las obras y limitar la compactación de los suelos en la obra. El movimiento de máquinas será optimizado, lo cual tampoco es neutro desde un punto de vista económico.

CONDICIONES ÓPTIMAS

Disponer de planos que ubiquen los elementos ambientales (áreas naturales, fauna y flora, riesgos de erosión, inestabilidad de los suelos), que muestren el relieve, señalen las áreas inaccesibles y/o peligrosos, y que ubiquen las revegetaciones recientes o previstas, facilitará la identificación de las áreas para los desplazamientos.

APLICACIÓN

- sobre un perímetro que incluya las obras, cartografiar las áreas naturales (los hábitats, la flora protegida, rara, amenazada, etc.) y las zonas sensibles a la erosión (observar la forma y la superficie de las cuencas, las pendientes, las cubiertas vegetales y los pasos habituales del agua); y localizar específicamente todas las áreas donde se hayan realizado obras de restauración de forma reciente y/o revegetaciones, en las cuales el paso de maquinaria pudiera generar una fácil degradación;

- evaluar todas las alternativas para la reducción de distancias a recorrer y/o del número de vías de circulación fuera de la obra;
- elaborar un plan detallado de las áreas de circulación y accesos a la obra, y presentarlo a la dirección de obra;
- definir una zona para circular de unos 2,50 m de ancho;
- durante toda la obra, además del plan de circulación, se debe materializar y proteger las áreas más sensibles con la ayuda de piquetas y rollos de cinta (poblaciones de plantas protegidas, zonas húmedas...);
- programar una visita conjunta con el director de obra y la empresa que realiza las obras para comprobar el cumplimiento del plan de circulación;
- obtener, en caso de degradación de las zonas incluidas en el plan de obra, una garantía de restauración y reconstrucción de la cubierta vegetal según las condiciones definidas por la dirección de obra;
- incluir todas o parte de las áreas de circulación definidas para la obra en el plan definitivo de final de obra.

Fuentes: Bellini (2015).

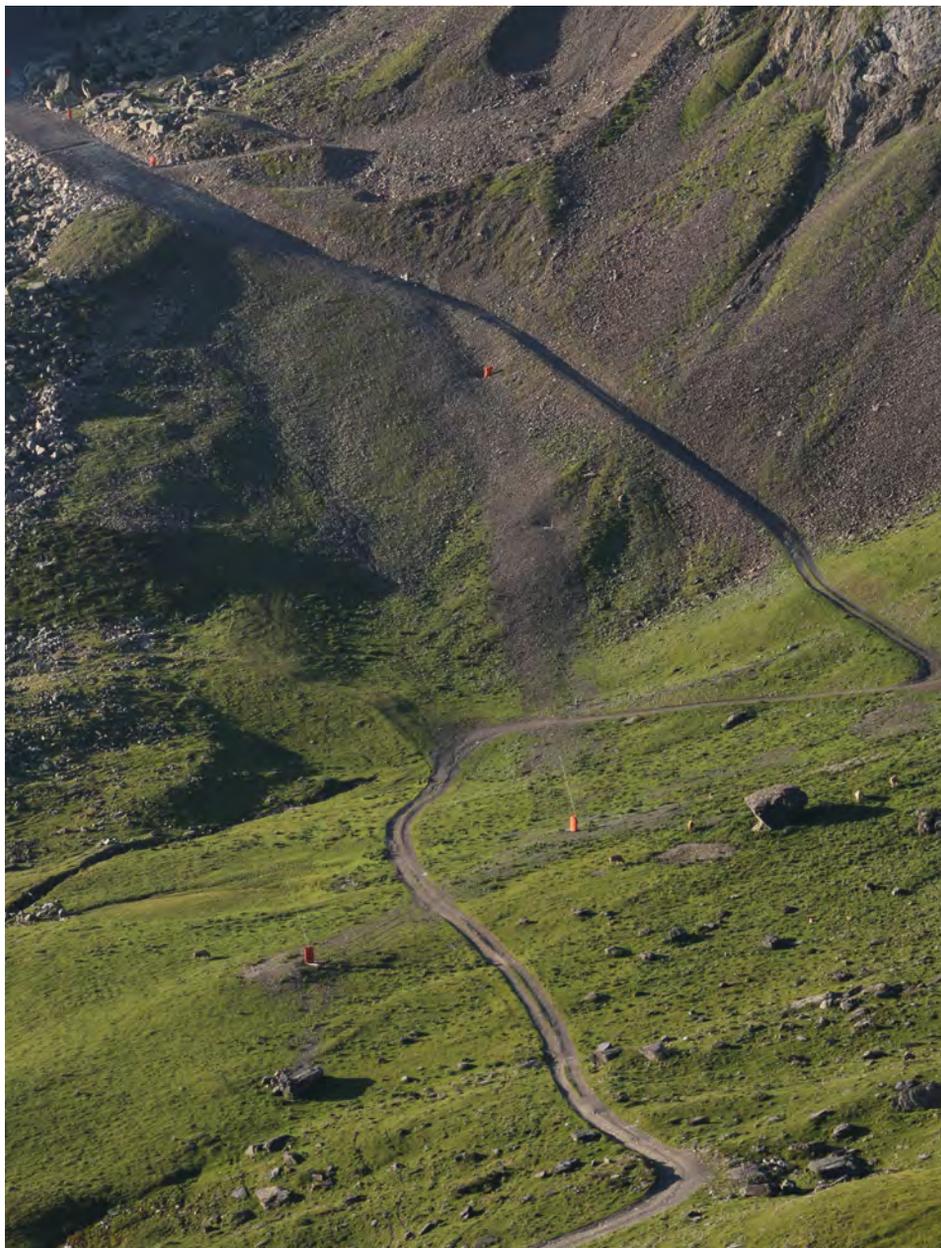


Fig. 13 – Pista transitable en la estación de esquí de Grand Tourmalet

Las vías de circulación deben ocupar el menor espacio posible para lograr una buena integración paisajística.

Devolver los sustratos rocosos y la tierra vegetal para favorecer la revegetación.

El funcionamiento geoquímico y biológico del suelo es complejo. Es el resultado de un largo proceso de evolución que ha dado lugar a numerosas interacciones entre factores físicos, químicos y biológicos. Por ello, tras los movimientos de tierra, es imposible reconstruir un suelo igual al original. No obstante, su estructura original debe ser mantenida para permitir el funcionamiento del ecosistema del suelo y que éste pueda sostener plantas. Por tanto, es necesario decapar y acopiar las diferentes capas del suelo (u horizontes) por separado, para posteriormente extenderlas sucesivamente tal y como estaban antes de las obras. Este requerimiento puede establecerse en el pliego de condiciones técnicas particulares (CTP) y en los documentos de consulta de las empresas.

El suelo es la capa más externa de la corteza terrestre, resultando de la interacción entre la roca, el aire, el agua y los organismos vivos. Es el resultado de la transformación de la capa superficial de la roca madre, degradada y enriquecida por los aportes orgánicos por los procesos vivos y pedológicos. La parte superficial del suelo, especialmente rica en materia orgánica, se denomina humus. Los suelos tienen una gran importancia en el desarrollo de los ciclos biogeoquímicos, en el funcionamiento y en los servicios ecosistémicos.

Garantizan, especialmente, las siguientes funciones:

- infiltración, retención y depuración del agua;
- intercambio de gases con la atmósfera;
- reciclaje eficaz de la materia orgánica;
- soporte de la vida de numerosas especies animales y vegetales;
- fijación de carbono (En zonas templadas, los suelos son frecuentemente el compartimento de los ecosistemas que fijan la mayor parte del carbono).

INTERÉS

La reconstrucción de las capas del suelo es necesaria para estabilizar las áreas donde se han realizado movimientos de tierras. Tiene por objeto almacenar una parte importante del carbono orgánico del suelo removido y permitir la infiltración de las aguas de lluvia. Contribuye, así mismo, a reactivar la actividad biológica, así como al mantenimiento de la capacidad del suelo para producir y almacenar los recursos minerales necesarios para las plantas. Cuando los movimientos de tierra operan sobre los sustratos rocosos, los bloques macizos pueden

aparecer en superficie. Su triturado, o el aporte de gravas menos gruesas, permite crear un horizonte mineral más homogéneo sobre el cual las capas de tierra mineral y vegetal podrán ser extendidas. Esta técnica da estabilidad al suelo superficial y facilita el drenaje. Asimismo, también favorece la alteración natural del sustrato rocoso en elementos minerales empleados por las plantas.

CONDICIONES ÓPTIMAS

Los trabajos deben estar ubicados y planificados específicamente para reconstruir suelos en condi-

ciones secas. Es conveniente también evaluar la profundidad de los horizontes del suelo impactado, estimar los volúmenes de cada sustrato a desplazar, almacenar y extender. Es más fácil restaurar suelos profundos, ligeros y secos. Las áreas con poca pendiente y sin grandes irregularidades topográficas se prestan también a una restauración de suelos más sencilla.

Equipos necesarios

- una pala mecánica para arrancar y reponer los sustratos;
- eventualmente, un bulldócer para mover la tierra;
- eventualmente, una trituradora para picar los bloques rocosos;
- eventualmente, un camión con volquete para transportar los sustratos.

APLICACIÓN

La reconstrucción de suelos funcionales requiere una buena planificación del desarrollo de las obras sobre cartografía. También requiere una gran experiencia en el manejo de maquinaria para manipular los sustratos y los vegetales de forma cuidadosa. Se lleva a cabo en varias etapas:

Estudiar las características del medio y organizar los trabajos

- evaluar los riesgos y cartografiar las áreas sensibles a la erosión;
- identificar las zonas con elementos ambientales destacables (ficha 1);
- identificar los pasos para el movimiento de maquinaria, las áreas de triturado y el acopio de sustratos movidos (ficha 3);

- caracterizar los suelos (diferentes horizontes, materia orgánica, textura, humedad...);
- definir las técnicas adecuadas de reconstrucción de suelos;
- diseñar un modelo de horizontes flexible, integrándolos en el entorno y evitando las formas geométricas;
- determinar el espesor de las capas de suelo a reponer (tierra vegetal, mineral, sustrato rocoso) y estimar los volúmenes.

Decapar y acopiar la tierra vegetal

- definir detalladamente las técnicas de arranque y acopio de la tierra vegetal (por el director de obra o la empresa, con la extracción de muestras de suelo);
- extraer los cepellones o tepes vegetales para su empleo directo o almacenamiento para su posterior uso al final de la obra (véase ficha 7);
- evaluar el espesor y la cantidad de tierra vegetal a arrancar y acopiar;
- en temporadas secas, arrancar la capa de tierra vegetal lo más gruesa posible, con una pala mecánica;
- elegir adecuadamente las áreas de acopio para limitar su impacto sobre el medio natural, adoptar medidas de conservación de los sedimentos con sistemas anti-erosivos o geotextiles, si necesario, y priorizar las distancias cortas.
- acopiar la tierra vegetal en hileras de una altura inferior a 3 m. si es posible; protegerlas de la compactación o el paso de maquinaria durante todo el tiempo de acopio;
- almacenar a parte las posibles bolsas más profundas de tierra vegetal, aplicando las mismas reglas de acopio.

Horizonte del suelo organomineral

Horizonte mineral

Zona de alteración de la roca

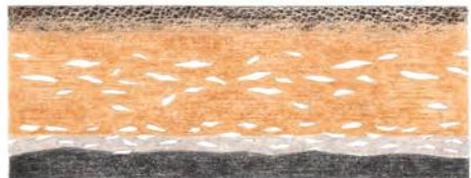
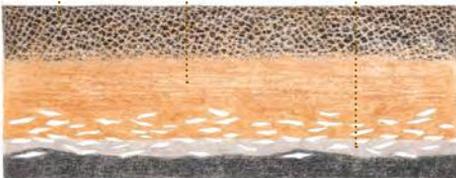


Fig. 14 – Estructura de un suelo previo al movimiento de tierra y tras la reconstrucción
Después de los trabajos, la capa de tierra vegetal extendida en superficie es menos espesa debido a las pérdidas resultantes de los movimientos de tierra.

Decapar la tierra mineral

- estimar el espesor y la cantidad de tierra mineral a arrancar y almacenar;
- arrancar la tierra mineral en función del modelo buscado;
- acopiar la tierra mineral en hileras o en montones.

En su caso, triturar la roca

- triturar los bloques de roca aparentes en superficie empleando una trituradora;
- repartir la roca triturada o las gravas aportadas en capas homogéneas.

Extender la tierra mineral y la tierra vegetal

- extender las capas de tierra mineral para alcanzar el modelo de referencia y para poder depositar una capa de tierra mineral suficientemente gruesa;
- extender, seguidamente, las posibles capas más profundas de tierra vegetal, para crear una interfase entre el suelo mineral y la capa de horizontes con humus;
- finalmente, extender la tierra vegetal superficial y preparar el suelo para la siembra.

Fuentes: Bellini (2015), Berthelin *et al.* (2018), Dinger (1997), Lignier & Rosset (2012), Ministère de l'équipement, des transports et du logement (1999), Nannipieri *et al.* (2003), Perry *et al.* (1989), Salomon (2007), Soussana *et al.* (2019), Valentin (2018).

Controlar las escorrentías profundas y superficiales, a la espera de una cubierta vegetal completa.

En la montaña, los suelos están sometidos a intensos procesos de erosión debido al relieve y a la corta duración del periodo vegetativo (clima, suelos pobres). Los movimientos de tierra inducen a una desagregación de los elementos que los constituyen. La tierra a la intemperie, más inestable, es muy sensible a la erosión hídrica. Pueden formarse regueros profundos. La materia orgánica del suelo se empobrece. Para evitar el fracaso de la revegetación es necesario, por tanto, limitar los procesos erosivos, acondicionando los sustratos removidos y las áreas situadas aguas arriba, mientras la cubierta vegetal no esté reconstituida y sea plenamente efectiva.

INTERÉS

La realización de un diagnóstico de los riesgos de erosión puede permitir dimensionar correctamente los trabajos. Asimismo, la aplicación de sistemas anti-erosivos permite reducir las fuerzas erosivas locales disipando las escorrentías profundas y superficiales. El diagnóstico es, así mismo, importante para evitar la aplicación de medidas anti-erosivas convencionales más duras, en ciertos contextos. En función de cada caso, la implantación de tepes en curvas de nivel o de siembras hechas en periodos favorables, pueden ser tanto más eficaces contra la erosión.

CONDICIONES ÓPTIMAS

Estos acondicionamientos son necesarios sobre los taludes altos y de elevada pendiente cuya estabilidad se ve amenazada por concentración de escorrentías o de resurgencias de agua de escorrentía superficiales. Lo son también sobre pendientes menos pronunciadas cuando las obras interceptan y generan trazados preferentes de aguas de lluvia. Pueden ser necesarios también sobre suelos con una ligera pendiente y demasiado pobres para permitir la colonización rápida de la vegetación tras una

primera siembra. De manera complementaria, el empleo de técnicas de ingeniería ecológica suele ser necesario para estabilizar suelos o zonas intervenidas a largo plazo.

Equipos necesarios

- pala mecánica para realizar las cunetas o canales, transportar y disponer los materiales de los sistemas anti-erosivos.

APLICACIÓN

Identificar los riesgos de erosión y las técnicas anti-erosivas

- observar la forma y la superficie de las cuencas vertientes, las pendientes, las cubiertas vegetales y los caminos habituales del agua;
- caracterizar los flujos del agua, las diferentes formas de erosión y los riesgos que conllevan;
- determinar y ubicar las técnicas anti-erosivas adaptadas a la zona;

Crear zonas de infiltración y de reparto de los flujos de agua

- realizar fajas revegetadas sobre las áreas de concentración de escorrentías, regueros o cunetas;
- instalar gaviones, cordones de piedra al tresbolillo

Erosión del suelo (procesos, consecuencias, círculos viciosos de degradación del medio).

Definición: la erosión del suelo es un proceso natural que puede verse acentuado por la actividad humana. Conlleva desplazamientos y pérdidas de elementos finos. En montaña, representa el riesgo principal de degradación del medio. Se trata de un fenómeno presente de forma natural en la alta montaña, y las obras como infraestructuras viarias, turísticas o hidráulicas, lo acentúan fuertemente. Cuando la degradación de la cubierta vegetal o del suelo rebasan un cierto límite, el ecosistema no puede autorepararse en un plazo razonable. Se establece entonces un círculo vicioso que impide la restauración natural del suelo.

En montaña, existen varias formas:

- **erosión hídrica por efecto splash:** las gotas de lluvia desagregan las tierras finas en la superficie del suelo. Compactan también la estructura del suelo y los hacen menos permeables.
- **erosión hídrica lineal:** las aguas de escorrentía se concentran en regueros que profundizan progresivamente.
- **erosión regresiva:** la alternancia del hielo y deshielo del suelo o de las rocas sobre terrenos en pendiente conlleva el desacomplamiento. Las partes que se sueltan caen por gravedad.

- **erosión por deslizamiento del terreno:** menos frecuente, este tipo de erosión es provocada por variaciones de las condiciones físicas o biológicas de los componentes geológicos y pedológicos, generando su caída en placas.
- **erosión eólica:** dicha erosión está provocada por el aire. Este puede arrastrar elementos finos ubicados en la superficie del suelo.
- **erosión por arados (antrópica):** dicho tipo de erosión seca es debida al trabajo mecánico del suelo que genera desplazamientos de suelo por gravedad.
- **erosión antrópica:** erosión provocada y/o incrementada por la actividad y obras del ser humano.

Este proceso puede conllevar grandes pérdidas de tierras, debilitando infraestructuras o generando colmataciones o aterramientos de cursos de agua. Sobre un suelo de montaña de una densidad aparente de 1 g/cm³, el decapado de una capa de suelo de un centímetro, conlleva una pérdida de tierra de 10 ton/ha. La erosión del suelo afecta también al funcionamiento del ciclo del agua. Por último, contribuye igualmente, al desplazamiento y dispersión de ciertas especies vegetales.

y/o aliviaderos con una salida en V para frenar los flujos de agua, favoreciendo su infiltración en las áreas expuestas a importantes procesos erosivos. Lechos drenantes, piquetas y troncos en fajas pueden ser también utilizados para estabilizar taludes;

- sembrar semillas e instalar leñosas de procedencia local si es posible sobre los entornos de las obras para estabilizar los suelos. La instalación de mantas de yute tras la siembra suele ser una técnica adecuada para evitar su arranque por la escorrentía.

Crear salidas de aguas o cunetas de redireccionamiento de las escorrentías

- definir la separación entre cunetas en función de los condicionantes hídricos, la pendiente, la anchura, la superficie y la granulometría del área;
- excavar cunetas perpendiculares a la pista, de forma que su pendiente sea en torno al 4%. Por encima de ello, las cunetas sufrirán procesos de erosión, llevándose los materiales constructivos.

Cuanto más finos sean los materiales del suelo, más próximas entre sí tendrán que estar las cunetas;

- si es necesario, instalar colectores y aliviaderos aguas abajo de las cunetas con el fin de recoger y repartir las escorrentías. Estos pequeños acondicionamientos pueden ejecutarse disponiendo piedras o cavando cunetas de derivación de aguas.

Mantenimiento de los trabajos

- si las cunetas se ven afectadas por la erosión y la vegetación no permite una infiltración suficiente de las aguas en el suelo, habrá que limpiarlas y perfilarlas nuevamente.

Fuentes: Bellini (2015), De Row *et al.* (2018), Dinger (1997), Gysels *et al.* (2005), Lal (2010), Nannipieri *et al.* (2003), Valentin (2018).



Fig. 15 – Talud y pista de esquí muy degradada por la erosión hídrica

La abundancia y la profundidad de regueros sobre un suelo atestiguan la sensibilidad de algunas áreas frente a la erosión del suelo.



Fig. 16 – Cuneta de derivación de aguas en una pista de esquí

Las incidencias de la escorrentía pueden ser controlada atravesando las pistas de esquí por cunetas con una ligera pendiente.

Reducir la escorrentía, favorecer la germinación y el crecimiento de las plántulas.

En la superficie del suelo, las semillas están sometidas a importantes procesos erosivos incluso cuando se emplean sustancias fijadoras durante la siembra. Los suelos deben estar bien preparados para el asentamiento de las semillas y crear condiciones favorables para su germinación y el establecimiento de las plántulas. Esta etapa es por tanto decisiva para el éxito de la revegetación.

INTERÉS

La preparación del suelo permite obtener, si el suelo contiene complejos arcillo-húmicos, un lecho para la siembra, fino y grumoso. Las irregularidades topográficas creadas favorecen el asentamiento de las semillas. Ofrecen también condiciones de humedad y de aireación del suelo favorables para la germinación de las semillas y al desarrollo de las plántulas. Una reflexión previa acerca de las posibilidades de implantación de una cubierta vegetal sobre los sustratos reconstruidos puede evitar, a veces, acciones adicionales como la preparación del suelo con la creación de surcos perpendiculares a la pendiente para retener las semillas. Sobre sustratos blandos y de poca pendiente, esta práctica no es imprescindible si las siembras se realizan en condiciones favorables. Si los sustratos se encuentran poco expuestos a la escorrentía, se recomienda entonces sembrarlos directamente tras el extendido de la tierra vegetal. Con el fin de obtener un lecho de semillas menos basto, puede ser interesante esperar a que una lluvia compacte ligeramente el suelo antes de la siembra, esperando que ésta no sea muy erosiva. El empleo de mulch y sustancias fijadoras pueden

entonces ser útiles para fijar de forma regular las semillas en el suelo durante el tiempo necesario para la germinación. Se evita de esta manera una compactación del suelo y la implantación linear de las semillas en los surcos. Dado el crecimiento lento de las plántulas en la montaña, el surcado del suelo conlleva una exposición prolongada de la parte más alta de las gradas, expuestas a la intemperie. Sobre sustratos meticulosamente preparados, el paso de un rodillo ligero tras la siembra puede favorecer una germinación casi completa de las plántulas y una rápida estabilización del suelo. Para favorecer la aplicación de modelos de preparación de sustratos adaptados, éstas pueden quedar definidas en los pliegos de cláusulas técnicas particulares (CTP) y en los documentos de consulta de las empresas.

CONDICIONES ÓPTIMAS

La capa de tierra vegetal disponible debe ser suficientemente gruesa. Cuando ésta es escasa, deberá ser extendida, si es posible, de manera que recubra la máxima superficie de sustrato a revegetar. Ello permite la recuperación de las plantas y microorganismos del suelo en toda el área. En

este caso, se podrían emplear abonados orgánicos para mantener con vida a las comunidades microbianas del suelo y favorecer el crecimiento vegetal. Para facilitar un enraizamiento profundo de las plántulas, la capa de tierra vegetal debe ser blanda y no debe contener grandes terrones de tierra. En zonas sometidas a vientos desecantes, debe ser muy ligeramente compactada para evitar la desecación de las raíces.

Equipos necesarios

- pala mecánica o buldócer para extender la tierra vegetal;
- oruga o cazo de la pala mecánica para crear surcos;
- tractor equipado de rastrillo u otro apero para trabajar el suelo en superficie.

APLICACIÓN

- preparar el sustrato a principios de primavera, al final de verano o a principios de otoño, con el fin de realizar la siembra lo antes posible tras las obras, con condiciones climáticas favorables;
- extender la capa superficial de manera homogénea (véase ficha 4);
- airear el suelo superficialmente si, antes de la siembra, éste está compactado;

- si el suelo no es grumoso, crear surcos superficiales perpendiculares a la pendiente para facilitar la fijación de semillas. Estos surcos pueden realizarse con el paso de una oruga ligera en el sentido de la pendiente o con el extremo de un cazo de una pala mecánica sobre taludes;
- aportar, si es posible, un abono orgánico. Este aporte mejorará la capacidad de retención de agua y de nutrientes en suelos limosos, arenosos o pedregosos. En suelos que contienen arcillas, el abonado orgánico favorece la formación de complejos arcillo-húmicos y de agregados. Asimismo, su porosidad se verá también mejorada. En cualquier caso, este aporte favorece la actividad biológica y la reestructuración natural del suelo. Compensará la pérdida de materia orgánica derivada del movimiento de tierra y su erosión consecutiva;
- si es necesario, compactar ligeramente el suelo reconstruido para asegurar su estabilidad.

Fuentes: Chambers (1997), Lignier & Rosset (2012), Isselin & Bédécarrats (2004), Urbanska (1997)



Fig. 17 – Extendido de una capa de tierra vegetal antes de la siembra



Fig. 18 – Surcos creados por el paso de una oruga de una pala mecánica



Fig. 19 – Cubierta vegetal de una parcela 5 años después de su siembra sobre un suelo surcado
La creación de surcos puede limitar la implantación regular de la vegetación sobre las partes más compactadas, las cuales quedan expuestas al encostramiento. Por tanto, se desaconseja esta práctica sobre un suelo grumoso y con poca pendiente.



Fig. 20 – Lagartija pirenaica (*Iberolacerta bonnali*)

La reconstrucción de canchales es importante para esta especie endémica.

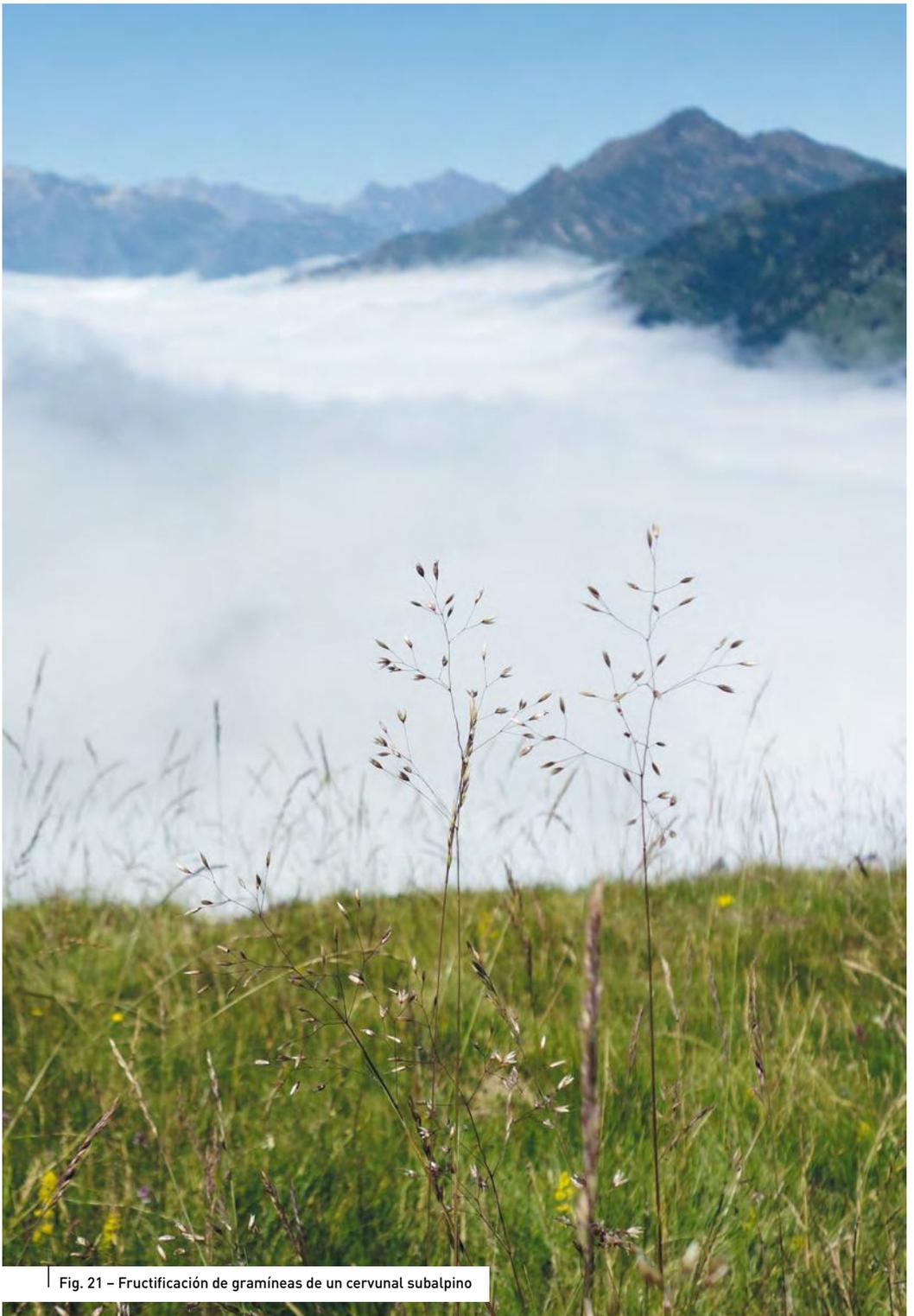


Fig. 21 – Fructificación de gramíneas de un cervunal subalpino

2 | La recolección de plantas y de semillas en el medio natural

Un elevado número de revegetaciones son llevadas a cabo con mezclas de semillas exógenas. La ausencia y/o el precio relativamente alto de mezclas de semillas de procedencia pirenaica en el mercado, son la principal explicación de ello. A veces, además, es difícil o costoso recolectar semillas o propágulos en el medio natural.

Las diferentes técnicas de recolección de simientes sobre praderas y herbazales permiten, sin embargo, recrear asociaciones de especies locales sobre

superficies a revegetar. En Italia, Alemania, Austria, Suiza y varias regiones francesas, se recolectan semillas de gramíneas, de leguminosas y otras dicotiledóneas sobre comunidades vegetales semi-naturales. Desde 2005, se ha aplicado varios métodos de recolección sobre prados y formaciones cespitosas de montaña del Pirineo en el marco de los programas Ecovars y SOS Praderas.

Fuentes: Feucht *et al.* (2012), Scotton *et al.* (2012), Koch *et al.* (2014).

Acelerar la formación de una cubierta vegetal con la incorporación de semillas, plántulas y microorganismos del suelo.

Algunas plantas pueden multiplicarse vegetativamente. Decapando el suelo y almacenando tepes a lo largo de la realización de los movimientos de tierra de un espacio, se puede disponer de un material vegetal muy útil para su revegetación. Conviene para ello planificar las labores para optimizar esta puesta en valor de la vegetación local.

INTERÉS

Esta técnica permite una restauración de la cubierta vegetal muy rápida. Solo puede ser empleada de manera puntual, complementando técnicas de revegetación por siembra. Los tepes trasplantados constituyen micro-ecosistemas ricos en semillas, plántulas, musgos y microorganismos del suelo. Permite acelerar la formación de cubiertas vegetales diversificadas y densas. Favorece la infiltración de las aguas de escorrentía.

CONDICIONES ÓPTIMAS

La recuperación de tepes o motas vegetales para su reutilización (sobre el mismo espacio o sobre otro) debe ser prevista y organizada desde el inicio de las obras. Conviene prestar atención a las gramíneas como la *Festuca eskia*, pero también a las leguminosas como el regaliz de montaña (*Trifolium alpinum*), a los arbustos como la brechina (*Calluna vulgaris*) o el rododendro (*Rhododendron ferrugineum*), presentando estas especies un buen enraizamiento tras el trasplante. Esta técnica se adapta muy bien a las laderas de pendientes moderadas donde es posible trabajar con una pala mecánica. Es especialmente recomendable para las áreas más sensibles a la erosión y/o de interés

paisajístico. Su aplicación requiere de una buena experiencia y destreza del palista. La manera de recortar, extraer y recolocar los tepes debe adaptarse en función del tipo de vegetación, de los accesos y del relieve. Es importante disponer de cazos de las dimensiones adecuadas. Sobre resaltes y taludes, puede ser necesario adaptar el material, pivotando el cazo en sentido inverso, de manera que se puedan extraer los tepes más eficazmente empezando por la parte más baja.

Equipos necesarios

- pala mecánica y cazos de dimensiones adecuadas al espesor de los tepes o motas a extraer, transportar, almacenar y recolocar;
- eventualmente, una excavadora con una pala frontal para extraer los tepes;
- eventualmente, un camión para el transporte;
- azada, pala, horca y carrito para llevar a cabo los trabajos de forma manual.

APLICACIÓN

- identificar un espacio adecuado para el acopio de los tepes, limitando la exposición al viento y al sol (esta operación debe llevarse a cabo antes del periodo seco estival, y si debe realizarse en



Fig. 22 – Depósito de tepes de formación cespitosa de *Festuca eskia*

Con una superficie cercana a 1 m² y suficientemente gruesa, su implantación es prácticamente inmediata.



Fig. 23 – Céspedes de *Festuca eskia* restaurados por transferencia de tepes, al cabo de dos años



Fig. 24 – Formaciones de rododendros reconstituidos por tranferencia de motas, al cabo de dos años

Las motas de vegetación pueden ser elementos preciados en la influencia de una obra. Su correcta recolocación acelera la reconstrucción de la cubierta.

verano, la recolocación de los tepes deberá llevarse a cabo en otoño);

- extraer los tepes conservando las raíces en la mota de tierra (un espesor de suelo de al menos 10 cm.), con la ayuda del cazo de la pala mecánica o con la pala manual. Los tepes o motas deben mantener un diámetro de más de 30 cm para los arbustos. Motas de 20 cm. de diámetro pueden ser suficientes cuando se trata de un conjunto de gramíneas y musgos. El tamaño debe determinarse por tanto en función del tipo de vegetación existente en el área de extracción, de los tipos de crecimiento y de la abundancia de la especie requerida;
- instalar los tepes o motas directamente sobre el área a revegetar, de forma preferente. Fijar

la parte de las raíces, manteniendo las motas de tierra, sobre el sustrato correctamente preparado. Prensar ligeramente las motas a continuación.

- si el almacenamiento es necesario, hacerlo con una duración limitada: 3 semanas en periodos secos (sin precipitaciones), y hasta 4 meses si se realiza un riego regular y asegurado;
- acopiar los tepes o motas en hileras;
- reimplantar los tepes o motas almacenados sobre el área a revegetar. Fijar la parte de las raíces sobre el sustrato correctamente preparado, manteniendo las motas de tierra, y prensar ligeramente.

Fuentes: Aradottir A. (2012), Scotton *et al.* (2012).

Disponer de semillas adaptadas al espacio a revegetar y optimizar su recolección.

La escasez de simientes procedentes del Pirineo disponibles en el mercado incita a algunos promotores de obras al empleo de material vegetal de una procedencia lejana, no adaptado. Sin embargo, la recolección de semillas puede realizarse sobre formaciones cespitosas y prados cercanos a las áreas a revegetar, con la condición de saber elegirlos, así como de adoptar las técnicas adecuadas. El conocimiento de la composición florística de los espacios para la recolección permite identificar los prados o formaciones cespitosas más aptas. Es importante emplear semillas de especies características de los espacios a revegetar, las cuales están adaptadas a las condiciones locales, por lo que su implantación será duradera y no generará desequilibrios en la flora local.

VARIOS FACTORES PUEDEN INFLUIR SOBRE LA ELECCIÓN DE PARCELAS DE RECOLECCIÓN

- las similitudes de las comunidades vegetales y del suelo entre el área fuente de semillas y el espacio a restaurar. Es importante, por tanto, intervenir sobre los mismos pisos bioclimáticos;
- el rendimiento potencial de las especies interesantes a recolectar. En la montaña, hay 3 grandes tipos de vegetación a recolectar para disponer de asociaciones de especies características de los espacios restaurados (ver fichas 8a, 8b, 8c).

Con el fin de obtener mezclas de semillas locales y eficaces a un precio razonable, a veces se recogen comunidades vegetales diferentes de aquellas de los hábitats naturales a reconstruir. Por ejemplo, semillas recolectadas sobre prados de siega de montaña entre 1000 y 1500 m. de altitud pueden ser empleadas para revegetar espacios afectados en herbazales subalpinos. Dicha práctica alternativa a la importación de material vegetal alóctono, permite obtener mayores cantidades de mezclas de semillas. Estas últimas están compuestas, además, de una gran diversidad de especies forrajeras, las cuales recubren más rápidamente el suelo

que las especies de las formaciones cespitosas subalpinas. Limitando la pérdida de suelo fértil, estas siembras facilitan la recolonización natural de las parcelas por las especies y poblaciones de plantas subalpinas.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA RECOLECCIÓN

- antes del comienzo de las obras, inventariar sobre el espacio a revegetar las especies vegetales y caracterizar los hábitats naturales;
- identificar las especies y las comunidades vegetales adaptadas a las condiciones edafo-climáticas del área y los objetivos de la revegetación;
- buscar los espacios de recolección cercanos al espacio a revegetar, accesibles, situados en la zona de recolección-siembra, que contengan las especies y comunidades vegetales determinadas. Estas áreas no deben contener especies exóticas invasoras;
- tomar las medidas de precaución reglamentarias: antes de comenzar una recogida de materia vegetal (esquejes, motas o semillas), conviene asegurarse de que el espacio no está protegido por la normativa (corazón del parque nacional,



Fig. 25 – Pasto de verano rico en espigas de gramíneas favorables para la recolección con cepilladora
 Algunos pastos de verano de poca pendiente y ricos en gramíneas ofrecen las condiciones idóneas para la recolección de semillas de revegetación.

reserva natural, etc.) o solicitar una autorización especial a la autoridad competente. La recolección debe contar, como es lógico, con la autorización del propietario e informarle de la metodología y los objetivos de la operación. Se puede entonces contactar con expertos en botánica o con el Conservatoire botanique national para validar la elección del prado o césped pre-identificado y asegurarse así que la recolección no generará una amenaza para la flora local. Las especies recogidas no deben contener especies protegidas a nivel nacional, regional o autonómico (decretos ministeriales relativos a las especies protegidas del territorio nacional /20 de enero de 1982), en Aquitaine (8 de marzo de 2012), en Midi-Pyrénées (30 de diciembre de 2004) y en Languedoc-Roussillon (29 de octubre de 1997));

- evitar la recolección de especies sin categoría de protección, pero consideradas como raras o amenazadas (inscritas en las listas rojas nacionales o regionales de especies amenazadas);
- evitar la recolección dos años consecutivos en la misma parcela, con el fin de asegurar el aporte regular de semillas al suelo. El empleo del método de transferencia de siegas recién cortadas permite obtener la práctica totalidad de las semillas madu-

ras en un instante t sobre una parcela, mientras que la recolección con la segadora-trilladora y con la cepilladora, no recoge más de un tercio de los recursos en el momento de la recogida. Por otro lado, sobre cubiertas densas de prados y céspedes, únicamente una ínfima parte de las semillas que caen al suelo pueden implantarse de forma duradera, debido a la competencia ejercida por las especies perennes. Dicha precaución tiene como objetivo, por tanto, limitar las perturbaciones sobre los agro-ecosistemas, limitando especialmente la pérdida de recursos importantes para la fauna y el suelo;

- ponerse de acuerdo con los gestores de las parcelas para evaluar el impacto de esta práctica de recolección sobre los recursos forrajeros y proponer una compensación.

Cada uno de los 3 tipos de vegetación propuestos para la recogida tienen intereses y limitaciones particulares. Se presentan a continuación.

Fuentes: Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (2011), Devillers *et al.* (1991), Golinska *et al.* (2012), UICN France *et al.* (2018).

DESCRIPCIÓN

Estas formaciones cespitosas suelen ser cerradas y densas. Constituyen un conjunto de medios muy diversificados, sensiblemente diferentes desde el punto de vista ecológico. Cubren suelos ácidos establecidos sobre rocas silíceas o calcáreas decalcificadas, entre los 1500 y los 2000 m. de altitud. Conforman mosaicos con matorrales abiertos y bosques, y su presencia está íntimamente relacionada con la práctica pastoral. Los cervunales secos sobre esquistos o granitos en el piso subalpino (*Nardion strictae*, 6230-14) y en la franja superior del piso montano, tienen un aspecto homogéneo. Estas formaciones cerradas y densas son relativamente ricas en gramíneas (*Nardus stricta*, *Festuca* de grupo *rubra*, *Agrostis capillaris*, *Avenella flexuosa*...), gramíneas y dicotiledóneas (véase Anexo 1a y 1b). Son adecuadas para la recolección de semillas mediante cepilladora y presentan rendimientos y una diversidad de especies más interesantes que aquellos obtenidos sobre formaciones cespitosas de *Festuca eskia*.

INTERÉS

Los cervunales secos son especialmente aptos para la obtención de mezclas de simientes características

de la vegetación del piso subalpino. Las semillas obtenidas de estas formaciones son recomendables para la restauración de espacios de condiciones más adversas (zonas altas frías, áreas de suelos pobres y desecantes...). El escaso valor de los pastos de este tipo de formaciones vegetales crece con la presencia de *Festuca rubra* y regaliz de montaña (*Trifolium alpinum*).

CONDICIONES ÓPTIMAS

Las semillas deben ser recolectadas, si es posible, cerca de la zona a revegetar, sobre suelos similares. Las amplias áreas de fácil acceso, llanas, diversas en gramíneas y poco pastadas, son los lugares más apropiados. La recolección es más eficaz con tiempo seco, y en el momento de la madurez de las gramíneas predominantes. El porte rastrero de varias dicotiledóneas características de estas formaciones cespitosas, limita la posibilidad de recolección de estas especies.

Fuentes: Cuadernos de hàbitats, Tomo 4. Hàbitats agro-pastoriles



Fig. 26 – Cervunal del piso subalpino

DESCRIPCIÓN

El abandono agrícola en el Pirineo se traduce por la desaparición de un gran número de prados de siega, especialmente en los sectores de difícil acceso. Estas parcelas son usadas frecuentemente para el pastoreo o colonizadas por especies leñosas. Cuando estos espacios se mantienen abiertos por la presencia de ganado, el abandono de las siegas y de los abonados favorece la aparición progresiva de especies cespitosas de menor tamaño. Los prados se componen entonces de un cortejo residual de especies propias de los prados de siega más o menos enriquecidos con especies cespitosas. En función de los usos y de las condiciones ecológicas locales, estos herbazales, compuestos por unas 20 a 40 especies, presentan rasgos variables (véase Anexo 2a y 2b). La altura relativamente homogénea de estas formaciones poco exigentes en nutrientes y su riqueza en gramíneas, permite obtener asociaciones de plantas muy interesantes para la restauración ecológica.

INTERÉS

Estas formaciones son especialmente adecuadas para la recolección de semillas. Por una parte, pueden ser accesibles y llanas. Por otra parte, la mayoría de las gramíneas presentan alturas similares y son buenas productoras de semillas. Estas formaciones son poco densas, fácilmente

recolectables con una cepilladora o una segadora-trilladora. La altura y la forma de las infrutescencias de diversas dicotiledóneas se adaptan bien a una recolección mecanizada. Dado que su función forrajera es menos relevante, los ganaderos no suelen oponerse a la realización de las recolecciones sobre este tipo de parcelas. El desarrollo de esta práctica contribuye a la sensibilización de los agentes del territorio de montaña en relación al interés que tienen estos espacios abiertos para la conservación de los recursos vegetales herbáceos.

CONDICIONES ÓPTIMAS

Estos prados de siega ricos en gramíneas de altura homogénea (*Festuca rubra*, *Cynosurus cristatus*, *Briza media*, *Anthoxanthum odoratum*...) presentan los mejores rendimientos. Cuando estos espacios son colonizados por vegetación leñosa, el mantenimiento de los mismos a través de siegas o desbroces permite mantener las zonas de recolección. En función de los objetivos de la revegetación (cubierta del suelo o reconstrucción de una formación diversificada), la recolección podrá llevarse a cabo en condiciones climáticas secas, en el momento de la madurez de las semillas de gramíneas, o más tardíamente.

Fuentes: Balent G. (1991), Balent & Barrué-Pastor (1986), Cruz *et al.* (2010).



Fig. 27 – Prados pobres de siega

DESCRIPCIÓN

Estos prados destinados a la producción de heno son frecuentemente empleados como zonas de pasto para el ganado. Debido a su diversidad en especies vegetales, los dos tipos de prados de siega presentes en el Pirineo se han considerado como hábitats de interés natural de la Comunidad Europea.

Se trata de:

- prados de siega de montaña de baja altitud (código Red Natura 2000: 6510, código Corine: 38.2). Frecuentemente mesófilos, estos prados se desarrollan sobre suelos poco o moderadamente fertilizados, perteneciendo a las alianzas *Arrhenatherion* y *Brachypodio-Centureion*;
- prados de siega de montaña (código Red Natura 2000: 6520, código Corine: 38.31). Estos prados mesófilos ricos en especies de los pisos montano y subalpino, suelen estar dominados por *Trisetum aureum*. Estas altas formaciones vegetales (70 cm.) son densas y ricas en especies. Hay diversas gramíneas, las cuales están acompañadas de numerosas dicotiledóneas (compuestas, umbelíferas, ranunculáceas, campanuláceas, escrofularias...) que tienen de colores estos prados en verano (véase Anexos 3a y 3b).

INTERÉS

Estos hábitats naturales albergan una gran variedad de especies vegetales, favorable para una gran diversidad de insectos (himenópteros y otros insectos polinizadores, ortópteros, coleópteros y arácnidos) y aves. La agricultura de montaña depende también de ello, dado que estos prados producen recursos forrajeros y melíferos. La integración de estos hábitats en zonas de formaciones cespitosas naturales y de áreas forestales o rocosas les confiere un interés paisajístico a tener en cuenta. Las mezclas de semillas obtenidas de estas zonas son por tanto muy interesantes por varias razones para la reconstrucción de cubiertas herbáceas de montaña. Son convenientes para dar estabilidad al suelo dado que contienen grandes gramíneas de crecimiento rápido. Ricos en especies forrajeras, permiten así mismo recrear áreas de fácil mantenimiento a través del pastoreo o la siega. Por otra parte, la realización de recolecciones de semillas sobre estos prados permite sensibilizar al mundo agrícola acerca de la importancia de estas formaciones como reservorios de biodiversidad vegetal, como una potencial fuente de ingresos complementaria.



Fig. 28 – Prado de siega mesófilo fertilizado

CONDICIONES ÓPTIMAS

Las formaciones de prados de siega de montaña deben ser ricas en especies, produciendo inflorescencias de una altura intermedia. Las grandes gramíneas como *Dactylis glomerata* o *Holcus lanatus*, limitan el desarrollo de otras especies y dificultan la recolección debido a su altura y a la densidad de su follaje. Sobre este tipo de formaciones se aconseja recurrir a la transferencia directa de la

siega o heno recién cortado. Si no, se recomienda elevar suficientemente la barra de corte de la segadora-trilladora o el cepillo de la cepilladora para recolectar únicamente la parte superior de la formación vegetal. A pesar que la diversidad de semillas sea menor, este ajuste evita que los tallos y las hojas bloqueen la maquinaria.

Fuentes: Corriol *et al.* (2010), Cruz *et al.* (2010), Gruber (1986).

Introducir asociaciones de plantas recién recolectadas y crear un mulch que ayude a la germinación.

Recurrir a las siegas de los prados presentes en el entorno de la zona a revegetar es una técnica de siembra muy agroecológica, dado el aporte complementario del acolchado o mulch. Esta técnica es especialmente adecuada para superficies afectadas por obras o degradadas, con una baja pendiente y situadas cerca de prados de siega. Para evitar la putrefacción de las semillas por fermentación del heno o por la caída de las mismas durante el transporte, el transporte y el extendido deben ser llevados a cabo inmediatamente tras la siega.

INTERÉS

Esta técnica, a ejecutar en uno o dos días, es ideal para recrear praderas y céspedes naturales bio-diversos. Permite transferir entre el 60 y el 95% de las semillas de los prados cosechados. El heno recién cortado contiene entre 0,5 y 2% de semillas, estando el resto constituido por tallos y hojas.

Las tasas de germinación observadas en el laboratorio para mezclas de semillas procedentes de heno recién cortado son variables y, para un periodo de un mes, varía de 35 a 75 %. En la naturaleza, las condiciones relativas a la latencia de las especies son más favorables conforme pasa el tiempo. La hierba extendida sobre el suelo a revegetar lo protege frente a la erosión y a las altas temperaturas. Asimismo, favorece la germinación de las semillas que contiene y el crecimiento de las plántulas. La dosis de siembra puede así reducirse hasta la mitad, en comparación con las siembras realizadas sin aporte de mulch. Esta técnica permite transferir, sobre el sustrato a revegetar, materia orgánica y microorganismos que favorecen los ciclos bio-geoquímicos. Es la técnica más adecuada para la restauración de cubiertas vegetales funcionales sobre suelos arenosos, pobres o ligeramente compactados y/o expuestos a la desecación.

CONDICIONES ÓPTIMAS

La transferencia de siegas recién cortadas es interesante cuando las áreas de recolección y las áreas de uso están cerca la una de la otra, tienen poca pendiente, se ubican sobre un terreno poco accidentado, y son accesibles para la maquinaria agrícola. Esta técnica puede ser aplicada fácilmente con el apoyo de los ganaderos de la zona que dispongan de herramienta y de los conocimientos necesarios. Emplear pequeñas pacas de heno ayudará al transporte manual. Las balas redondas de tamaño medio tienen la ventaja de poder ser fácilmente desenrolladas para la siembra.

Los prados y formaciones cespitosas de siega ricas en infrutescencias de gramíneas y dicotiledóneas (de 200 a 600/m²) generan mejores rendimientos. Deberán haber sido poco pastados durante los tres meses anteriores a la siega. El suelo del área a revegetar será descompactado, si posible, antes de la siembra, con el objetivo de favorecer la fijación biológica de la siega y el crecimiento de las plántulas.

Equipos necesarios

- rastrillo, pala mecánica o tractor equipado con un rastrillo para preparar el área a revegetar;



Fig. 29 – Recogida de heno con la horca por los empleados de una asociación para la inserción laboral
El producto de la siega es a la vez un reservorio de semillas y un mulch beneficioso.

- hoz, motosegadora o tractor equipado con segadora;
- horca o rastrilladora para recoger el heno;
- empacadora de pacas cuadradas o redondas para recoger las hileras de heno cortado;
- tractor equipado con un cargador de paja y un remolque para el transporte;
- esparcidora de estiércol y paja, u horca para el extendido;
- en los lugares ventosos, emplear trozos de madera, rocas o motas de tierra para estabilizar la capa de heno. Una lluvia o un riego sobre la capa de heno puede ser suficiente.

APLICACIÓN

- determinar la superficie del área de recolección en función de las especies requeridas, los rendimientos estimados y las necesidades de semiente. La ratio entre el área de recolección y el área de revegetación depende de la proporción de semillas que contiene la biomasa vegetal recogida. Puede ser de 0,5 a 0,9 para pastos densos y ricos en semillas, y cercano a 1,2 para pastos poco densos en infrutescencias (véase Tabla 1);
- cuando los prados y los céspedes aptos para su recolección son pastados, valorar la posibilidad de limitar la presión ganadera poniéndose de acuerdo con los ganaderos (cambio de recorridos de animales o cercado temporal de parcelas);
- en el marco del diálogo con los ganaderos,

proponer una indemnización que tenga en cuenta las pérdidas forrajeras ocasionadas para los usuarios de los prados y formaciones cespitosas afectadas;

- si el suelo del área a revegetar está compactado superficialmente, comenzar por descompactarlo con el rastrillo manual o con el tractor, a una profundidad de 5 o 10 cm. El objetivo es obtener un lecho de siembra más fino y grumoso;
- segar 4 o 5 días antes de que las semillas de las principales gramíneas de la cubierta vegetal estén maduras y realizar, a continuación, hileras con el heno;
- cargar el heno directamente, suelto, en el remolque (sin dejar que se seque) o compactarlo con una empacadora de pacas cuadradas o redondas.
- lo antes posible tras la cosecha, esparcir el heno con un espesor de 3 a 8 cm sobre la superficie a revegetar. Para obtener rápidamente una cubierta vegetal densa, el volumen de siega extendida debe permitir una siembra superior o igual a 2 gr/m².

Fuentes: Huc *et al.* (2018), Kirmer *et al.* (2012), Krautzer *et al.* (2006), Krautzer *et al.* (2012), Mezard (2017), Scotton *et al.* (2009), Scotton *et al.* (2012).



Fig. 30 – Aspecto de la mezcla de heno tras su extendido y secado

Durante el secado, una gran diversidad de semillas finaliza su maduración y caen al suelo.

Tipo de vegetación	Rendimientos ambientales			Rendimientos técnicos							
	Nº de especies inventariadas	Nº de especies recolectadas	% de especies recolectadas	Proporción de semillas recolectadas sobre el peso total de las semillas maduras de la parcela [%]	% de semillas puras en la mezcla de heno recogido	N.º de observaciones de rendimientos realizadas	Rendimiento de semillas puras (kg/ha)	% germinación de semillas	Rendimiento de semillas puras y listas para la germinación (kg/ha)	Superficie a recolectar, para sembrar 1 ha con una dosis de 40 kg/ha [ha]	Tiempo de recogida para obtener 1 kg de simiente [h]
Formaciones de <i>Nardus</i> (1700 a 2200 m de altitud)	21	11	52	90-95	0,52	2	63	35	22	0,6	1,5 à 4,5
	à 34	à 23	à 68		à 0,62		à 65	à 43	à 28	à 0,7	
Prados de siega de montaña (1300 a 1700 m de altitud)	28	25	78	90-95	0,76	4	91	65	59	0,4	0,3 à 4,5
	à 36	à 28	à 89		à 1,89		à 101	à 75	à 76	à 0,9	
Prados de siega fertilizados (1300 a 1700 m de altitud)	31	27	54	90-95	0,57	2	133	52	76	0,2	0,9 à 3,3
	à 50	à 33	à 66		à 0,92		à 170	à 73	à 156	à 0,6	

Tab. 1 – Performances techniques et environnementales des récoltes par fauche de foin vert

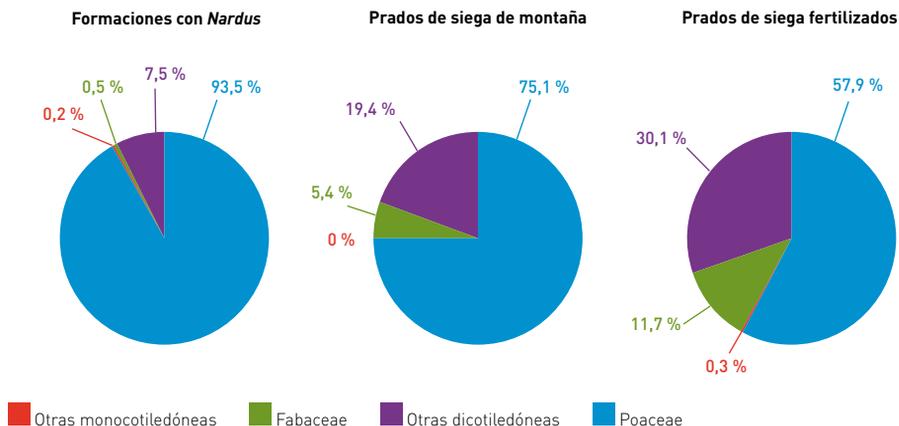


Fig. 31 – Proporción de diferentes grupos de plantas en las mezclas de semillas obtenidas por transferencia de siegas recién cortadas (Hautes-Pyrénées)

Análisis realizados sobre 2 muestras de 1 gr. de mezclas de semillas obtenidas sobre cada uno de los 3 tipos de formaciones vegetales. Las proporciones de las principales especies recolectadas se presentan en el Anexo 4.



Fig. 32 – Desarrollo de las plántulas tras la transferencia de la siega recién cortada sobre la cubierta de un prado de siega de montaña
Tres meses tras su extendido, el mulch creado por el heno permite la aparición de las primeras plántulas.

Recogida de diferentes asociaciones de especies sobre terrenos diversos.

La cepilladora es una máquina de tres ruedas, relativamente ligera y flexible, que se arrastra con un quad, un vehículo todoterreno o un tractor. Está equipada con un eje sobre el cual gira en sentido contrario un cepillo cilíndrico de 1,2 m de largo (o más). El cepillo está compuesto por varias bandas de cerdas de plástico de 20 a 30 cm de largo, finas y duras, y muy próximas entre sí. Según los modelos, la altura del cepillo puede ajustarse a la de la vegetación. Las semillas maduras de las espigas y de las inflorescencias son arrancadas durante la rotación del cepillo y expulsadas hacia un cajón trasero de la máquina. Esta técnica, adaptada a terrenos con ligeras pendiente y/o irregulares, se emplea sobre diferentes formaciones herbáceas del Pirineo desde 2009 (véase mapa a continuación).

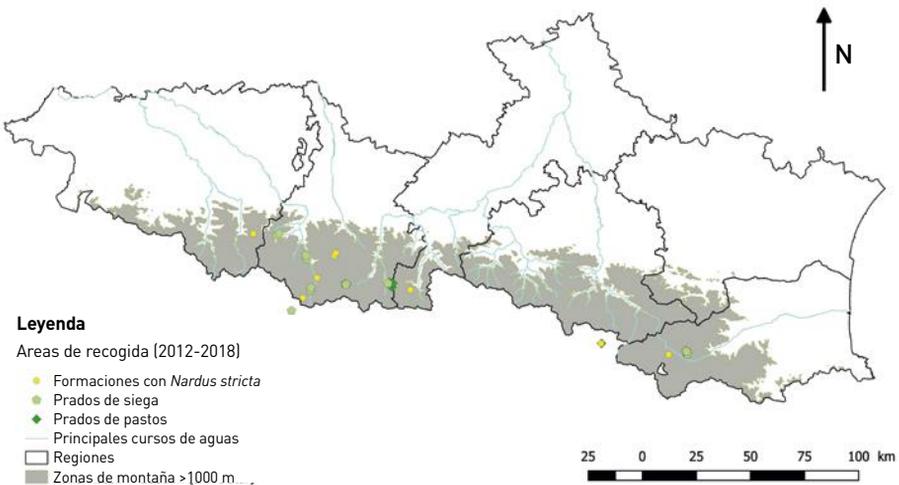


Fig. 33 – Ubicación de las áreas de recogida de semillas mediante el empleo de cepilladora

INTERÉS

Esta técnica permite recoger las mezclas de semillas maduras de especies de prados y formaciones cespitosas naturales: entre 20 y 75% de las semillas de una parcela, principalmente las gramíneas. Permite por tanto recrear comunidades de plantas muy próximas a las de las parcelas recolectadas. La cepilladora es especialmente adecuada para áreas de montaña: funciona sobre terrenos inclinados (hasta 20%) y con irregularidades topográficas. Recolectando únicamente las semillas y algunos restos vegetales, esta técnica no reduce mucho la disponibilidad de pasto. No obstante, las ruedas de las máquinas aplastan entre el 15 y el 30% de las hierbas, dificultando por tanto su recolección. La simiente recolectada puede ser utilizada directamente, o bien tamizada, secada y almacenada. En condiciones favorables, las semillas podrán ser almacenadas de este modo durante más de 2 años. Pasado este tiempo, su capacidad de germinación disminuirá. Si se realiza un trillado, la siembra podrá realizarse por hidrosiembra o con una sembradora agrícola. Si no, la siembra deberá realizarse manualmente.

La compra de una cepilladora supone una inversión del orden de 9.000€ (valor en 2018). Es posible también encargar la construcción de este tipo de material con adaptaciones en función de los objetivos y contextos en los que se prevea la recolección.

CONDICIONES ÓPTIMAS

La zona de recolección debe ser accesible y con una pendiente baja. Los prados y formaciones cespitosas naturales seleccionadas deben contener abundantes espigas de gramíneas. Los rendimientos en semillas obtenidas son mejores cuando tienen lugar en áreas poco o nada pastoreadas el año de la recogida. Las parcelas deben estar bien recubiertas de gramíneas cuyas espigas midan entre 30 y 60 cm. por encima del suelo. Cuanto más irregular sea la altura de las infrutescencias, menor será el rendimiento debido a que serán recogidas, únicamente, aquellas que lleguen al eje del cepillo o lo sobrepasen ligeramente. En el Pirineo, los mejores rendimientos se han obtenido sobre antiguos prados de siega situados a 1700 m. de altitud (49 kg/ha de simiente pura).

Equipos necesarios

- cepilladora para recolectar las semillas;
- quad, vehículo todoterreno o pequeño tractor para arrastrar la cepilladora;
- material para secado, selección y almacenamiento de la simiente.

APLICACIÓN

- estimar la superficie de la zona de recolección en función de las especies requeridas, los rendimientos estimados y las necesidades de simiente (tener en cuenta los diferentes rendimientos según el tipo de vegetación). La ratio entre la zona a recolectar y el área a revegetar depende de la riqueza de semillas fácilmente «cepilladas» en los prados y formaciones cespitosas recolectadas. Puede estar entre 1,6 y 2,4 para prados de siega ricos en gramíneas, y entre 3,1 y 6 para céspedes con poca densidad de espigas;
- cuando los prados y formaciones cespitosas aptas para su recolección son pastoreadas, hay que estudiar la posibilidad de limitar la presión ganadera negociando con los ganaderos (cambio de recorridos de los animales o vallado temporal de las parcelas);
- en el marco del entendimiento con los ganaderos, proponer una indemnización que contemple la pérdida forrajera ocasionada para los usuarios de los prados y céspedes afectados;
- identificar las fechas en las que las semillas buscadas alcanzarán la madurez (consistencia y color de las semillas) y fijar las fechas de recogida con una o dos semanas de antelación;

Cuidado:

- para obtener el máximo de semillas posible en una sola pasada, elegir un periodo de recogida que corresponda con la madurez de las especies predominantes;
- para obtener una simiente representativa de la diversidad de especies presentes en los prados y céspedes, identificar las fechas de madurez de los diferentes grupos de vegetación y realizar varias recogidas en la misma parcela (pueden preverse recogidas manuales o multiplicación de especies difíciles de recolectar para completar las mezclas);
- organizar la recogida en condiciones climáticas secas y tras la evaporación del rocío de la mañana;

- seguir las instrucciones de uso de la maquinaria. La velocidad de paso, la altura y el régimen de rotación del cepillo deben ajustarse en función de la densidad y de la altura de la cubierta vegetal;
- tamizar y dejar secar 3 o 4 días la simiente sobre

una lona o sobre telas en un local seco y ventilado. Si la capa obtenida es gruesa, remover frecuentemente.

Fuentes: Koch *et al.* (2014), Krautzer *et al.* (2012), Mézard (2017), Scotton *et al.* (2009), Scotton *et al.* (2012).



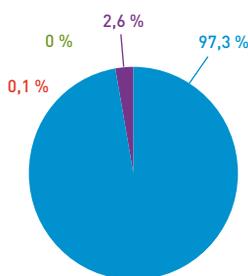
Fig. 34 – Mezcla de semillas obtenida con la cepilladora

Algunas partes de la inflorescencia e infrutescencia son también recolectadas durante el paso de la cepilladora.

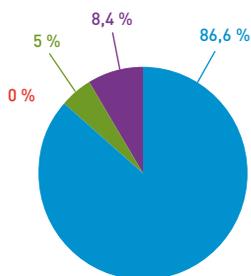
Tipo de vegetación	Rendimientos ambientales			Rendimientos técnicos							
	N.º de especies inventariadas	N.º de especies recolectadas	% de especies recolectadas	Proporción de simiente recogida sobre el peso total de la simiente madura de la parcela (%)	% de semillas puras en la mezcla tras el tamizado	N.º de observaciones de rendimientos realizadas	Rendimiento de semillas puras (kg/ha)	% germinación de semillas	Rendimiento de semillas listas para germinar (kg/ha)	Superficie a recolectar para sembrar 1 ha con una dosis de 80 kg/ha (ha)	Tiempo de recogida para obtener 1 kg de simiente (h)
Formaciones de <i>Nardus</i> (1700 a 2200 m de altitud)	21 à 34	11 à 23	52 à 68	20 à 38	52 à 62	16	13 à 26	35 à 43	5 à 11	3,1 à 6	0,2 à 0,6
Prados de siega de montaña (1300 a 1700 m de altitud)	28 à 36	18 à 21	58 à 64	21 à 42	58 à 78	23	21 à 49	65 à 75	13 à 37	1,6 à 3,9	0,12 à 0,2
Prados de siega fertilizados (1300 a 1700 m de altitud)	31 à 50	17 à 28	34 à 56	14 à 24	46 à 54	8	20 à 34	52 à 73	10 à 25	2,4 à 4	0,24 à 0,40

Tab. 2 – Rendimiento técnicos y ambientales de la recolección con cepilladora

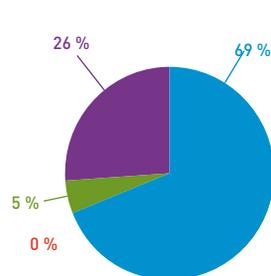
Formaciones con *Nardus*



Prados de siega de montaña



Prados de siega fertilizados

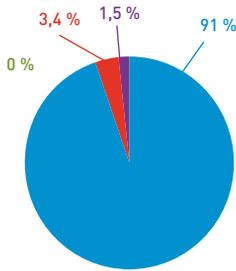


■ Poaceae ■ Fabaceae ■ Otras dicotiledóneas ■ Otras monocotiledóneas

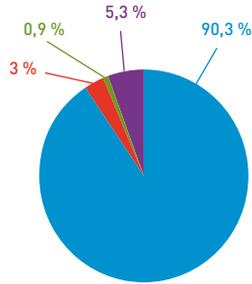
Fig. 35 – Proporción de diferentes grupos de plantas en las mezclas de semillas obtenidas con cepilladora (Hautes-Pyrénées)

Análisis realizados sobre 2 muestras de 1 gr. de mezclas de semillas obtenidas sobre 2 parcelas de cada uno de los 3 tipos de formaciones vegetales. La proporción de las principales especies recolectadas se presenta en el Anexo 5a.

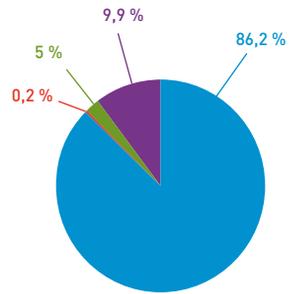
Formaciones con *Nardus*



Prados de siega de montaña



Prados de siega fertilizados



■ Poaceae ■ Fabaceae ■ Otras dicotiledóneas ■ Otras monocotiledóneas

Fig. 36 – Proporción de diferentes grupos de plantas en las mezclas de semillas obtenidas con cepilladora [Pirineos Orientales]

Análisis realizados sobre 2 muestras de 1 gr. de mezclas de semillas obtenidas sobre 1 parcela de cada uno de los 3 tipos de formaciones vegetales. La proporción de las principales especies recolectadas se presenta en el Anexo 5b.



Fig. 37 – Recolección de semillas sobre una formación cespitosa de Peyragudes

En la estación de esquí de Peyragudes se protegen todos los años algunas parcelas, según acuerdos con los ganaderos, para que una cepilladora recoja las semillas.

Obtener mezclas de semillas diversificadas sobre formaciones cespitosas o prados suficientemente llanos.

La mayoría de la simiente de gramíneas de prados puede ser recogida con la ayuda de segadoras-trilladoras, siempre y cuando se lleven a cabo los ajustes necesarios para recoger pequeñas semillas. Cuando las condiciones permiten emplear esta técnica, se puede obtener buenos rendimientos y mezclas de semillas relativamente limpias.

INTERÉS

El principal interés de esta técnica es el empleo de maquinaria agrícola sobre una superficie de recogida accesible y llana. Su productividad es la más alta de todos los métodos de recolección (de 4 a 6 horas de trabajo/ha, con rendimientos elevados). La simiente puede ser utilizada directamente o secada y almacenada para su siembra posterior. En condiciones óptimas, podrán ser conservadas durante más de 2 años. Posteriormente, su capacidad para germinar comienza a disminuir. La siembra se realizará con hidrosiembra, con una sembradora agrícola tras trillado o manualmente. Esta técnica permite recrear, sobre los sustratos a revegetar, comunidades vegetales parecidas a las parcelas recolectadas: de 35 a 73% de las semillas maduras de diversas especies pueden ser recogidas de este modo.

CONDICIONES ÓPTIMAS

La zona de recolección debe ser accesible, de baja pendiente y superficie llana. Los prados y céspedes naturales seleccionados deben contener abundantes espigas de gramíneas y otras infrutescencias (de 200 a 600 espigas/m²). Las mejores cosechas tienen

lugar sobre parcelas poco o nada pastoreadas. Los prados de siega permanentes albergan una vegetación muy adecuada para obtener simiente diversificada en cantidades elevadas.

En la montaña existen pocos prados y céspedes cosechables por segadoras-trilladoras estándar. Suelen resultar más adecuados los modelos más pequeños, adaptados a la producción de simiente de plantas de semillas pequeñas. Son más ligeros y compactos, pudiendo así ser transportados por remolques. Compactan el suelo en menor medida.

Equipos necesarios

- segadora-trilladora estándar, para el trigo, con posibilidad de regulación de la ventilación;
- pequeña segadora-trilladora diseñada para la recogida de semillas de especies de semillas pequeñas (forrajeras u hortícolas), u otras herramientas agrícolas.

APLICACIÓN

- estimar la superficie del área de recolección en función de las especies requeridas, de los rendimientos estimados y de las necesidades de simiente (tener en cuenta los diferentes rendimientos según el tipo de vegetación). La ratio

entre la zona a recolectar y el área a revegetar depende de la riqueza de semillas fácilmente «cosechadas» en los prados y los céspedes recolectados. Puede estar entre 1,5 a 1,7 para prados de siega ricos en gramíneas, y entre 2,3 y 3,4 para prados de siega fertilizados;

- cuando los prados y céspedes aptos para su recogida son pastoreados, hay que estudiar las posibilidades de limitar la presión ganadera poniéndose de acuerdo con los ganaderos (cambio de recorridos de los animales o vallado temporal de las parcelas);
- en el marco de los acuerdos con los ganaderos, tener en cuenta las posibles pérdidas forrajeras, así como la degradación generada por las ruedas de la segadora-trilladora;
- adaptar la altura del corte, la velocidad del trillado, las mallas de tamizado y reducir la ventilación al mínimo para densidades bajas de semillas;
- realizar la cosecha del prado en una sola pasada, con condiciones climáticas secas, en el momento

en el que la cantidad y la altura de la vegetación permita que la siega optimice la recogida de semillas;

- cuando la vegetación sea densa y alta, elevar la hoja de corte a 20 o 30 cm (para no bloquear el funcionamiento de una pequeña segadora-trilladora). De este modo solo serán recogidas las semillas situadas a más de 20 cm;
- cuando la vegetación es densa con semillas ligeras y difíciles de extraer de las espigas en el momento del trillado, segar la vegetación a 10 cm de altura, justo antes de que las semillas alcancen su madurez y, a continuación, hacer cordones;
- recoger el heno con la segadora-trilladora uno o dos días más tarde;
- secar las semillas al aire libre en un lugar seco y sombreado.

Fuentes: Scotton *et al.* (2009, 2012), Mézard, (2017).



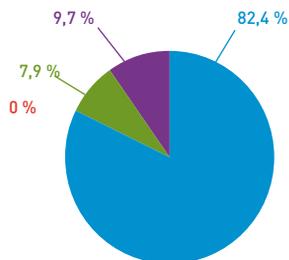
Fig. 38 – Recogida de semillas con la segadora-trilladora

El rendimiento es bastante alto pero la segadora-trilladora solo puede utilizarse sobre terrenos llanos y poco accidentados.

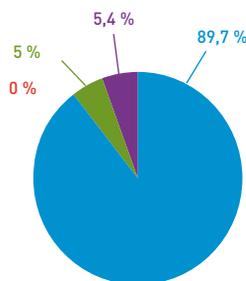
Tipo de vegetación	Rendimientos ambientales			Rendimientos técnicos							
	N.º de especies inventariadas	N.º de especies recolectadas	% de especies recolectadas	Proporción de simiente recogida sobre el peso total de la simiente madura de la parcela (%)	% de semillas puras en la mezcla tras el tamizado	N.º de observaciones de rendimientos realizadas	Rendimiento de semillas puras (kg/ha)	% germinación de semillas	Rendimiento de semillas listas para germinar (kg/ha)	Superficie a recolectar para sembrar 1 ha con una dosis de 80 kg/ha (ha)	Tiempo de recogida para obtener 1 kg de simiente (h)
Prados de siega de montaña (1300 a 1700 m de altitud)	28 à 36	21 à 24	67 à 73	48 à 55	61 à 86	2	46 à 52	65 à 75	30 à 39	1,5 à 1,7	0,16 à 0,22
Prados de siega fertilizados (1300 a 1700 m de altitud)	31 à 50	18 à 26	36 à 52	21 à 25	61 à 79	2	24 à 34	52 à 73	12 à 25	2,3 à 3,4	0,20 à 0,35

Tab. 3 – Rendimiento técnicos y ambientales de la recolección con segadora-trilladora

Prados de siega de montaña



Prados de siega fertilizados



■ Poaceae ■ Fabaceae ■ Otras dicotiledóneas ■ Otras monocotiledóneas

Fig. 39 – Proporción de diferentes grupos de plantas en las mezclas de semillas obtenidas con segadora-trilladora (Hautes-Pyrénées)

Análisis realizados sobre 2 muestras de 1 gr. de mezcla de semillas obtenidas sobre cada uno de los 2 tipos de formaciones vegetales. La proporción de las principales especies recolectadas se presenta en el Anexo 6.

Identifique la técnica más adaptada según sus objetivos y sus limitaciones.

Existen varias técnicas de recolección (véase fichas 9, 10 y 11). Estas técnicas se adaptan mejor o peor en función de la geografía de la zona y de las características deseadas de la mezcla de semillas. Por tanto, es necesario realizar un diagnóstico del contexto local para determinar la idoneidad de cada una de ellas.

INTERÉS

La elección de una técnica de recolección depende del contexto ecológico y socio-económico local. Se trata de encontrar una solución interesante entre las características y la diversidad florística de la mezcla de semillas, y el coste de la recolección.

CONDICIONES ÓPTIMAS

Las semillas deben ser recolectadas cerca de la zona a revegetar, sobre suelos similares. Se trata, de hecho, de conservar las composiciones vegetales y la especificidad genética de las especies. Las áreas de fácil acceso, con poca pendiente y poco pastoreadas, son las más adecuadas. Los prados ricos en gramíneas de tamaño medio proporcionan mejores rendimientos. Disponer de material de recogida diversa permite optar por la técnica más adaptada para cada una de las áreas, ambiental y económicamente.

APLICACIÓN

- determinar las parcelas aptas para la recolección mecanizada;
- identificar las diferentes técnicas de recolección que pueden ser adecuadas y estudiar sus limita-

ciones técnico-económicas (disponibilidad local y costes de empleo del material, recursos humanos para la ejecución de las labores, producción prevista, intereses ecológicos de las semillas, repercusión sobre la organización de las labores de revegetación);

- elegir, si es posible, una de las tres técnicas recomendadas (véase fichas 9, 10 y 11). La recolección con segadora-trilladora y de transferencia de henos por siega mecanizada son eficaces para los prados de siega accesibles y llanos. La cepilladora circula más fácilmente sobre terrenos inclinados e irregulares, permitiendo realizar más fácilmente las recolecciones sobre formaciones cespitosas subalpinas y sobre pastos.
- estimar las superficies a revegetar y recolectar (véase tablas de las fichas 9, 10 y 11).

Fuentes: Kirmer *et al.* (2012), Koch *et al.* (2014), Krautzer *et al.* (2006), Mézard (2017), Scotton *et al.* (2012).

TÉCNICAS	SITUACIONES APTAS	CRITERIO DE EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
Transferencia de siegas recién cortadas	Zonas de poca pendiente. Prados de siega y formaciones cespitosas ricas en semillas.	Cantidad y calidad de la mezcla de semillas	++ Más del 90% de las semillas disponibles son recolectadas sobre los prados (rendimiento de 63 a 200 kg/ha). Gran diversidad de especies recolectadas (11 a 33 especies). Aporte de mulch y de microorganismos sobre el espacio receptor.
		Recurso forrajero	-- Reducción del recurso forrajero el año de la recolección.
		Facilidad de la recolección	- Elevado peso y volumen de heno a cortar y recolectar.
		Duración de las labores	- Siega, acordonamiento, acondicionamiento (opcional), carga, transporte y extendido del heno a llevar a cabo en 1 o 2 días para evitar que el heno se pudra y que se caigan las semillas.
		Coste/kg	+ Las labores pueden realizarse con herramienta agrícola disponible de forma local. Tiempo de aplicación muy variable en función de las técnicas y el material empleado.
Recolección de semillas con cepilladora	Zonas de poca pendiente. Prados de siega de montaña o formaciones cespitosas ricas en espigas de gramíneas.	Cantidad y calidad de la mezcla de semillas	+ De 14 a 42 % de semillas maduras son recolectadas sobre formaciones cespitosas y prados (rendimientos de 5 a 49,5 kg/ha). Diversidad de especies obtenidas bastante alta (11 a 28 especies).
		Recurso forrajero	+ Se recolectan únicamente las semillas maduras. La calidad forrajera del pasto tras la recolección es menor que al inicio de la formación de la espiga y parte del pasto está tumbado sobre el suelo.
		Facilidad de la recolección	++ Posibilidad de circular sobre terrenos inclinados con un quad, adaptar los ajustes y la conducción al tipo de vegetación.
		Duración de las labores	+ Posibilidad de adaptar la velocidad en función de la abundancia de espigas. Depende de la densidad y de la altura de la cubierta vegetal (de 3 a 9 h/ha). Tamizar las semillas para hidrosiembras o sembradora y dejar secar durante 3 días.
		Coste/kg	++ Maquinaria relativamente barata, ligera y de fácil desplazamiento. La recolección es bastante rápida.
Recolección de semillas con segadora-trilladora	Zonas llanas o de poca pendiente, prados de siega extensos y de fácil acceso.	Cantidad y calidad de la mezcla de semillas	+ De 21 a 55 % de semillas maduras son recolectadas sobre prados (rendimientos de 24 a 52 kg/ha). Diversidad de especies obtenidas bastante alta (18 a 26 especies)
		Recurso forrajero	- Se recolectan únicamente las semillas maduras. El heno segado sobre la parcela puede ser utilizado pero su calidad forrajera es menor que al inicio de la formación de la espiga.
		Facilidad de la recolección	+ Adaptar los ajustes y la conducción.
		Duración de las labores	+ Una o dos pasadas (siega, recolección y trillado) si la vegetación es densa y está húmeda. Depende de la densidad y la altura de la cubierta vegetal (de 4 a 8 h/ha). Tamizar las semillas para hidrosiembras y sembradora y dejar secar durante 3 días.
		Coste/kg	- Alto. Depende del precio de compra o del alquiler de la maquinaria, coste de transporte, superficies a recolectar.

Muy adecuado	++	Adecuado	+	Medianamente adecuado	-	Poco adecuado	--
--------------	----	----------	---	-----------------------	---	---------------	----

Tab. 4 – Resumen de las ventajas y los inconvenientes de las diferentes técnicas

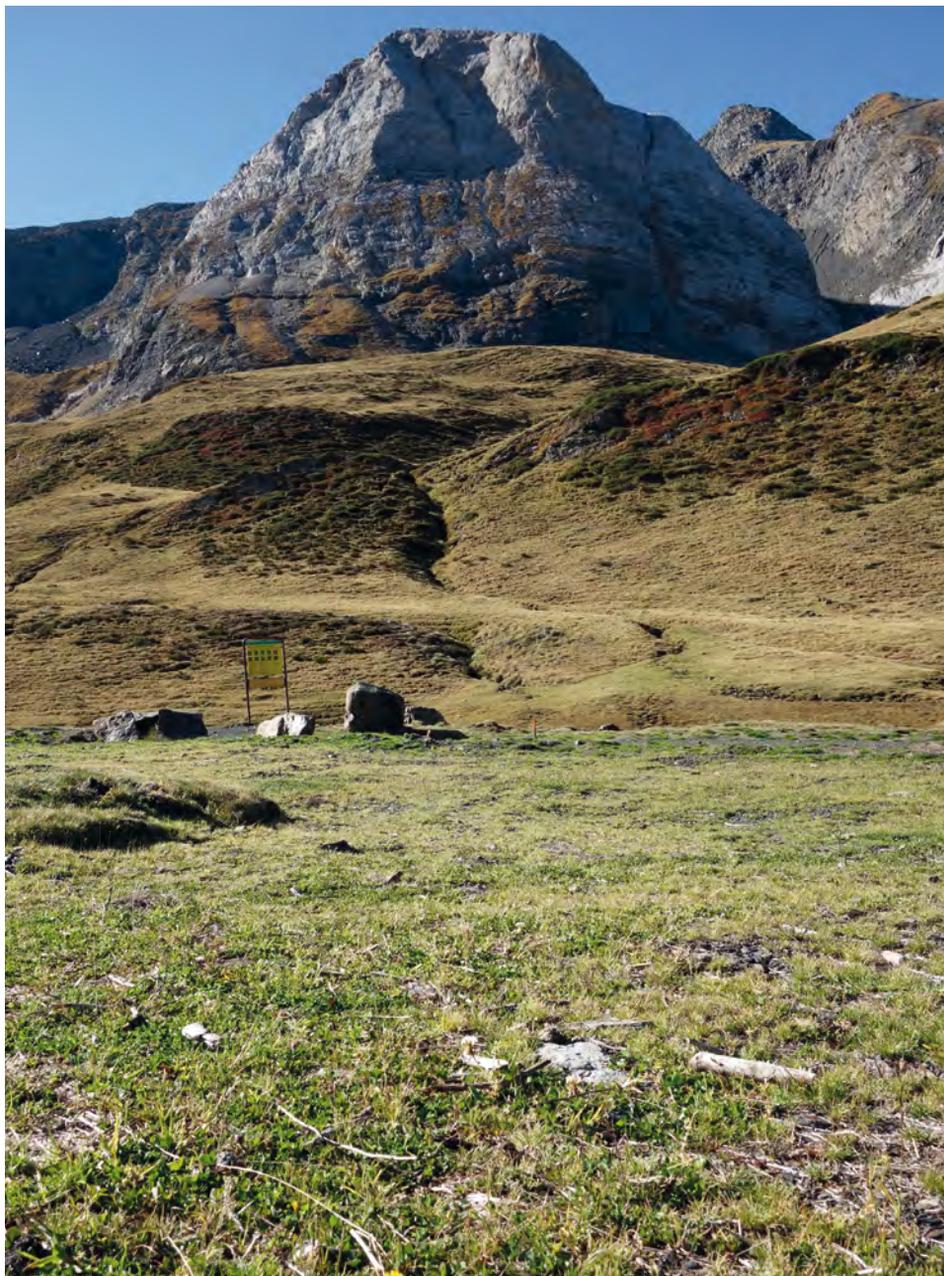


Fig. 40 – Cubierta vegetal obtenida un año después de una siembra de semillas recolectadas con cepilladora, seguida del extendido del heno seco



Fig. 41 – Alcaudón real

La restauración de formaciones cespitosas secas acidófilas en Cerdaña contribuye al mantenimiento de su hábitat natural.

3 | **Las siembras, su protección y su abonado**

Tras efectuar una meticulosa preparación del sustrato, las técnicas y los elementos para la siembra deberán adaptarse a las características ecológicas de cada zona. Sobre terrenos inclinados, en solana o expuestos a la erosión, se dará preferencia al empleo de mallas o mulch con fibras largas y fijadoras. Estos materiales favorecen la fijación de las semillas y el desarrollo de las plántulas, contribuyendo al mantenimiento de la humedad en el suelo, así como su enriquecimiento en materia orgánica. Las especies vegetales empleadas en tales condiciones deben ser capaces de crecer en condiciones de suelos pobres y secos, y de fijar los taludes con un sistema radicular potente. Sobre un terreno con menor pendiente, con un suelo

más fértil y fresco, las siembras no tienen por qué recurrir a materiales fijadores o fertilizantes. Por otro lado, hay que tener en cuenta que las plántulas son sensibles a las heladas, a la erosión o al encharcamiento del suelo, al pastoreo y al pisoteo, por lo que los periodos de siembra y las medidas de protección de las parcelas serán, asimismo, factores determinantes. Al finalizar las obras, las actuaciones de gestión del área serán igualmente imprescindibles para asegurar el correcto desarrollo de la vegetación implantada. El seguimiento es necesario para evaluar los factores de éxito y los fracasos de las operaciones llevadas a cabo, así como la necesidad de adaptar la gestión del espacio.

Semillas de marcadas diferencias genéticas, entre el oeste y el este de los Pirineos

En la montaña, el empleo de simientes de especies nativas (véase Glosario) es uno de los factores determinantes del éxito de las revegetaciones. La situación geográfica de los Pirineos, en el suroeste de Europa, entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo, y la diversidad geológica, favorece una gran variedad de condiciones edafo-climáticas y por tanto de ecosistemas. En función de los gradientes climáticos, entre clima oceánico y mediterráneo, los Pirineos pueden dividirse en varios sectores biogeográficos.

En el marco de la iniciativa de Ecovars, de la que ha surgido la creación de la marca «Pyrégraine de nèou», han sido identificadas dos zonas de recogida-empleo de especies en los Pirineos. Dicha división tiene por objeto el que se tenga en cuenta la estructura de la diversidad genética observada para tres especies: *Festuca eskia*, *Festuca gautieri* y *Trifolium alpinum* (regaliz de montaña), lo cual también se ha podido observar desde entonces para el abeto (*Abies alba*).

La zona de recolección-siembra en la zona centro-occidental de los Pirineos incluye todas las superficies situadas a más de 1000 m. de altitud entre el pico de Anie en la región de Pirineos-Atlánticos y el oeste del valle de Salat en la zona de Ariège. La zona de recolección-siembra en la zona oriental de los Pirineos, incluye todas las superficies situadas a más de 1000 m. de altitud desde el este del valle de Salat hasta las últimas formaciones montañosas de la región de los Pirineos-Orientales. No debe

emplearse ninguna mezcla entre estas procedencias, en ninguna etapa de la recolección, de la producción y del empleo de semillas o de plantas. Las recolecciones realizadas en las cuencas afluentes del Salat no deben ser empleadas en la cuenca de este último.

La multiplicación de semillas nativas recolectadas en el medio natural en la zona centro-occidental de los Pirineos, se encuentra en marcha. Permite, desde el año 2012, disponer de mezclas de semillas correspondientes a esta zona de recolección-siembra. Las mezclas pueden ser preparadas para responder a las exigencias de los suelos de las áreas a revegetar. Estas simientes están disponibles bajo la marca colectiva de semillas silvestres del Pirineo, registrada por el Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées en 2010: «Pyrégraine de nèou». Esta marca se traduce en ética; ha sido concebida con la colaboración de productores de semillas, recolectores, usuarios de simiente. El seguimiento del pliego de condiciones o reglamentos de uso, controlado por un regulador, asegura la trazabilidad de las semillas, garantiza su procedencia y su calidad. La marca «Pyrégraine de nèou» evolucionará próximamente en el marco de la marca nacional «Végétal local», de la cual ha sido su precursora.

Fuentes: Bussery (1989), Cornier *et al.* (2011), Malaval *et al.* (2010).



Fig. 42 – *Festuca niphobia*

Esta especie de cotas altas se encuentra principalmente en la parte oriental de los Pirineos franceses.

Semillas nativas eficaces contra la erosión y perennes

En el piso subalpino, las mezclas de semillas de especies alóctonas utilizadas convencionalmente en el mercado, no se desarrollan tan fácil y duraderamente como las especies nativas. Estas mezclas están constituidas por herbáceas altas cultivadas en cotas bajas para la producción forrajera o para la creación de céspedes. Las condiciones climáticas y los suelos pobres no permiten que ciertas especies, como el Ray-gras inglés, sobrevivan. Trabajos llevados a cabo en Austria han mostrado que, a pesar de que su desarrollo vegetativo es relativamente lento, las especies autóctonas de montaña tienen la capacidad de regenerarse y de recubrir el suelo de forma progresiva cuando los procesos de erosión no son demasiado intensos. Proveen además otros

servicios ecosistémicos como la producción forrajera de calidad. Sus estrategias de aprovechamiento de los recursos del suelo y los procesos de facilitación entre especies les permiten soportar mejor las condiciones climáticas adversas, el pastoreo y/o el pisoteo. Dos años después de la siembra, se pueden obtener formaciones herbáceas más densas y cubiertas >70 %.

Fuentes: Dinger (1997) ; Dupin *et al.* (article en cours), Florineth (1992) ; Krautzer, (2006), Swab *et al.* (2017).

1 – Se emplea el concepto «servicios ecosistémicos» dado que permite separar diferentes tipos de servicios, permitiendo evaluar los beneficios de manera más científica.

Cuando las simientes locales actúan a domicilio en el Pirineo

Con el fin de poder valorar mejor los rendimientos relativos de siembras realizadas con mezclas de semillas de procedencia local o alóctona en el contexto pirenaico, se ha llevado a cabo un estudio sobre las 3 pistas de esquí de las estaciones de Angles (66), del Grand-Tourmalet (65) y de Font-Romeu (66). Estas pistas son representativas de suelos muy pobres, poco fértiles y relativamente fértiles. Las mezclas de semillas de procedencia local han sido recolectadas con cepilladora, en áreas cercanas a las áreas a restaurar. Han sido sembradas con las mismas dosis que las simientes exógenas (200 kg/ha). Los seguimientos se han llevado a cabo anualmente a lo largo de 4 años.

Los parámetros para comparar los rendimientos de los sistemas suelo-planta restaurados con simientes de mezclas de semillas locales o alóctonas son:

- la cubierta de las plantas, los elementos finos del suelo, de las arenas y gravas <0,5 cm y de las piedras >1 cm,
- la diversidad de especies,
- la biomasa aérea y radicular, la fertilidad y la actividad biológica del suelo.

Los resultados del estudio llevado a cabo confirman que las siembras de especies locales garantizan los servicios ecosistémicos siguientes:

- **producción primaria de biomasa del sistema suelo-planta:** la biomasa vegetal producida tras la siembra de especies locales es mayor que la producida tras la siembra de especies alóctonas (Fig. 45).
- **servicios de regulación:** el estudio ha permitido demostrar una mejor eficacia de las semillas locales para la conservación del suelo (Fig. 52 y Fig 53).
- **servicios de suministro:** a pesar de que el valor forrajero de las especies autóctonas de alta montaña sea, generalmente, más bajo que la de las plantas alóctonas de mezclas convencionales, su mejor implantación les permite suministrar un recurso pastoral mayor (Fig. 51).
- **servicios socioculturales:** dado que las asociaciones de especies implantadas gracias a las simientes locales son más próximas a las comunidades presentes de forma natural, los paisajes se encuentran mejor preservados (Fig. 49). Estas siembras son también importantes dado que favorecen el desarrollo de una economía de circuitos cortos.

+ ZOOM: Resultados del estudio de los rendimientos ambientales de las siembras con semillas locales o exógenas



Fig. 43 – Áreas de estudio de los rendimientos técnicos y ambientales de las diferentes mezclas de semillas

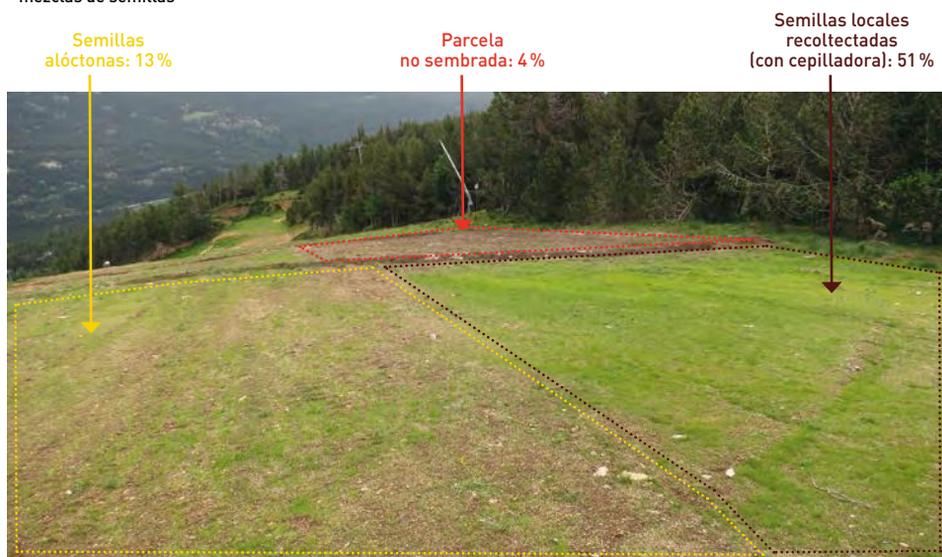
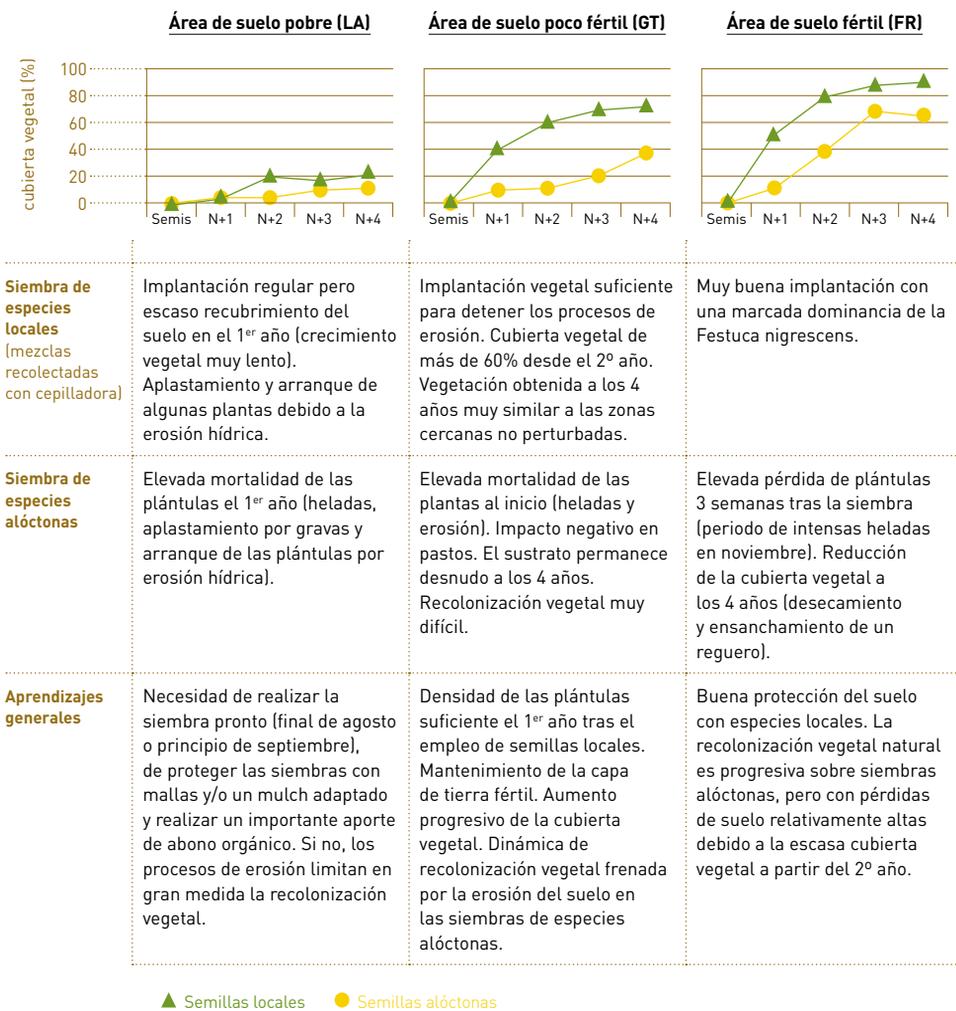


Fig. 44 – Cubierta vegetal sobre el área experimental de Font-Romeu sobre suelo fértil, 9 meses tras la siembra (24/06/16)

COMPARACIÓN DE LAS TASAS DE CUBIERTA OBTENIDAS CON SIMIENTES LOCALES O ALÓCTONAS



▲ Semillas locales ● Semillas alóctonas

Fig. 45 – Evolución de las tasas de las cubiertas vegetales en función del tipo de mezclas de semillas (Observaciones realizadas sobre 2,5 m², 10 áreas de 0,25 m²)



Fig. 46 – Derretimiento precoz de la nieve sobre áreas de suelo desnudo
Área experimental de Font-Romeu, el 11/05/2016



Fig. 47 – Cubierta vegetal del área tras la retirada de la nieve
Área experimental de Font-Romeu, el 13/06/2016

NÚMERO DE ESPECIES INVENTARIADAS EN LAS PARCELAS SEMBRADAS CON SIMIENTES LOCALES O ALÓCTONAS

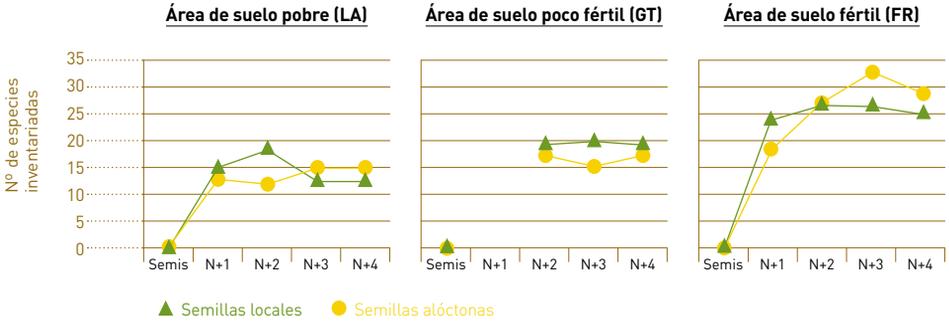


Fig. 48 – Evolución del número total de especies inventariadas sobre las parcelas (Observaciones realizadas sobre 2,5 m², 10 parcelas de 0,25 m², las listas de especies inventariadas están en los Anexos 6, 7 y 9)

En las condiciones de estudio, el número de especies observadas ha estado poco influenciado por el tipo de semillas empleadas. Las parcelas sembradas con especies alóctonas suponen cerca de un tercio

de las especies inventariadas. Las asociaciones obtenidas de este modo son por tanto muy diferentes de la vegetación natural característica de la zona.

COMPARACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES CARACTERÍSTICAS DE LAS DIFERENTES ÁREAS, EN LA CUBIERTA DEL SUELO

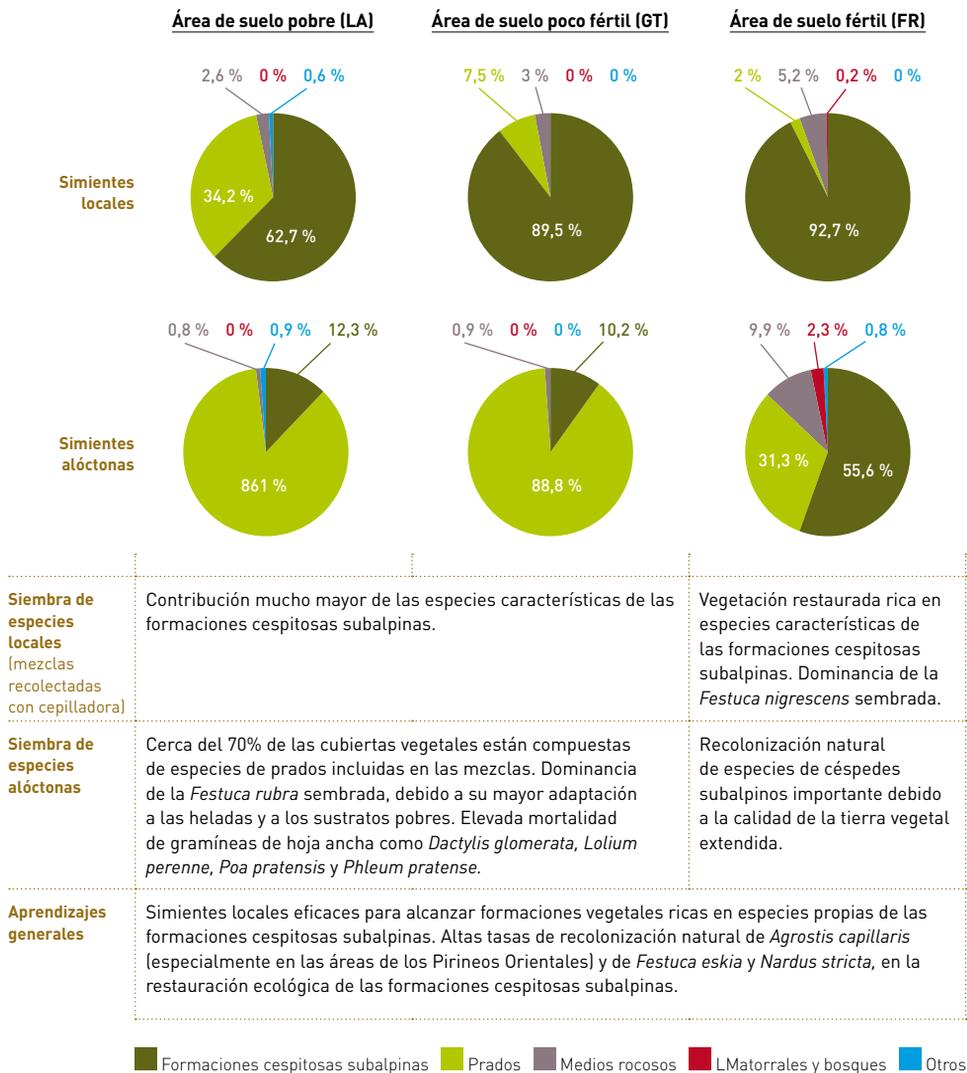
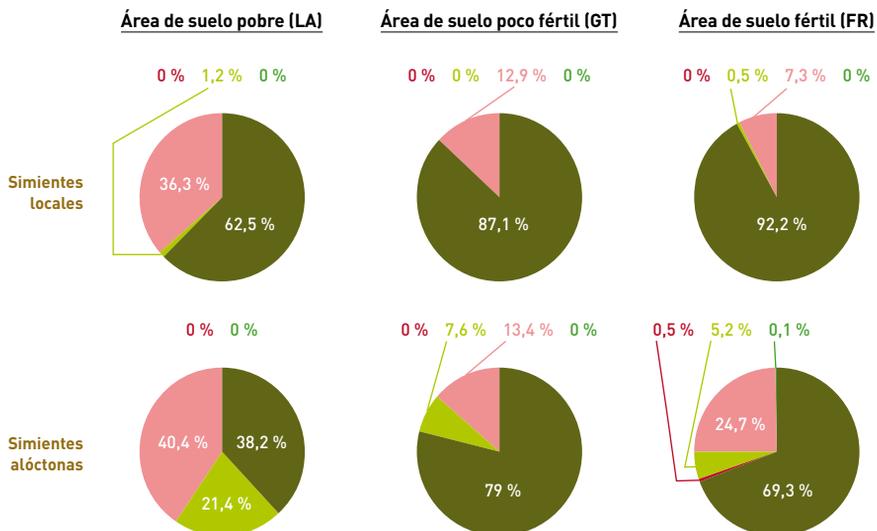


Fig. 49 – Comparación de la contribución de especies de las diferentes áreas en la cubierta vegetal alcanzada con simientes locales (Valores medios de observaciones realizadas a lo largo de 4 años sobre 2,5 m², 10 áreas de 0,25 m², las listas de especies inventariadas están en los Anexos 6, 7 y 8)

CONTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES PERTENECIENTES A 5 GRANDES GRUPOS DE ESPECIES EN LA CUBIERTA VEGETAL TOTAL



Siembra de especies locales (mezclas recolectadas con cepilladora)

Mayores cubiertas de gramíneas con respecto a las fabáceas, debido especialmente a su mayor proporción en la mezcla de semillas. *Festuca nigra*, la especie dominante sobre todas las áreas. Las «otras dicotiledóneas» están constituidas predominantemente de especies recolonizadoras del entorno.

Siembra de especies alóctonas

Contribución mayor de las fabáceas debido a una buena implantación de *Trifolium repens*. Presencia de *Lotus corniculatus* sobre suelos fértiles. Mayor recolonización de «otras dicotiledóneas» sobre las zonas de simientes alóctonas sobre suelo fértil debido a la disponibilidad de espacio. La dispersión de algunas de estas especies se ve favorecida por la escorrentía y los regueros.

Aprendizajes generales

Predominio de las gramíneas en todas las asociaciones de especies alcanzadas con los diferentes tipos de mezclas de semillas. Mayor proporción de fabáceas sobre las parcelas sembradas con mezclas de especies alóctonas debido a su mayor proporción en las mezclas de semillas y de la menor competencia con otras especies.



Fig. 50 – Comparación de la contribución de especies de las diferentes áreas en la cubierta vegetal alcanzada con simientes locales (Valores medios de observaciones realizadas a lo largo de 4 años sobre 2,5 m², 10 áreas de 0,25 m², las listas de especies inventariadas están en los Anexos 6, 7 y 8)

CUBIERTA DE ESPECIES FORRAJERAS OBTENIDAS CON SIEMBRAS DE ESPECIES LOCALES O ALÓCTONAS

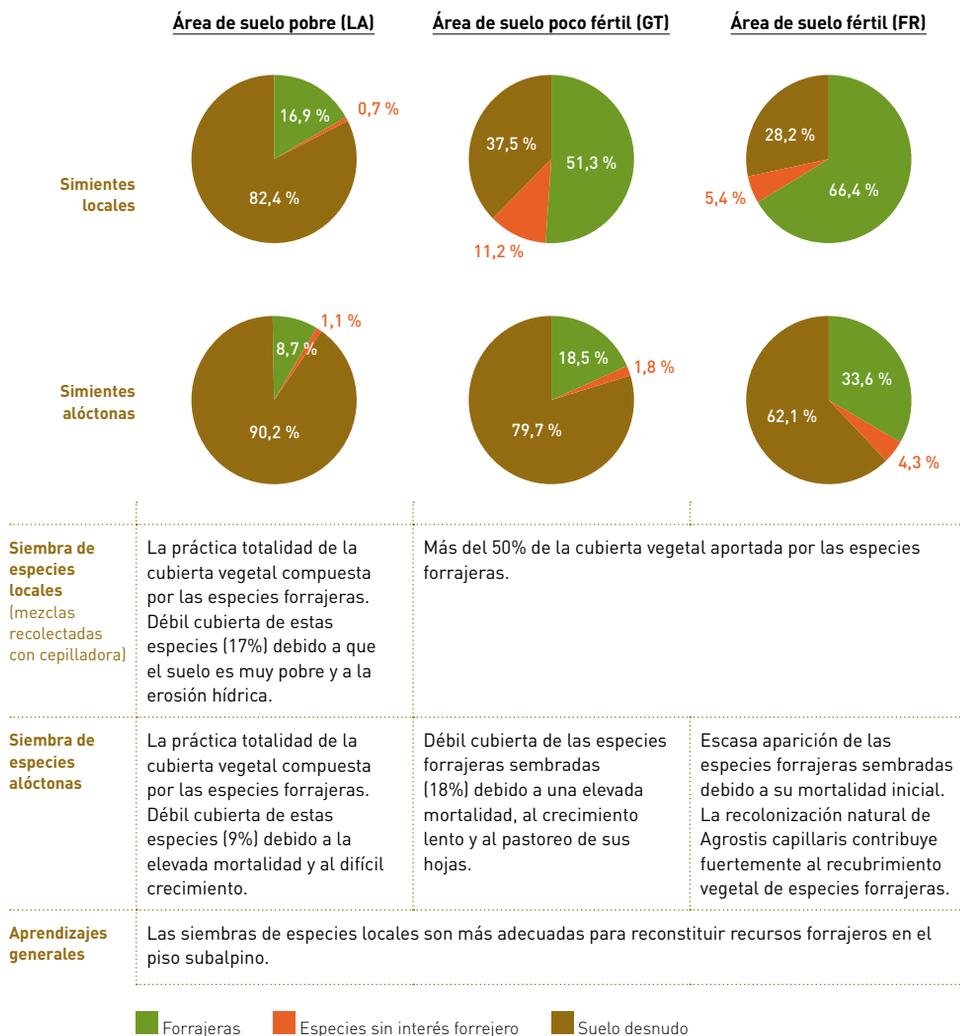


Fig. 51 – Comparación de la contribución de especies de las diferentes áreas en la cubierta vegetal alcanzada con siembras locales

(Valores medios de observaciones realizadas sobre 2,5 m², 10 áreas de 0,25 m², las listas de especies inventariadas están en los Anexos 6, 7 y 8)

Fuentes: Daget *et al.* (1969), Jouglet *et al.* (1999).

EFECTO DEL TIPO DE SIMIENTES EMPLEADAS SOBRE LOS PROCESOS DE EROSIÓN DEL SUELO

La evaluación de los niveles de erosión de los suelos ha podido llevarse a cabo dado que las características topográficas y edafológicas de las parcelas comparadas eran similares (sensibilidad a los procesos de erosión comparable).

— DESAPARICIÓN DE ELEMENTOS FINOS EN LA PARTE MINERAL NO CUBIERTA DE VEGETACIÓN Y NO AFECTADA POR REGUEROS

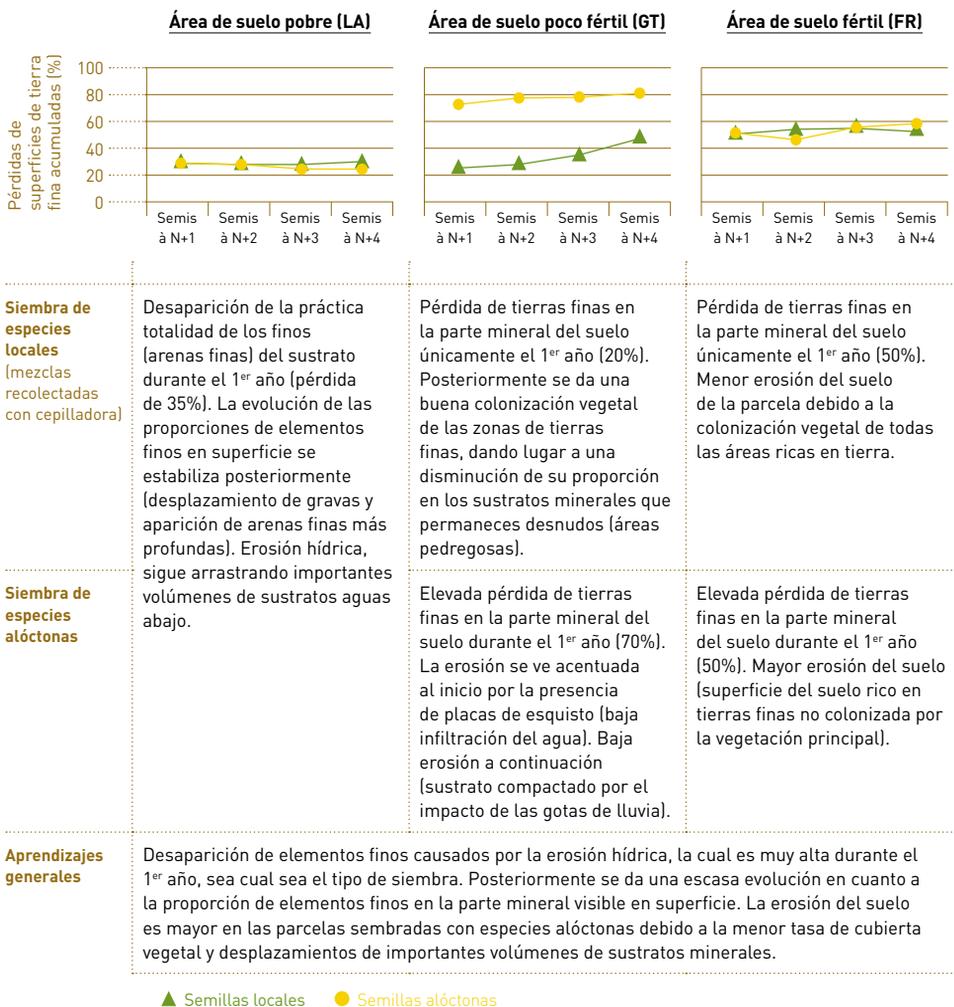


Fig. 52 – Comparación de la contribución de especies de las diferentes áreas en la cubierta vegetal alcanzada con simientes locales (Observaciones realizadas sobre 2,5 m², 10 áreas de 0,25 m.)

— SUPERFICIES OCUPADAS POR REGUEROS EN FUNCIÓN DE LAS SIMIENTES UTILIZADAS

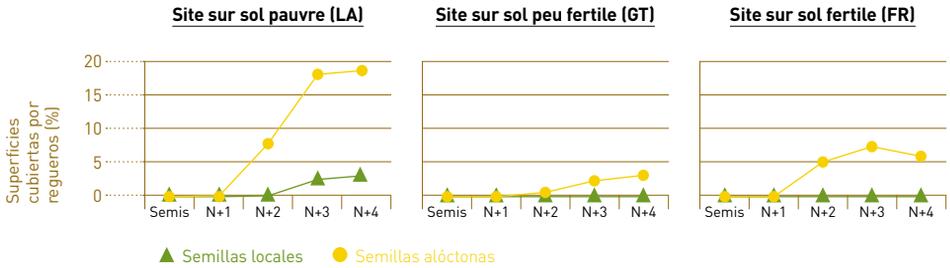


Fig. 53 – Comparación de superficies cubiertas por regueros sobre las parcelas sembradas con semillas locales o alóctonas

De forma generalizada, las parcelas revegetadas con especies alóctonas han presentado una mayor cantidad de regueros. Dicha erosión ha sido mayor en las parcelas que presentan un suelo pobre, debido a las elevadas pendientes y las bajas cubiertas vegetales alcanzadas. La erosión se ha incrementado desde el 1^{er} año hasta el 3^o. Los regueros se han formado y/o ensanchado sobre estas parcelas dado que había menos vegetación y estaba menos

repartida. En menor medida, dicha erosión también ha tenido lugar sobre las áreas de siembras de especies alóctonas sobre suelos poco fértiles y fértiles. De forma generalizada, este proceso de erosión es más pronunciado en episodios de intensas lluvias sobre suelos relativamente blandos. También puede verse acentuado cuando las escorrentías se concentran en un punto con un caudal elevado.

Pyrégraine de nèou, las exigencias de una marca de simientes

	PARA ADHERIRSE A LA MARCA	SEGUIMIENTO/CONTROL
Recolección en el medio natural	Recolectar semillas en el medio natural (3 áreas a más de 1000 m de altitud en la zona de recogida-siembra).	Los nombres de las áreas, del término municipal y de la zona de recolección deben estar recogidos en una base de datos. Las áreas deben estar geo-localizadas con un GPS si es posible.
Multiplicación sobre parcelas agrícolas*	No superar 3 ciclos de multiplicación. No más de 4 generaciones de semillas (B1, B2, B3 y B4). Ir a recolectar nuevas semillas originales en el medio natural pasado 3 ciclos de multiplicación.	El 'regulador' verifica las especies y los lotes de semillas multiplicadas en campo.
Seguimiento de la calidad y la trazabilidad de las semillas	<p>Testar la calidad en el laboratorio.</p> <p>Clasificar las semillas en función de su calidad y medir la cantidad producida.</p> <p>Crear y numerar los lotes de semillas.</p>	<p>Tras la recolección, el 'regulador' analiza o encarga el análisis de la pureza específica y la capacidad germinativa de las semillas.</p> <p>Una base de datos de seguimiento de los lotes de semillas es actualizada por el productor o el 'regulador'. Debe ser controlada regularmente y puede estar disponible online.</p>
Venta y uso en la zona de procedencia	<p>Etiquetar los lotes de semillas vendidas indicando su procedencia (procedencia y lugar de multiplicación), su pureza, las tasas de germinación.</p> <p>Verificar que las simientes vendidas serán correctamente empleadas en la zona de recolección-siembra.</p>	<p>Los vendedores de simientes o el regulador actualizan la base de datos de las semillas vendidas indicando el nombre de los compradores y las áreas donde se van a sembrar.</p> <p>El 'regulador' controla las correspondencias entre el etiquetado de los lotes de semillas y la base de datos.</p>

* La reglamentación de uso de la marca exige que las parcelas de multiplicación deben estar ubicadas dentro del ámbito geográfico incluido en la zona del «Massif pyrénéen» [en relación a la ley relativa al desarrollo y a la protección de la montaña, denominada «loi montagne», del 9 de enero de 1985, concretada por el decreto 2004-69 del 16 de enero de 2004. Autoriza, si las condiciones de multiplicación y los agricultores competentes para este tipo de actividad no están identificados en el interior de la zona «Massif», la realización de multiplicación en cotas más bajas de los departamentos correspondientes a la parte francesa de los Pirineos. El inconveniente de esta deslocalización es el aumento de la probabilidad de desplazamiento de simientes propias de estas áreas hacia la

montaña. De hecho, las operaciones de eliminación de «malas hierbas» y la separación de las simientes durante el trillado son muy complicadas para este tipo de semillas. Para algunas especies presentes tanto en cotas altas como en cotas más bajas, como la *Achillea millefolium*, *Briza media*, *Cynosurus cristatus*, *Plantago lanceolata*, puede conllevar la producción de semillas por procesos de hibridación entre especies de montaña cultivadas y las poblaciones silvestres de la especie en el entorno de cultivo. Con el fin de preservar la especificidad y la procedencia de las asociaciones vegetales de montaña, parece importante evitar realizar los cultivos alejados de las áreas de procedencia, en cotas bajas.

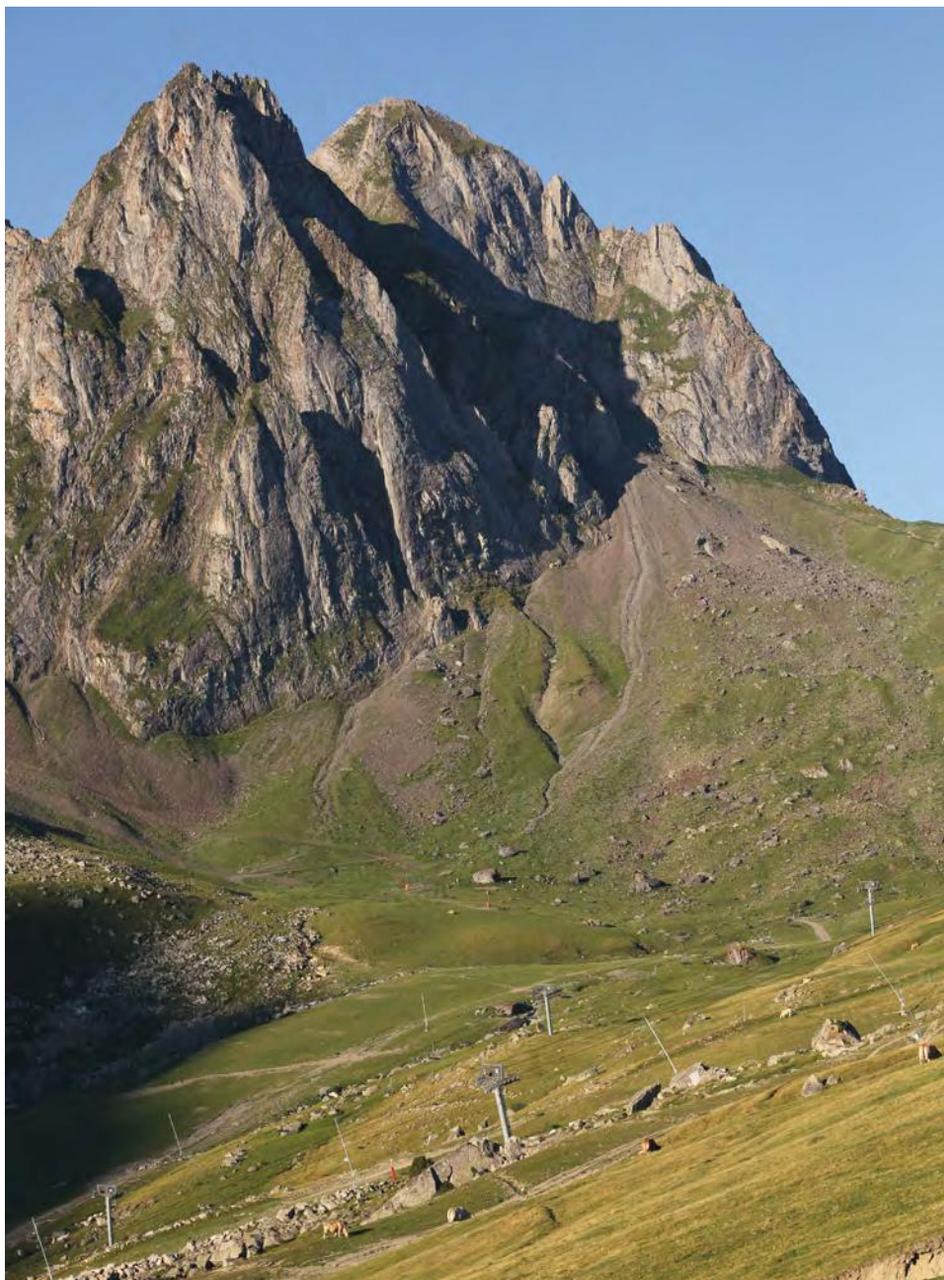


Fig. 54 – Las pistas de esquí pueden presentar recursos forrajeros interesantes
El pastoreo suele contribuir al mantenimiento de la vegetación herbácea.

Establecer un ente de coordinación de las actuaciones.

Un sustrato grumoso y fino, un clima suave que permita mantener la humedad del suelo durante más de un mes y semillas adaptadas, constituyen los principales factores que determinan el éxito de una siembra. Sobre suelos pobres, expuestos a la sequía o a importantes procesos de erosión, los aportes de enmiendas orgánicas, o la instalación de mallas compuestas de fibras vegetales o mulch, pueden ser actuaciones decisivas para la buena implantación de las plántulas. Para reunir estas condiciones, el desarrollo de las obras debería organizarse en torno al objetivo de lograr una rápida y eficaz implantación de una cubierta vegetal al finalizar las obras. Los principales agentes implicados en una obra son el promotor, el director de la obra y la empresa que realiza las labores de revegetación. Si el director de la obra no dispone de un buen conocimiento de las técnicas ni de los medios disponibles, puede ser imprescindible contar con el apoyo de un especialista para garantizar el correcto desarrollo de la restauración ecológica. En numerosas ocasiones, la diferenciación de distintas unidades de gestión en la obra permite una recuperación progresiva y óptima del espacio afectado (tierra suelta y fértil, tepes de hierba, periodos de siembra favorables...). En obras de movimientos de tierras con numerosas incertidumbres técnicas y organizativas, puede ser muy útil crear un ente de coordinación que tenga por objeto reajustar el desarrollo de los trabajos en función de los imprevistos. Por ejemplo, puede favorecer la intervención de las empresas de revegetación inmediatamente después de realizar la preparación del sustrato.

INTERÉS

La planificación de los movimientos de tierras y de las labores de restauración ecológica antes del inicio de las obras permite reunir las condiciones favorables para la recolonización vegetal del área. Dado que la siembra es la última actuación en la obra, los medios y momentos de su ejecución son frecuentemente modificados. En la mayoría de los casos, estos desfases son perjudiciales al éxito de las siembras. A lo largo de la ejecución de la obra, la coordinación de las actuaciones permitirá ajustar las intervenciones, así como definir acuerdos más interesantes entre las limitaciones de las obras y las condiciones óptimas para la revegetación. Es especialmente importante conseguir organizar las siembras de las áreas removidas inmediatamente tras la realización de movimientos de tierras.

CONDICIONES ÓPTIMAS

La planificación de la revegetación requiere competencias técnicas específicas. Cuando el director de obra no dispone de una experiencia suficiente en esta materia, se recomienda solicitar el asesoramiento a una empresa especializada en la gestión de la restauración ecológica. La implicación de estas competencias desde el inicio del proyecto y la formación de los diferentes agentes, permite optimizar la gestión de la obra en su conjunto.

Fuentes: Bellini (2015), Lignier & Rosset (2012).



Fig. 55 – Reunión de obra en Grand-Tourmalet

3 pilares para el éxito de una restauración ecológica

- **Dividir las obras en unidades de gestión.** El objetivo es el establecimiento de una gestión diferenciada de las áreas donde se realizan movimientos de tierra para adaptar las perturbaciones a la fragilidad y al interés ecológico del área, con el fin de no causar degradaciones irreversibles. Dicha precaución es necesaria sobre áreas que presentan un relieve irregular, drenajes de agua, zonas húmedas, afloramientos rocosos. Este tipo de gestión permite, asimismo, limitar los tiempos de acopio de la tierra vegetal y los tepes vegetales. En estas condiciones, las siembras pueden ser llevadas a cabo al acabar la preparación del suelo. Posteriormente ya no serán afectados por las obras.
- **Poner en valor los tepes vegetales y la tierra vegetal del área.** Se trata de extraer, acopiar y recolocar

meticulosamente los tepes vegetales y volúmenes de tierra vegetal movidos, sobre las áreas a restaurar. Se recomienda extender la tierra vegetal justo antes de colocar las motas o tepes vegetales, y las siembras de las áreas que hayan quedado desnudas.

- **Realizar las siembras sobre los sustratos reconstruidos, lo más rápidamente posible.** En el piso subalpino, la humedad nocturna permite, frecuentemente, revegetar sustratos mullidos y finos en abril o mayo, o a partir del mes de agosto, lo cual evita el alisado y compactado de los suelos por la lluvia.

En sustratos degradados y/o fuertemente expuestos a la erosión, puede ser imprescindible tomar medidas de protección del suelo y de las siembras. Pueden preverse medidas antierosivas, el empleo de agentes fijadores, empajado o mulch de fibras largas de madera adaptadas al área concreta.

Aplicación

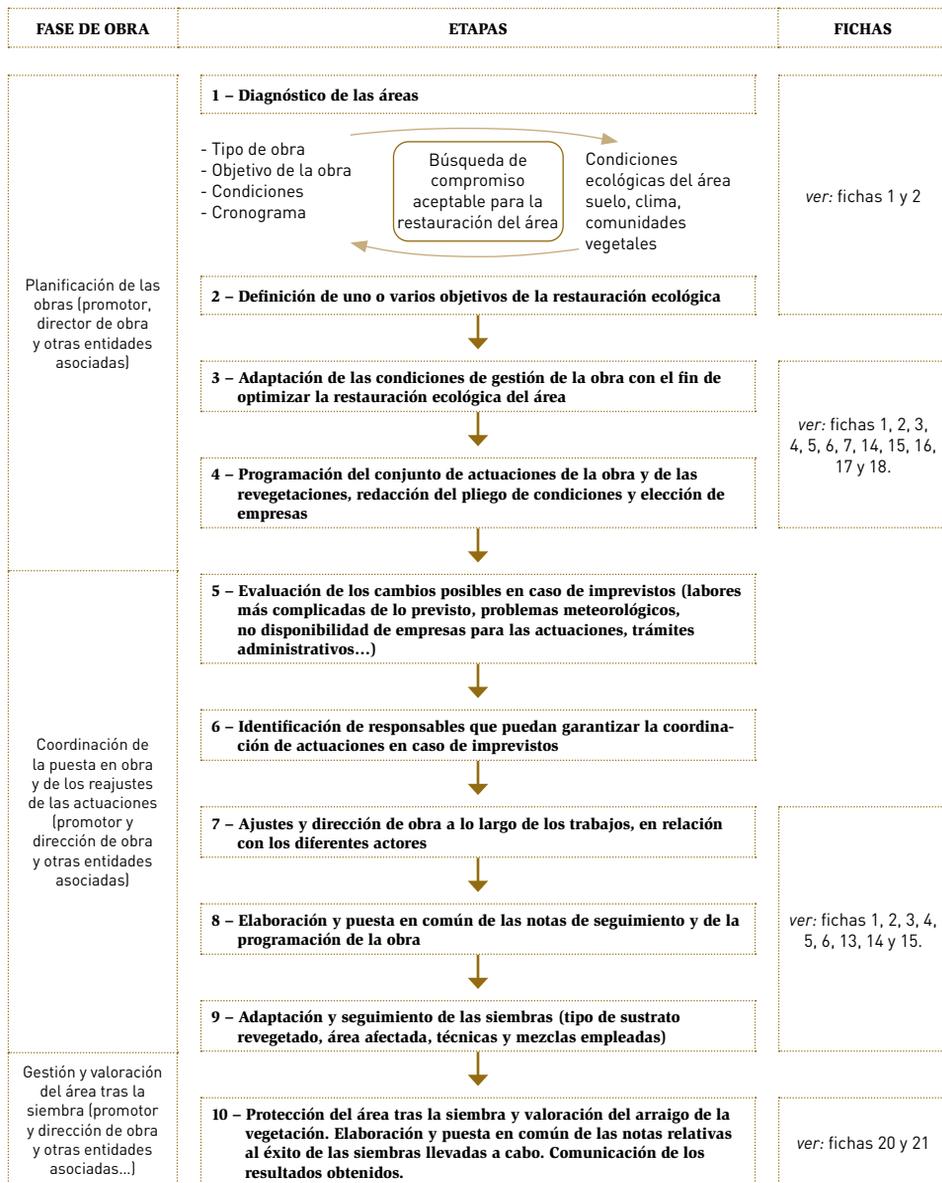


Fig. 56 – Modelo de gestión de una obra favorable a la restauración ecológica de un espacio.

Permitir el desarrollo de las plántulas antes de las heladas o de la sequía.

Las siembras deben llevarse a cabo sobre sustratos blandos y en periodos que permitan a las plantas aprovechar los días propensos para la fotosíntesis. Requieren de algunas semanas para desarrollar hojas y raíces que les permitan resistir a las grandes variaciones hídricas y térmicas, invernales o estivales, a las heladas o a las sequías. Algunas recomendaciones para la revegetación proponen volver a llevar a cabo una sobre-siembra en la primavera o el otoño siguiente, en el caso de que se contemple un débil recubrimiento del suelo. Sin embargo, los suelos se encuentran frecuentemente compactados o alisados en superficie, limitando fuertemente las posibilidades de enraizamiento de las nuevas plántulas. Organizar adecuadamente la primera siembra resulta una medida mucho más eficaz a largo plazo.

INTERÉS

Una siembra de final de verano/principios de otoño, varias semanas antes de las primeras heladas, permitirá a las plántulas germinar y desarrollarse con condiciones climáticas favorables. El crecimiento de las plántulas en septiembre les permitirá resistir las heladas de otoño. Las plántulas instaladas podrán fijar el suelo parcialmente durante el deshielo. Las siembras que requieren un periodo de humedad y frío podrán germinar al principio de la primavera. Las siembras precoces de primavera podrán ser igualmente eficaces si las condiciones edafo-climáticas permiten un desarrollo suficiente de las plántulas antes del periodo seco del verano. En contrapartida, se desaconseja realizar siembras sobre sustratos desecantes en los meses de junio y/o julio para evitar la mortalidad de plántulas en caso de sequía.

CONDICIONES ÓPTIMAS

La siembra a principio de septiembre permite a las especies de gramíneas de brote rápido desarrollar numerosos tallos (tallos secundarios o hijos), garantizando una primera cubierta vegetal que será protegida de las amplitudes térmicas por el manto

nival hasta la primavera. Asimismo, permite que las plántulas se desarrollen suficientemente para afrontar las primeras heladas de final de año. En el piso subalpino, la humedad nocturna permite revegetar, frecuentemente, los sustratos blandos y finos entre abril y mayo, y a partir del mes de agosto. Cuando las siembras no pueden preverse para principios de septiembre, periodo más favorable, es preferible llevarlas a cabo sobre un suelo recién reconstruido sea cual sea el momento, evitando únicamente los meses de junio y julio. Esto evita el lavado y compactación del suelo por la lluvia.

APLICACIÓN

- Organizar las obras para que la primera siembra tenga lugar entre finales de agosto y principios de octubre;
- En su defecto, si las obras no han podido acabarse antes del invierno, sembrar en primavera. Realizar esta actuación tras la retirada de la nieve, lo más pronto posible, antes del principio del verano.

Fuentes: Steinfeld *et al.* (2007).

Implantar comunidades vegetales que recubran el suelo rápidamente y se integren en los ecosistemas.

La mezcla de semillas debe ser, si es posible, de procedencia pirenaica y adaptada a las condiciones ecológicas del área de siembra. En caso de que sea complicado acceder a semillas nativas en el mercado, se puede valorar el empleo de especies alóctonas para obtener una cubierta vegetal transitoria. En este caso, es preferible que las especies seleccionadas no presenten riesgos importantes para la flora local (riesgo de hibridación¹ o de competencia). El empleo de semillas certificadas seleccionadas en cotas bajas desde varias generaciones representa un menor riesgo que el de semillas no certificadas de procedencia desconocida. Su selección, siendo más antigua y artificial, influye en la pérdida de su diversidad genética. El seguimiento de las experiencias de multiplicación de semillas y de restauración ecológica llevadas a cabo dentro del marco del programa Ecovars ha permitido determinar mezclas de semillas adaptadas a ciertas condiciones ecológicas en los Pirineos. Las proporciones propuestas para estas mezclas han sido determinadas según estudios de los rasgos funcionales² de las especies, de su papel dentro de la comunidad vegetal y de su interés en la revegetación.

INTERÉS

En un primer momento, las especies pioneras capaces de crecer rápidamente sobre suelos degradados constituyen un material importante para asegurar su rápida protección y reactivar su actividad biológica. El empleo de especies presentes de forma natural en el entorno permite conservar las comunidades vegetales. Se establecen asociaciones simbióticas entre diferentes especies, y entre plantas y otros organismos (bacterias, hongos, insectos...). Una gran diversidad de especies favorece las interacciones entre las plantas y el suelo, reforzando así la resiliencia de la comunidad vegetal. La producción de diferentes fuentes de materia orgánica vegetal favorece, así mismo, la diversidad microbiana del suelo. De este modo, se contribuye a mejorar las propiedades del suelo de una manera más eficaz.

CONDICIONES ÓPTIMAS

Es importante disponer de una amplia gama de semillas silvestres de procedencia pirenaica (o especies que no lo sean pero que no presenten

riesgos de competición o de hibridación con la flora local). Las condiciones ecológicas del área a sembrar deben ser objeto de un diagnóstico completo; el cual permitirá determinar las especies adaptadas a incluir en las mezclas, y los periodos de siembra. Las mezclas de especies silvestres de procedencia pirenaica pueden estar compuestas de semillas directamente recolectadas en el medio natural o multiplicadas en parcelas agrícolas. En el segundo caso, es preferible que las simientes procedan de una producción realizada en la montaña (véase recuadro Pyrégraine de nèou). Los datos de contacto de las entidades que suministran mezclas de semillas de especies pirenaicas están disponibles en www.ecovars.fr. Ajustar adecuadamente las proporciones de especies y las cantidades de semillas, permite obtener una cubierta vegetal eficaz contra la erosión del suelo a partir del primer año.

1 – Las siembras de poblaciones alóctonas pueden conllevar cruces entre individuos de la especie presente de forma natural en el entorno y aquellas introducidas. En este caso, la

descendencia procedente de estas hibridaciones no mantendrá toda la especificidad genética de sus progenitores, los cuales estaban adaptados a las condiciones locales. En una escala más amplia, esto conduce a una homogeneización de las poblaciones de una especie dada.

2 – Un rasgo funcional de vida es una característica morfológica, fisiológica y fenológica de individuos de una especie determinada. Describe la capacidad de un individuo de un cierto genotipo a sobrevivir y a reproducirse. A escala de ecosistemas, los rasgos funcionales son responsables del modo en el que los organismos responden a los factores ambientales.



Fig. 57 – Sistema radicular de una *Festuca nigra*



Fig. 58 – Sistema radicular de un regalíz de montaña

Características de las mezclas de semillas propuestas entre 1700 y 2400 m de altitud.

A esta altitud, son adecuados dos tipos de mezclas:

- Mezclas recolectadas con la "cepilladora" sobre prados o formaciones cespitosas de altura. Pueden ser completadas con un mínimo de especies agrícolas convencionales para reforzar la cubierta vegetal el primer año, siempre y cuando se limiten los riesgos de hibridación. Gramíneas alóctonas, de crecimiento rápido, pero no perennes en altura, tales como el ray-gras inglés, el centeno o el trigo, pueden contribuir a este objetivo. Si la mezcla contiene pocas leguminosas, se recomienda añadir

Anthyllis vulneraria subsp. *Boscii* o *Trifolium alpinum*. Leguminosas exógenas tales como la Veza vellosa o el Trébol blanco o morado pueden equilibrar también las mezclas. No obstante, a pesar de que la incorporación de tréboles es interesante en el plano técnico, éste conlleva riesgos de hibridación con ecotipos naturales presentes. Sería interesante desarrollar producciones de ecotipos pirenaicos de estos tréboles.

- Mezclas procedentes de multiplicación completadas o no con especies agrícolas convencionales (ver: Tabla 5)

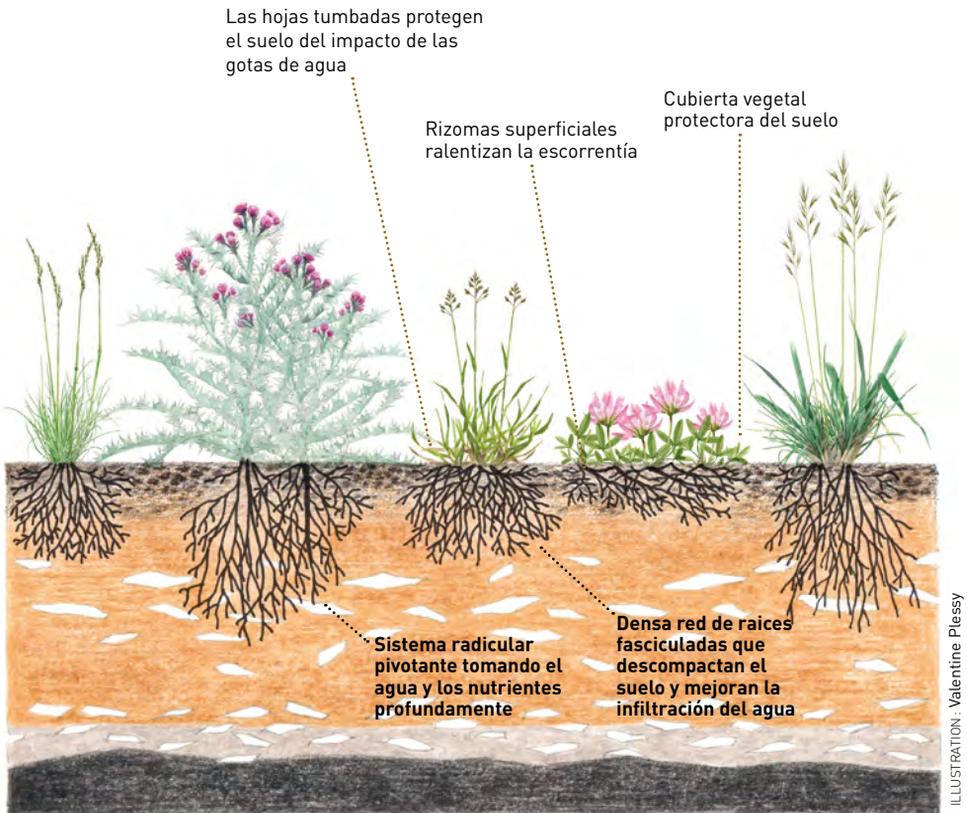


Fig. 59 – Especies adecuadas para la restauración de los céspedes subalpinos

			% de peso de especies en mezclas de montaña (alt 1700 a 2400 m)					
			Sustrato ácido				Sustrato calizo	
			Pirineos centro-occidentales		Pirineos orientales		Pirineos centro-occidentales	
Grupo funcional	Nombre común	Nombre científico	Sustrato ácido 100% procedencia local	Sustrato ácido con 2 especies exógenas	Sustrato calizo 100% procedencia local	Sustrato calizo con 2 especies exógenas	Sustrato ácido 100% procedencia local	Sustrato ácido con 2 especies exógenas
Poáceas	Palletas de prau	<i>Festuca nigrescens</i>	30	20	20	20	30	20
Poáceas	Cola de perro	<i>Cynosurus cristatus</i>	10	5	10	5	15	5
Poáceas	-	<i>Poa alpina</i>	20	10	20		0	
Poáceas	Cedacillo	<i>Briza media</i>	5	5	5		20	10
Poáceas	-	<i>Deschampsia flexuosa</i>	5		5			
Poáceas	-	<i>Festuca niphobia</i>			15	15		
Poáceas	Ray-gras ingles ¹	<i>Lolium perennis</i>		15				15
Poáceas	Centeno/Trigo/Triticale			15		30		15
Otras monocotiledóneas	-	<i>Carex sempervirens</i>					5	5
Fabáceas	Vulneraria	<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>boscii</i>	5	5			10	5
Fabáceas	Cuernecillo alpino	<i>Lotus alpinus</i>	5				10	
Fabáceas	Regaliz de montaña	<i>Trifolium alpinum</i>	10		15			
Fabacées	Trebol blanco ²	<i>Trifolium repens</i>		15				15
Fabáceas	Veza vellosa	<i>Vicia villosa</i>				20		
Otras dicotiledóneas	Milenrama	<i>Achillea millefolium</i>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Otras dicotiledóneas	Clavelina	<i>Dianthus deltooides</i>	2,5	2,5	2,5	2,5		
Otras dicotiledóneas	Llantén menor	<i>Plantago lanceolata</i>	5	5	5	5	7,5	7,5
TOTAL			100	100	100	100	100	100

Tab. 5 – Ejemplo de mezclas adaptadas al piso subalpino

- 1 – El Ray-gras se propone para evitar introducir individuos exógenos de una especie presente de forma natural en el piso subalpino.
- 2 – El empleo del trébol blanco de procedencia exógena es más problemático, dado que esta especie se encuentra presente de forma natural en estas cotas. No obstante, se propone esta especie de forma provisional, para mejorar las mezclas de semillas con una leguminosa, cuando la producción de vulneraria y cuernecillo alpino no sean suficientes.

Características de las mezclas de semillas propuestas entre 1000 y 1700 m de altitud.

A esta altitud, son adecuados tres tipos de mezclas:

- Mezclas de semillas recolectadas con la «cepilladora» sobre prados de siega fertilizados o sobre antiguos prados de siega;

- Mezclas de semillas obtenidas en el heno recién segado y extendido sobre el espacio receptor;
- Mezclas procedentes de multiplicación completadas o no con una parte mínima de especies agrícolas convencionales (véase Tabla 6).



Fig. 60 – Cola de perro

Esta especie es adecuada para la restauración de prados de siega.

		% de peso de especies en mezclas de montaña (alt 1000 a 1700 m)					
		Sustrato ácido			Sustrato calizo		
		Pirineos centro-occidentales			Pirineos orientales		
Nombre común	Nombre científico	Sustrato ácido 100% procedencia local	Sustrato ácido con 2 especies exógenas	Sustrato calizo 100% procedencia local	Sustrato calizo con 2 especies exógenas	Sustrato ácido 100% procedencia local	Sustrato ácido con 2 especies exógenas
Festuca del grupo rubra	<i>Festuca (rubra ou nigrescens)</i>	35	20	30	20	30	20
Cola de perro	<i>Cynosurus cristatus</i>	20	5	20	5	20	10
- ¹	<i>Poa trivialis</i>		10		10		
Cedacillo	<i>Briza media</i>	10	5	5		20	10
-	<i>Koeleria pyramidata</i>			20	15		
Ray-gras inglés ²	<i>Lolium perennis</i>		30		10		30
Centeno/Trigo/Triticale					10		
Vulneraria	<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>boscii</i>	5	5			10	5
-	<i>Vicia sepium</i>	15		15		10	
Trébol ¹	<i>Trifolium pratense</i>		5		5		5
Trébol blanco ¹	<i>Trifolium repens</i>		5		5		5
Cuernecillo alpino ¹	<i>Lotus corniculatus</i>		5		5		5
Veza vellosa	<i>Vicia villosa</i>				5		
Milenrama	<i>Achillea millefolium</i>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Clavelina	<i>Dianthus deltoides</i>	2,5	2,5	2,5	2,5		
Colleja	<i>Silene vulgaris</i>	5	2,5				
Llantén menor	<i>Plantago lanceolata</i>	5	2,5	5	5	7,5	7,5
TOTAL		100	100	100	100	100	100

Tab. 6 – Ejemplo de mezclas de semillas propuesta entre los 1000 y 1700 m. de altitud.

- 1 – La *Poa trivialis*, el Trébol, el Trébol blanco y el Cuernecillo alpino son especies muy adecuadas para la revegetación en estas condiciones. Para emplear los ecotipos pirenaicos de estas especies inscritas en el catálogo oficial de especies y variedades, es necesario emprender acciones con el Agrupamiento nacional interprofesional de semillas y plantas (GNIS). Sin la obtención de autorizaciones, pueden ser propuestas variedades exógenas de manera provisional para mejorar las mezclas con especies forrajeras y/o leguminosas, cuando la producción de vulneraria y cuernecillo alpino no sean suficientes.
- 2 – El empleo de Ray-gras inglés de procedencia exógena es poco problemático dado que esta especie se encuentra poco presente en el medio natural de media montaña.

APLICACIÓN

- definir el objetivo de la revegetación y determinar una asociación de plantas funcional;
- elaborar una ficha que recoja lo que ha determinado la elección de la composición de la mezcla en relación a las condiciones locales;
- elegir semillas conforme al apartado 2.2.4.2 del fascículo 35 del Pliego de cláusulas técnicas generales (CCTG). Las CCTG aplicables a la oferta pública de obra recogen el conjunto de disposiciones técnicas relativas a los trabajos de construcción y obra civil. Estos documentos son aprobados por una orden ministerial relativa a la economía y a los ministerios interesados. Se presenta como una colección de fascículos que tratan cada uno de un tema específico. El fascículo 35 "Obras paisajísticas. Áreas deportivas y ocio al aire libre" tiene por objeto regular las solicitudes de prestaciones u obras en este sector. Tras la publicación de la orden de 30 de mayo de 2012, se han adjuntado nuevos documentos al fascículo nº35 del pliego de cláusulas técnicas generales de 15 de febrero de 1999, para establecer las disposiciones contractuales en materia técnica aplicables a las prestaciones. El apartado 2.2.4.2 es relativo a la selección y a la calidad de las semillas para la revegetación. Dichas disposiciones deben ser integradas en los contratos de adjudicación entre el promotor y el contratista;
- limitarse a 8 a 10 especies o variedades;
- incluir de 10 a 20% de leguminosas;
- comprobar que las mezclas de semillas no contienen especies silvestres que no tengan el certificado de procedencia de los Pirineos;
- si no es posible obtener semillas con certificado de procedencia de los Pirineos, emplear

mezclas compuestas exclusivamente de semillas certificadas (inscritas en el catálogo francés de especies y variedades), suministradas con sus certificados de procedencia del Servicio Oficial de Control de semillas (SOC) del Grupo Nacional interprofesional de semillas y plantas (GNIS);

- sobre los sacos de semillas, solicitar al proveedor que indique la composición específica de la mezcla, el origen geográfico de procedencia y de producción, el grado de pureza y la tasa germinativa de cada especie;
- comprobar que la mezcla de semillas se adapte a las condiciones ecológicas del área a revegetar (consultar el Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées);
- realizar las siembras en otoño, preferentemente, con una dosis de 80 a 200 kg/ha para las mezclas de semillas de procedencia pirenaica (de 150 a 200 kg/ha para mezclas de semillas que no lo sean). Reforzar, si necesario, en la primavera siguiente, antes del 10 de junio, con una siembra adicional de 50 kg/ha (o de 50 a 100 kg/ha si las semillas no son de procedencia de la cordillera). Si la primera siembra se realiza en primavera, realizar la siembra adicional en otoño. Si el sustrato es pobre y la implantación de la primera siembra es regular, el aporte de un abono orgánico u organo-mineral adaptado a la primavera, puede ser eficaz para reforzar la cubierta vegetal.

Fuentes: Bussery (1989), Cano (2000), Cornier *et al.* (2011), Gauthier (1997), Henry *et al.* (2011), Krautzer *et al.* (2006), Lumaret (1999), Malaval *et al.* (2010), Steinfeld *et al.* (2007).

Evitar el derroche de fertilizantes minerales favoreciendo la recolonización de la vegetación adaptada a las condiciones locales.

En la montaña, los procesos de erosión que siguen la reconstrucción de suelos provocan una fuerte disminución de su fertilidad. Es necesario por tanto compensar las pérdidas de materia orgánica y nutrientes. No obstante, los abonos órgano-minerales y minerales pueden ser arrastrados por la escorrentía o lixiviados en profundidad. En la montaña, sobre suelos desestructurados y pobres en materia orgánica, estos fertilizantes son poco aprovechados por el suelo y las plantas. Las enmiendas y los abonos orgánicos empleados de manera repartida, suelen ser más provechosos. Con el fin de favorecer la aplicación de prácticas y productos adecuados, se pueden integrar recomendaciones técnicas en los pliegos de cláusulas técnicas particulares y en los documentos de consulta de las empresas.

INTERÉS

Los abonos orgánicos contribuyen a mejorar la estructura del suelo a largo plazo. Son adecuados porque favorecen su actividad biológica. Los nutrientes, que son liberados de forma progresiva en el suelo, son más provechosos para las plantas, favoreciendo la formación de las cubiertas vegetales y limitando su pérdida por la erosión.

CONDICIONES ÓPTIMAS

En primer lugar, es necesario evaluar la fertilidad inicial del suelo y comparar sus propiedades biológicas, físicas y químicas con las de los suelos no perturbados situados en el entorno del área a revegetar. Sobre un suelo pobre en materia orgánica, es imprescindible realizar una enmienda orgánica, la cual favorecerá la actividad biológica del suelo y mejorará sus propiedades físico-químicas a largo plazo. Sobre suelos arenosos o pedregosos, muy permeables, las enmiendas orgánicas son más adecuadas que los fertilizantes órgano-minerales dado que limitan la pérdida de nutrientes por lixiviado en profundidad. Una segunda fertilización orgánica u órgano-mineral algunos meses más tarde, puede permitir acelerar el crecimiento vegetal y evitar los

procesos de erosión. Si se observan carencias de nutrientes, puede ser útil el empleo de fertilizantes órgano-minerales ricos en nitrógeno, fósforo o potasio, y en azufre. Estos últimos pueden ser aportados en el momento de la siembra. Cuando las siembras son tardías, a finales de octubre o en noviembre, serán poco asimilados por los suelos y las plantas, y serán lavados por las aguas de infiltración y las escorrentías durante la retirada de la nieve. Para evitar estas pérdidas, los abonos órgano-minerales serán más provechosos en primavera, tras uno o dos meses de crecimiento vegetal. De este modo, en el piso subalpino, donde la desestructuración del suelo tras las obras y el crecimiento lento de las plántulas, limitan la eficacia del reciclaje biológico de los nutrientes, se aconseja retrasar la fertilización hasta que las plántulas hayan desarrollado sus sistemas radiculares en varios centímetros de profundidad.

Equipos necesarios

- material para realizar análisis de suelos;
- esparcidor de estiércol o fertilizantes;
- hidrosembradora para la fertilización a través de los riegos con agua.

APLICACIÓN

Determinar la fertilidad del suelo a sembrar

- medir y/o evaluar los elementos característicos de la fertilidad inicial del suelo (pH, contenido en materia orgánica, nitrógeno, relación entre la cantidad de carbono y de nitrógeno (C/N), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y bases intercambiables, contenido en P y en K...). Si algunas mediciones son demasiado costosas, emplear datos de análisis realizados sobre suelos sometidos a condiciones similares. La fertilidad del suelo puede ser evaluada también observando su coloración marrón oscuro, relacionada con la presencia de materia orgánica. La abundancia y la forma de los agregados del suelo o de los complejos arcillo-húmicos señalan la existencia de una actividad biológica importante y de una buena circulación del aire y del agua. La diversidad de plantas y el nivel de producción de biomasa vegetal pueden también dar información. Por último, algunas especies indican las características del suelo: la *Deschampsia flexuosa*, por ejemplo, indica una baja cantidad de nutrientes.

Determinar los riesgos de erosión

- determinar los riesgos de pérdida de fertilizantes por escorrentías o por lavado en profundidad. La forma y la superficie de las cuencas vertientes, las cubiertas vegetales, las redes habituales de drenaje y la estructura del suelo, son indicadores útiles.

Gestionar la fertilización

- evitar el empleo de fertilizantes minerales sobre suelos muy permeables y pedregosos: son fácilmente lavados por el agua y arrastrados hacia zonas más profundas en forma soluble o sólida;
- no emplear abonos minerales cerca de zonas húmedas o de turberas;

- determinar el tipo de fertilizante y, si es posible, la cantidad de materia orgánica necesaria y el número de unidades de fertilizantes en nitrógeno, fósforo y potasio adaptado al área y a las exigencias de las especies vegetales. Se recomienda tener cuenta las características de los suelos no perturbados situados en el entorno del área a sembrar;
- solicitar al proveedor una ficha técnica que describa los fertilizantes propuestos;
- abonar con una enmienda orgánica de más de 1000 kg/ha para estimular el crecimiento de la cubierta vegetal;
- priorizar los fertilizantes cuyo contenido en los elementos buscados sea alto (nutrientes N > o igual a 4%, P > o igual a 4%, K > o igual a 4%...). El análisis de la relación entre la cantidad de carbono y de nitrógeno (relación C/N) es útil para no alterar los procesos de mantenimiento de la fertilidad del suelo. Si el abonado se realiza a la vez que la siembra, o justo antes, se buscará una relación C/N inferior o igual a 15, para que no les falte nitrógeno a las plántulas. Un aporte excesivo de carbono en relación a la cantidad de nitrógeno da lugar a una pérdida temporal de las concentraciones de nitrógeno disponible para las plantas en el suelo. Este será inmovilizado por las poblaciones de microorganismos que se multiplicarán para descomponer la nueva fuente de carbono disponible. Este fenómeno, denominado «hambre de nitrógeno», da lugar a la indisponibilidad temporal de nitrógeno mineral en el suelo. Debe evitarse esta situación durante las siembras dado que esta carencia afecta en gran medida al desarrollo de las plántulas.

Fuentes: Krautzer *et al.* (2006), Lignier & Rosset (2012), Salomon (2007).

Crear un ambiente favorable para la supervivencia y el crecimiento de las plántulas.

Antes de la germinación, las semillas se ven expuestas a fuertes variaciones climáticas y sometidas a importantes fuerzas erosivas. Las plántulas también lo sufren, por lo que es vital protegerlas. El declive y la longitud del terreno en pendiente son los dos principales parámetros a tener en cuenta para determinar las técnicas y el material que mejor se adapte.

INTERÉS

Los agentes fijadores orgánicos permiten que la adherencia de las semillas y de los fertilizantes al sustrato. Un empajado manual protege el suelo y las semillas de la erosión provocada por el impacto de las gotas de agua y por la escorrentía. El empleo de heno o paja procedentes de una explotación agrícola cercana es una labor beneficiosa. Las ramillas leñosas fragmentadas también pueden resultar favorables para mejorar la estabilidad del suelo y de las siembras. En este caso, debe

ser extendido varios meses antes de la siembra de manera que las semillas puedan germinar sobre un sustrato rico en humus. Las redes y mallas de yute o de coco garantizan una mejor protección de las siembras contra la erosión hídrica. Pueden ser elementos decisivos sobre algunos taludes dado que estabilizan las semillas, favorecen el desarrollo de las plántulas limitando la amplitud térmica e hídrica y conservan la humedad en la superficie del suelo.



Fig. 61 – Efecto del empleo de una malla sobre la implantación de una siembra. Sobre la parte derecha del talud, la colocación de una malla de yute ha favorecido el desarrollo y la fijación de las especies sembradas.



Fig. 62 – Fijación de una siembra con una malla de coco y una red metálica. La malla fija el suelo y las semillas. Ofrece mejores condiciones para el crecimiento de las plántulas.

Los mulchs de fibras de madera que contienen fibras largas y fijadoras denominadas Matrices de fibras (véase Glosario), permiten formar una membrana orgánica que favorece el mantenimiento de las semillas sobre el suelo, ofreciéndoles una protección y condiciones de crecimiento favorables. Se adaptan perfectamente a las irregularidades del sustrato a sembrar. Pueden ser incorporados a las mezclas de semillas y abonos, para ser proyectados por hidrosiembra. Esta técnica de implantación de un mulch protector del suelo por proyección hidráulica se denomina hidromulching. Su aplicación requiere menos tiempo y es menos costosa que la aplicación de mallas de yute o coco. La duración de la protección del suelo y de las semillas por restos acolchados varía en función de los materiales y de las dosis empleadas. Varía de 3 a 18 meses.

CONDICIONES ÓPTIMAS

Estas técnicas son adecuadas para áreas expuestas a la erosión y a condiciones hídricas y térmicas adversas. Los sustratos deben estar, si es posible, preparados para una buena adhesión de los productos utilizados. El empajado manual es conveniente para las zonas sensibles a la erosión generada por las gotas de lluvia sobre el suelo. Es muy ligero y no está fijado al suelo, por lo que es inestable sobre áreas con elevada pendiente y no conviene para zonas expuestas a fuertes vientos o intensas escorrentías.

Las mallas de yute o de coco son adecuadas para áreas sometidas a intensos procesos erosivos debidos a la elevada pendiente y la intensa escorrentía. El empleo de mulch de fibras de madera reforzadas de fibras largas pegajosas son también eficaces para áreas sometidas a intensos procesos erosivos. Se adaptan especialmente a suelos irregulares y de difícil acceso. Estos acolchados pueden ser directamente aplicados por hidrosiembra en el momento de la siembra. Conviene adaptar las cantidades utilizadas y el número de proyecciones a prever por cada área, en función del nivel de protección deseado y de las características de los equipos disponibles. El objetivo es obtener una «pasta» de materiales adaptados, la cual no sea demasiado viscosa para poder ser proyectada por hidrosiembra. Para que el mulch sea eficaz debe estar en contacto con las semillas y recubrir el sustrato completamente.

Con el fin de favorecer la aplicación de los materiales adaptados, se recomienda que se describan las características de los mulch esperados en el Dossier de Consulta de las Empresas (DCE) y en los Pliegos de Cláusulas Técnicas Preparatorias (CCTP).

Equipos necesarios

- insumos empleados, cuba o recipiente para preparar las mezclas;
- esparcidor de estiércol o una horca para el empajado manual;
- grapas y martillo para fijar las mallas de yute o de coco;
- hidrosiembra para proyectar el mulch de fibra larga.



Fig. 63 – Plántulas protegidas por un mulch de fibras de madera largas, 5 semanas tras la siembra

APLICACIÓN

Empleo de agentes fijadores

- utilizar, preferentemente, un agente fijador biodegradable (goma guar, extractos de algas o de llantén...) sobre sustratos poco expuestos a la erosión hídrica y/o cuando la duración de la fijación esperada es de unos 3 meses;
- emplear fijadores sintéticos (familia de los polímeros y copolímeros) si la duración de la fijación esperada es de 4 a 12 meses;
- solicitar a los proveedores las fichas técnicas de los productos;
- respetar las dosis indicadas por los proveedores con el fin de no mermar la capacidad de germinación de las semillas y del desarrollo de las plántulas;
- adaptar los productos y las dosis en función de los sustratos, orientaciones y pendientes.

Extender poda triturada antes de la siembra para proteger y mejorar el suelo

- extender una capa de 3 a 8 cm de espesor en función de las necesidades de materia orgánica del sustrato y dejar que se descomponga;
- sembrar directamente sobre la poda triturada cuando el espesor de los fragmentos de madera no exceda los 2 cm. por su descomposición en humus;
- favorecer, si es posible, la germinación y el desarrollo rápido y homogéneo de las plantas removiendo superficialmente la capa de poda triturada y humus justo después de la siembra.

Instalar y fijar un acolchado natural (paja, heno)

- emplear esta técnica preferentemente sobre terrenos poco inclinados, protegidos del viento y la escorrentía;
- descompactar el sustrato justo antes del extendido del acolchado;
- extender, tras la siembra, una capa de paja o heno de 3 a 4 cm de espesor (300 a 600 g/m²) que deje pasar la luz, con una máquina esparcidora de paja o estiércol, y/o con una horca;
- regar o pasar un rodillo sobre la paja o el heno tras su extendido, con el fin de favorecer su fijación biológica al suelo;
- colocar trozos de madera, grapas o mallas metálicas por encima, en diferentes puntos, si el suelo es compacto y/o está expuesto al viento o a la escorrentía de aguas.

Colocar mallas de yute o de coco

- consultar las recomendaciones de empleo de cada producto existente;
- colocar las mallas de protección, graparlas sobre los taludes o sobre las zonas de elevadas pendientes que presenten procesos de erosión superficial. Si no es posible colocar mallas sobre todos los taludes, estas pueden ser colocadas en la parte alta de los mismos, para evitar la erosión remontante y estabilizar los salientes.

Emplear mulch de fibras de madera con una hidrosebradora

- consultar las indicaciones de los diferentes productos existentes (características de los materiales que lo constituyen, propiedades y efectos sobre el desarrollo de las siembras...);
- seleccionar los productos que se adapten a los objetivos de protección del suelo y de las siembras que se hayan marcado en función de las condiciones ecológicas del espacio (véase Fig. 62 y Tab. 7). Se aconseja emplear, especialmente, estas matrices fibrilares sobre terrenos inclinados o expuestos a la erosión hídrica;
- ajustar la dosis de simiente, de fertilizante y de mulch en función de las características del espacio y del momento de la siembra, evitando que la mezcla sea demasiado viscosa para su proyección;
- cuando es imprescindible emplear grandes concentraciones de mulch, la aplicación de mezclas de revegetación puede requerir varias proyecciones;
- proyectar, de abajo hacia arriba del talud o zonas a estabilizar, la mezcla de semillas, fertilizante y mulch, en una o varias pasadas;
- tras las primeras proyecciones, verificar el espesor y la consistencia del mulch en el suelo, así como la homogeneidad de la mezcla, para poder ajustar las dosis.

Fuentes: Haselwandter (1997), Lignier & Rosset, (2012), Magnin (2003), www.eurotec.fr, www.hydroseeding-scheier.com, www.profileevs.com, Rickson (1995).

Tipo de mulch	Composición	Material para su aplicación	Capacidad de retención de agua (%)	Longitud y características de las fibras principales (mm)
Matriz de fibras de alto rendimiento (Coco Flex ET-FGM)	51,5 % de fibras de madera con hojas, 21 % de fibras de coco, 7% de fibras de refuerzo biodegradables, 10 % de ligantes y estabilizantes, 10% de humedad	Máquina de proyección hidráulica con una boquilla ancha	1500	
Matriz de fibras de alto rendimiento (Flex-terra® HP-FGM™)	75% de fibras de madera con hojas, 9 % de fibras de refuerzo biodegradables sintéticas, 5% de agentes fijadores y fluidificantes, 5% de activadores de crecimiento, 5% de cerámica porosa	Hidrosembradora (Hidromulching)	1700	2 à 10
Matriz de fibras (FLEX GUARD® FRM...)	82% fibras de madera con hojas, 5 % de fibras sintéticas, 9 % de agentes fijadores orgánicos, 12% de humedad y 3% de otros componentes	Hidrosembradora (Hidromulching)		
Matriz de fibras (Euro Mat FGM...)	75% fibras de madera con hojas, 9% de fibras de refuerzo y 10% de agentes fijadores orgánicos	Hidrosembradora (Hidromulching)	900 - 1200	2 à 13
Matriz de fibras (SOIL GUARD® BFM, SCHEIER ®BFM...)	>88% de fibras de madera con hojas, < 9% de agentes fijadores orgánicos y activadores minerales del suelo	Hidrosembradora (Hidromulching)	1000	
Matriz de fibras. Euro Mat EFM	77% de fibras vegetales (<i>Pinus sylvestris</i>), 17% agentes estabilizantes, 5% de activadores de crecimiento	Hidrosembradora (Hidromulching)	1100	2 à 10
Matriz de fibras (Euro Mat BFM EC1,2, Scheier® BFM...)	65% de fibras de madera (<i>Pinus sylvestris</i>), 26% de fibras de celulosa reciclada, 9% de agentes fijadores y activadores de crecimiento	Hidrosembradora (Hidromulching)	1300	2 à 10
Mulch de fibras de madera (HYDRO-MULCH «UE» 1,2, Scheier HM+...)	> 95 % de fibras de madera largas y homogéneas, 0 a 3% de agentes fijadores	Hidrosembradora (Hidromulching)	700 à 1000	2 à 10
Mulch de fibras de madera + celulosa (Hydro-Mulch "3A"1...)	Mezcla de fibras de madera y de fibras de celulosa reciclada	Hidrosembradora (Hidromulching)	700 à 1100	2 à 10
Mulch de celulosa (Cellulose+ Tack, SCHEIER RCP PLUS®)	95% de fibras de celulosa reciclada y 3% de fijador orgánico	Hidrosembradora (Hidromulching)	1000	

Muy adecuado	++	Adecuado	+	Medianamente adecuado	-	Poco adecuado	--
--------------	----	----------	---	-----------------------	---	---------------	----

Tab. 7 – Características de los principales tipos de mulch existentes en el mercado

Fuente: Fichas de presentación de los productos de proveedores

1 – Productos elaborados en Francia

2 – Productos aplicables en Agricultura biológica

Capacidad de adaptación sobre los microrelieves	Cohesión del mulch	Tiempo de protección contra la erosión (meses)	Dosis* recomendada por los proveedores (kg/ha)	Agua a aportar por kg de producto (l)	Precio medio por kg
-	++	18	3400 - 4500	22	3,8
++	++	18	3400 - 4500	22	3,7
++	++	> 24	2700 - 3400	22	
++	++	18	3400 - 4000	22	3,7
++	++	> 9	3400 - 4500	22	4
++	+	6 à 24	3400 - 4000	13	2,9
++	+	6 à 24		7	
	+	6 à 12	2500 - 3400	7	
	-	2 à 6	400 - 1300		1,6
		<1 mois	250 - 1000		



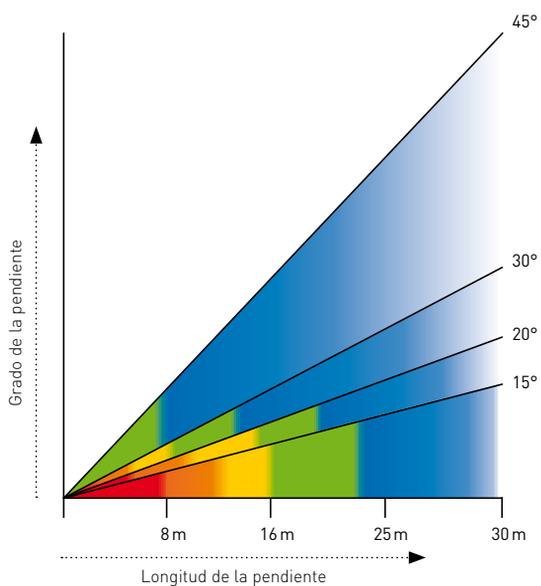
Fig. 64 – Máquina empajadora empleada para la siembra de un talud de carretera con siega recién cortada

Esta práctica agroecológica es muy adecuada para prados de siega.

Principales criterios para la elección de un mulch	Efectos sobre los principales condicionantes de éxito de las siembras		
	Germinación de semillas	Protección del sustrato y de la siembra contra la erosión	Desarrollo de las plántulas
Capacidad de retención de agua (%)	++	+	++
Longitud y características de las fibras principales (mm)	+	++	+
Capacidad de adaptación a los microrelieves del suelo	++	++	++
Cohesión del mulch	++	++	+
Tiempo de protección contra la erosión (meses)	-	++	++

Muy adecuado	++	Adecuado	+	Medianamente adecuado	-	Poco adecuado	--
--------------	----	----------	---	-----------------------	---	---------------	----

Tab. 8 – Principales criterios para la elección de un mulch



■ Mulch con papel
 ■ Mulch con fibras de maderas
 ■ Mulch BFM*
 ■ Mulch FGM*
 ■ Mulch ET - FGM*

* voir Tab. 9

Fig. 65 – Espectro de empleo de diferentes tipos de mulch en función de la longitud y de los grados de la pendiente a tratar
 Según la guía técnica europea de hidrosiembra (Lignier & Rosset, 2012).

Definir las prácticas a llevar a cabo en función del contexto local.

No existen métodos de siembra preferentes. Cada una presenta ventajas e inconvenientes según la configuración del terreno. Las siembras por extendido de siegas recién cortadas ricas en semillas es una práctica muy agroecológica que puede llevarse a cabo por los agentes locales sobre terrenos poco inclinados. La sembradora mecánica permite realizar una siembra regular, pero solo puede emplearse sobre zonas llanas. Las siembras con hidrosembradora permite sembrar eficazmente zonas de mayor pendiente y con irregularidades, incorporando en la «pasta» proyectada, mulch de fibras de madera y/o agentes fijadores, así como fertilizantes. Antes de cualquier siembra mecanizada, es importante limpiar las máquinas con el fin de evitar la introducción de semillas residuales no deseadas en la zona a revegetar. Para cada técnica de siembra, es importante ajustar la dosis empleada en función de las mezclas de semillas, del nivel de compactación y de materia orgánica de la capa superficial del suelo y de su exposición a la erosión y a las variaciones climáticas.

INTERÉS

La siembra con la hidrosembradora permite implantar de forma rápida y eficaz una cubierta vegetal. La simiente se proyecta en una mezcla de agua, fertilizantes, agentes fijadores y/o mulch de fibras de madera. Esta solución favorece la adherencia de las semillas al suelo y crea condiciones favorables para su desarrollo. El mulch, protector y biodegradable, mejora los suelos de mala calidad. A pesar de que representan una mayor carga de trabajo, las siembras por transferencia de siegas recién cortadas son muy adecuadas desde el punto de vista ecológico. Esta técnica se basa en el empleo de recursos vegetales, herramienta y conocimientos locales, presentes en las zonas donde los ganaderos realizan siegas de los prados.

La sembradora mecánica se adapta a terrenos planos, de poca pendiente, grumosos. Su empleo permite una buena distribución y aportar abono de forma simultánea. Las siembras manuales, a voleo, pueden presentar buenos resultados sobre suelos poco expuestos a la erosión y grumosos en superficie, y ello conlleva un coste menor.

CONDICIONES ÓPTIMAS

Sobre superficies llanas en áreas donde hay ganadería, el empleo de siembras por extendido de siegas recién cortadas requiere organizar los trabajos de manera que la parcela receptora haya sido preparada justo antes de realizar la siega.

El empleo de una hidrosembradora con una capacidad suficiente y la existencia de un punto de agua cercano, permiten mejorar la productividad de las operaciones. La siembra puede entonces efectuarse sobre un radio de más de 40 metros, en función de la longitud y del alcance de la lanza de agua. Sobre terrenos poco inclinados, compactos y moderadamente expuestos a la erosión, la incorporación en la mezcla de semillas de un sencillo agente fijador, permite que se adhieran. Para las zonas escarpadas donde la preparación de suelos es difícil, o imposible, resulta necesario el empleo de mulch de fibras de madera reforzadas de fibras largas pegajosas.

El empleo de una sembradora mecánica es posible sobre áreas de poca pendiente, sin irregularidades topográficas, si los suelos son finos, grumosos y secos. La zona debe ser suficientemente abierta y amplia para evitar que los bordes queden sin siembra. Sembradoras de trigo pueden ser convenientes para

la aplicación de esta técnica. Las siembras manuales (a voleo) puede ofrecer buenos resultados sobre suelos poco expuestos y grumosos en superficie, y ello con un coste menor.

Equipos necesarios

- hidrosembradora para siembra hidráulica;
- horca, esparcidor de estiércol o de paja para las siembras por transferencia de siegas recién cortadas;
- sembradora mecánica sencilla o neumática;
- sembradora combinada con un arado rotativo en línea;
- sembradora dentada. Los depósitos de semillas deben realizarse entre la serie dentada y el rodillo.

APLICACIÓN

La siembra por transferencia de siega recién cortada (véase ficha 9)

- extender el heno con un espesor de 3 a 8 cm. sobre el área a revegetar. Para obtener rápidamente una cubierta vegetal densa, el volumen de heno extendido debe permitir una siembra superior o igual a 2 g/m² (véase ficha 9).

La siembra con hidrosembradora

- elegir los agentes fijadores o los mulch de fibras de madera más adaptados a la zona, a la pendiente, al sustrato receptor, a la exposición a la erosión;
- mezclar agua, semillas, fertilizantes, agentes fijadores u/o mulch en el depósito de agitación mecánica de la hidrosembradora;

- adaptar las dosis de la cuba para evitar que la mezcla sea demasiado viscosa para poder ser proyectada, cuando existe una necesidad alta de insumos;
- regular la boquilla y la presión de la hidrosembradora para efectuar una siembra suficiente y homogénea sobre el área. La velocidad de riego puede adaptarse a la dosis de la siembra.

La siembra con sembradora mecánica

- regular la sembradora en función de las dosis y los tamaños de las semillas;
- ajustar la profundidad de la siembra para una buena germinación del conjunto de especies presentes en la mezcla de semillas;
- mezclar las semillas con los fertilizantes o los materiales inertes (arena, gravillas...) para controlar la dosis de semillas empleada, siendo el tamaño de las semillas silvestres más pequeño que el de las plantas cultivadas, frecuentemente.

La siembra manual a voleo

- estimar el número de puñados de semillas para una superficie dada, para así respetar la dosis recomendada;
- sembrar a voleo de manera homogénea;
- recubrir las semillas de una fina capa de tierra;

Fuentes: Krautzer *et al.* (2006), Lignier & Rosset, (2012).

Tipo de tratamiento	Dosis media para una superficie dada de 10 000 m ²				Volumen de insumos (m ³)	Cantidad de agua para la mezcla (litro)	Superficie tratada por cuba (m ²)	Número de llenados de la cuba a prever	Tiempo de aplicación (nº de cubas x tiempo de gestión de una cuba) (h)
	Mezcla de semillas (kg)	Enmiendas o abonos orgánicos	Agentes fijadores (kg)	Mulch de fibras de madera pegajosas(kg)					
Hidrosiembra sin aporte de mulch	133	760	30		2,5	2000	2000	4,0	6
Hidrosiembra	133	760	30	600	4	9880	1682	5,9	8
Hidromulching con la aplicación de una membrana anti-erosión	250	760	Contenido en el mulch	3400	15	57000	300	33,3	45

Tab. 9 – Datos para adaptar las dosis, las superficies a tratar y prever el tiempo de aplicación de una siembra con una hidrosebradora de 2000 l



Fig. 66 – Siembra con hidrosebradora

Ajustar los productos, sus dosis y los periodos de siembra a las condiciones ecológicas de la zona.

Para obtener buenos resultados, la siembra debe realizarse en la época del año adecuada con una mezcla de insumos adecuada a las necesidades de las plantas y a las condiciones ecológicas locales. Los agentes implicados en la revegetación deben disponer de cierta experiencia práctica para determinar cuáles son los materiales y las dosis adecuadas. Conociendo esta necesidad, consultan a las empresas de revegetación y a los proveedores de materiales. Dado el elevado precio de algunos materiales, se constata, frecuentemente, el empleo de dosis demasiado bajas. Las dos tablas de determinación de los tipos y cantidades de insumos que se pueden emplear en ciertas condiciones ecológicas, mostradas a continuación, tiene como objetivo presentar combinaciones de elementos que han sido probadas en el marco experimental llevado a cabo por el Conservatoire botanique. Las recomendaciones de la Ficha 19a son adecuadas para áreas de poca pendiente (<30%), mientras que las de la Ficha 19b son más adecuadas para espacios con mayor pendiente (>30%). Como cualquier «receta» estándar, presentan numerosas limitaciones. No obstante, pueden ayudar a personas con poca experiencia a realizar mezclas mejor adaptadas a cotas altas y a sembrarlas en periodos favorables. Con el tiempo, sería preferible que los actores de la revegetación fueran capaces de establecer cuáles son los insumos adecuados haciendo uso de los conocimientos y principios agronómicos.

Fuentes: Lignier & Rosset (2012), Actas de seguimiento de los experimentos e informes de los trabajos realizados durante el proyecto Ecovars³⁰

Época de siembra e insumos recomendados sobre terrenos con poca pendiente

	Altitud	Suelo pobre		Suelo poco fértil	
		Zona cálida soleada	Zona fresca umbría	Zona cálida	Zona fresca umbría
Épocas favorables de siembra	1000 - 1700 m	marz o sept	marz, abr, agos, sept	marz, abr, agos, sept	marz, abr, mayo, agos, sept
	1700 - 2400 m	abril o sept	abr, agos, sept	abr, agos, sept	abr, agos, sept
Dosis de agentes fijadores	1000 - 1700 m	5 kg/ha	5 kg/ha	5 kg/ha	5 kg/ha
	1700 - 2400 m	5 à 10 kg/ha	5 à 10 kg/ha	5 à 10 kg/ha	5 à 10 kg/ha
Dosis de mulch¹ de fibra de madera	1000 - 1700 m	1000 kg/ha	500 kg/ha	800 kg/ha	250 kg/ha
	1700 - 2400 m	1500 kg/ha	800 kg/ha	1000 kg/ha	500 kg/ha
Dosis de fertilizantes² (kg/ha)	1000 - 1700 m	1500 kg/ha	2500 kg/ha	1000 kg/ha	1500 kg/ha
	1700 - 2400 m	1500 kg/ha	2500 kg/ha	1000 kg/ha	1500 kg/ha
Ejemplo de mezclas de semillas adecuadas³	1000 - 1700 m	Simientes recolectadas sobre formaciones cespitosas o prados «semi-naturales»			
		90 kg/ha	70 kg/ha	90 kg/ha	60 kg/ha
		Simientes de las marcas «Végétal local» o «Pyrégraine de nèou»			
		110 kg/ha	100 kg/ha	100 kg/ha	80 kg/ha
	1700 - 2400 m	Simientes recolectadas in situ o de una marca de procedencia local + 2 especies alóctonas			
		90 kg/ha	70 kg/ha	80 kg/ha	60 kg/ha
		Simientes recolectadas in situ sobre formaciones cespitosas y prados «semi-naturales»			
		125 kg/ha	80 kg/ha	100 kg/ha	70 kg/ha
		Mezcla de semillas de las marcas «Végétal local» o «Pyrégraine de nèou»			
		150 kg/ha	100 kg/ha	120 kg/ha	100 kg/ha
Simientes recolectadas in situ o de una marca de procedencia local + 2 especies					
125 kg/ha	80 kg/ha	100 kg/ha	70 kg/ha		

Fig. 67 – Propuesta de clave de identificación de los tipos y las cantidades de insumos a emplear sobre terrenos con poca pendiente

1 – Mulch de fibras de madera con el objetivo principal de mantener la humedad del suelo.

2 – Fertilizantes 100% orgánico u organo-mineral [N=5, P=5, K=5].

3 – El empleo de simientes recolectadas de forma local limita los riesgos de introducción de especies alóctonas.



Fig. 68a – Siembra de 125 kg/ha de una mezcla de semillas locales recolectadas con cepilladora [Supebagnères, 06/10/17]. El objetivo era evaluar los rendimientos de las semillas locales sobre sustratos degradados por antiguos movimientos de tierra.



Fig. 68b – Implantación de la vegetación un año tras la siembra [en primer plano, 17/10/17].



Fig. 69a – Crecimiento de las plántulas 3 semanas tras una siembra de 100 kg/ha de semillas de prados de siega recolectadas con cepilladora [Barèges, 29/09/15].



Fig. 69b – Vegetación de un prado de siega restituído 4 años tras la siembra (08/08/19).



Fig. 70a – Estado del sustrato en el momento de una siembra de 125 kg/ha de 5 especies de la marca «Pyré-graine de nèou» [Grand-Tourmalet, 13/10/16].



Fig. 70b – Desarrollo de las plántulas dos años tras la siembra [21/10/18].

Época de siembra e insumos recomendados sobre taludes y terrenos inclinados (30 a 100%)

	Altitud	Suelo pobre		Suelo poco fértil	
		Zona cálida soleada	Zona fresca umbría	Zona cálida soleada	Zona fresca umbría
Época de siembra	1000 - 1700 m	marz, abr, sept	marz, abr, agos, sept	marz, abr, agos, sept	marz, abr, may, agos, sept
	1700 - 2400 m	abril o sept	abr, may, agos, sept	abr, may, agos, sept	abr a sept
Dosis de mulch de fibras de madera reforzadas¹	1000 - 1700 m	3000 kg/ha	2500 kg/ha	2000 kg/ha	2000 kg/ha
	1700 - 2400 m	3500 kg/ha	3500 kg/ha	2500 kg/ha	2500 kg/ha
Dosis de fertilizante orgánico²	1000 - 1700 m	2 x 1000 kg/ha	2 x 1000 kg/ha	2 x 500 kg/ha	2 x 1000 kg/ha
	1700 - 2400 m	2 x 1000 kg/ha	2 x 1000 kg/ha	2 x 500 kg/ha	2 x 1000 kg/ha
Ejemplo de mezclas de semillas adecuadas³	1000 - 1700 m	Simientes recolectadas sobre formaciones cespitosas o prados «semi-naturales»			
		125 kg/ha	100 kg/ha	100 kg/ha	80 kg/ha
		Simientes de las marcas «Végétal local» o «Pyrégraine de nèou»			
		125 kg/ha	100 kg/ha	100 kg/ha	80 kg/ha
	1700 - 2400 m	Simientes recolectadas in situ o de una marca de procedencia local + 2 especies alóctonas			
		125 kg/ha	100 kg/ha	100 kg/ha	60 kg/ha
		Simientes recolectadas in situ sobre formaciones cespitosas y prados «semi-naturales»			
		150 kg/ha	125 kg/ha	125 kg/ha	100 kg/ha
		Mezcla de semillas de la marca «Pyrégraine de nèou»			
		200 kg/ha	150 kg/ha	150 kg/ha	125 kg/ha
Simientes recolectadas in situ o de una marca de procedencia local + 2 especies alóctonas poraires					
150 kg/ha	125 kg/ha	125 kg/ha	100 kg/ha		

Fig. 71 – Propuesta de clave de identificación de los tipos y las cantidades de insumos a emplear sobre terrenos con mucha pendiente

- 1 – Mulch de fibras largas reforzadas para crear membranas de protección: estos mulchs son adecuados dado que pueden proteger el suelo y las plántulas de la erosión durante varios meses (véase: Ficha 18).
- 2 – Fertilizantes 100% orgánico u organo-mineral (N=5, P=5, K=5). Se aconseja prever un abonado en dos veces.
- 3 – El empleo de simientes recolectadas de forma local limita los riesgos de introducción de especies alóctonas.



Fig. 72a – Talud antes de la restauración ecológica con 100 kg/ha de simiente recolectada con cepilladora sobre un cervunal y con mulch de fibras de madera larga (Andorre, Soldeu el Tarter, 07/10/15).



Fig. 72b – Talud restaurado 9 meses tras la siembra (07/07/16).



Fig. 73a – Sustrato 3 meses antes de la revegetación con 150 kg/ha de una mezcla compuesta de 50% de semillas recolectadas con cepilladora, 25 % de centeno y 25 % de veza vellosa (Font-Romeu, 25/07/17).



Fig. 73b – Talud revegetado 10 meses tras la siembra (06/08/18).



Fig. 74a – Siembra de 125 kg de una mezcla de 5 especies de la marca «Pyrégraine de néou»



Fig. 74b – Talud revegetado dos años tras la siembra (21/09/18).

Proteger del pisoteo y del pastoreo tras la siembra.

El pastoreo y el pisoteo sobre las zonas recién sembradas puede dar lugar al fracaso de la revegetación. Los rebaños de vacuno y de ovino gustan de las plántulas tiernas. Pueden dañar las zonas revegetadas. Por ello es imprescindible realizar una protección temporal. Se limitará también el paso de senderistas sobre la cubierta vegetal.

INTERÉS

Las plántulas, frecuentemente muy apetentes, son sensibles al hecho de ser pastadas. Además, soportan mal el pisoteo de los animales, sus raíces no están suficientemente desarrolladas. Aprovecharán la protección.

CONDICIONES ÓPTIMAS

Con el fin de prever la protección de una zona, es imprescindible que los ganaderos aprueben los objetivos de restauración. Se deben establecer las herramientas de diálogo lo antes posible, con el fin de presentar el interés de estas medidas, cuyo objetivo es la reconstrucción de los recursos forrajeros mayores, dos o tres años tras la siembra. Es necesario realizar una protección sobre los espacios frecuentados por los rebaños, durante un año o más, sobre suelos pobres y expuestos a la erosión.

Equipos necesarios

- estacas o postes de madera o de hierro,
- vallado eléctrico o malla metálica,
- alambre, tenaza, clavos, martillo maza,
- batería para el vallado eléctrico y lona de protección. Son adecuados modelos de batería alimentados por paneles solares (puede ser importante colocar un sistema antirrobo).

APLICACIÓN

- negociar la colocación de sistemas de protección de las zonas revegetadas con los ganaderos y las agrupaciones pastorales, con el objeto de reconstruir la productividad forrajera de la formación cespitosa o el prado;
- explicar a los usuarios del espacio las precauciones a tener en cuenta;
- adaptar el modelo de vallado en función del tiempo y objetivos de la instalación;
- emplear placas de señalización para evitar que las especies galliformes choquen contra los vallados;
- proteger el espacio durante la primera primavera tras la siembra. Prolongar la defensa si la vegetación presenta señales de fragilidad tras el verano;
- informar a los senderistas acerca de la protección (señalización sobre las zonas sensibles, información sobre zonas turísticas...).

Fuentes: Syndicat mixte d'aménagement du Dessoubre (2015)

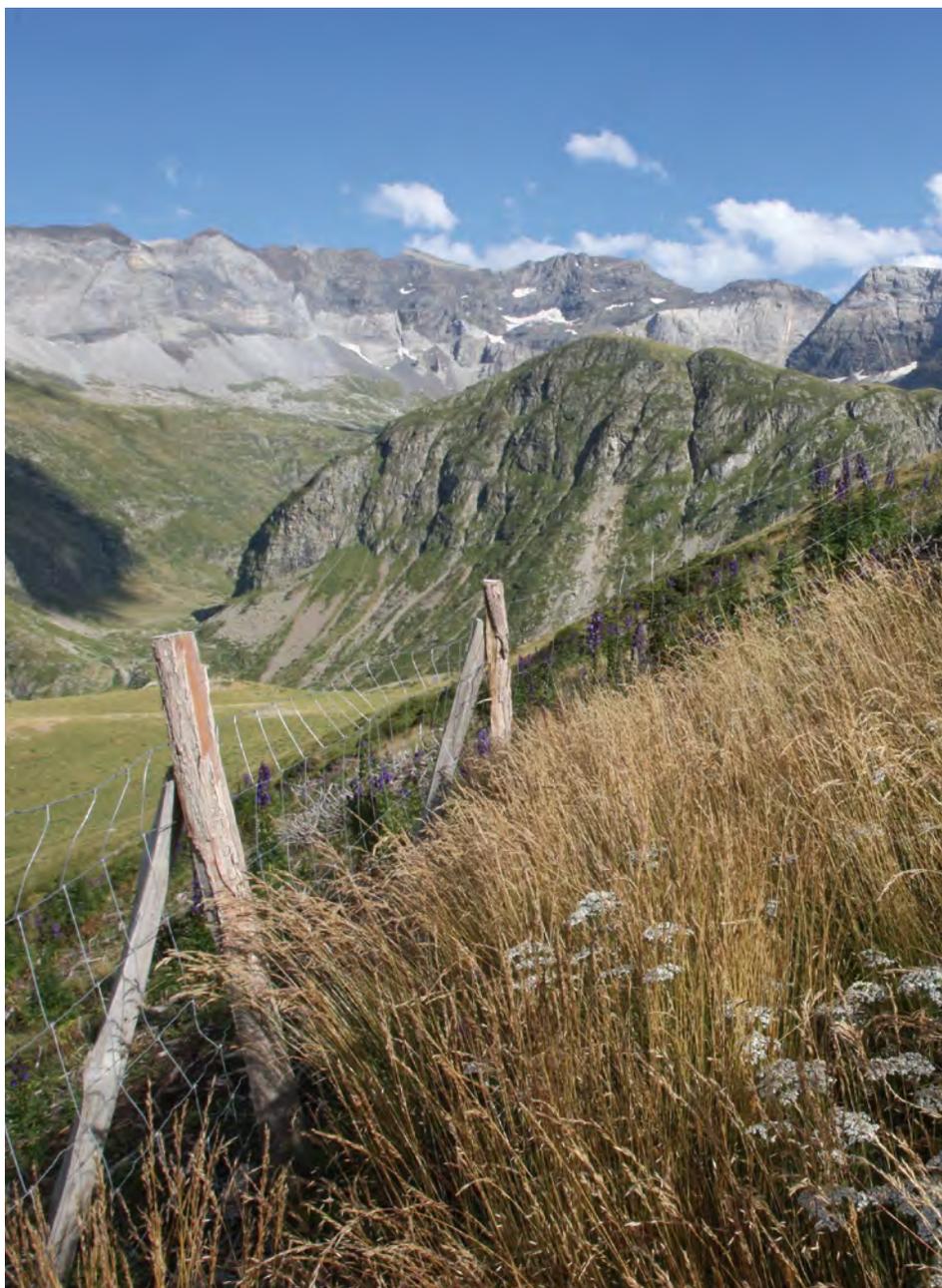


Fig. 75 – Vallado de protección de vegetación subalpina

Evaluar los resultados de la siembra y, en caso de tasas de cubiertas insuficientes, proceder a realizar una nueva siembra

La tasa de recubrimiento vegetal de un espacio permite evaluar el éxito de una operación de revegetación. Constituye un indicador sintético. En función de los objetivos del seguimiento, este parámetro puede ser completado por otros más difíciles de cuantificar, como la composición florística y la producción de biomasa de la vegetación, las características del suelo, la aptencia para los animales, el mantenimiento de la nieve... Generalmente, se admite, por parte de los científicos y los gestores, que una tasa de cubierta vegetal de 70 a 80% resulta eficaz contra la erosión en montaña.

INTERÉS

El seguimiento de las parcelas permite evaluar la eficacia de las labores de revegetación y adaptar la gestión de la zona si fuese necesario. Pueden llevarse a cabo los dos niveles de seguimiento siguientes:

- un seguimiento basado en la evaluación de las tasas de la cubierta vegetal por parte de los gestores. Permite verificar el éxito de la operación, y de ajustar mejor, si fuese necesario, las técnicas para futuras revegetaciones;
- un seguimiento complejo cuyo objetivo es entender el funcionamiento de los sistemas suelo-plantas restaurados. Estas labores, que pueden ser llevadas a cabo por especialistas, pueden permitir determinar los factores influyentes sobre el éxito de la revegetación.

CONDICIONES ÓPTIMAS

Para un seguimiento sencillo

La estimación de la cubierta puede llevarse a cabo midiendo la cubierta vegetal del espacio con la ayuda de parcelas o transectos. Un año después de la siembra, se considera que la revegetación ha tenido éxito cuando:

- la siembra recubre más del 75% de la superficie sembrada no rocosa, cuando el entorno está

constituido por formaciones cespitosas, matorral y bosque. El número de plántulas observadas por decímetro cuadrado (dm²) debe ser superior a 15;

- la diferencia entre la tasa de cubierta obtenida y la que existe en el entorno del espacio restaurado es inferior a 10% cuando el espacio a restaurar está constituido por canchales y rocas.

Para un seguimiento y estudio analítico

El protocolo de seguimiento/evaluación debe adaptarse a los objetivos y al tipo de vegetación estudiada. Por tanto, es importante informarse acerca de los métodos de seguimiento existentes y/o hablar con las personas experimentadas en esta materia. Este paso favorece la identificación de las labores necesarias para llevar a cabo el seguimiento. Sistemas de muestreo basados en parcelas fijas, facilitan la obtención de datos cuantitativos a lo largo de varios años. La caracterización de la cubierta vegetal y de los sustratos a revegetar antes de la siembra, es importante para entender la evolución de los sistemas suelo-planta restaurados. Cuando esto es posible, resulta conveniente seguir las parcelas no revegetadas o restauradas de forma diferente, con el fin de comparar los resultados obtenidos. Las características de la vegetación

esperada como objetivo de la restauración ecológica, pueden determinarse también a partir de las parcelas de referencia, no perturbadas, situadas en el entorno.

Equipos necesarios

Para un seguimiento sencillo:

- cuadros o quadrats para medir la tasa de la cubierta vegetal;
- cintas métricas y varas de hierro para los muestreos según los puntos de contacto de la vara a lo largo de los transectos.

Para un seguimiento y estudio analítico, se requiere, además:

- estadillos para facilitar la toma de datos;
- herramientas de muestreo y de análisis de muestras de plantas y de suelo;
- guías de identificación de la flora local;
- GPS, programas de tratamiento de datos.

APLICACIÓN

Para un seguimiento sencillo

- realizar los muestreos utilizando cuadros (Fig. 76) o anotando los puntos de contacto con la vegetación a lo largo de transectos (Fig. 77) en diferentes puntos representativos de la parcela;
- si se elige el método de cuadro de muestreo, medir la cubierta vegetal sobre al menos 5 cuadrados de 0,25 m²;
- si se elige el método de transectos por puntos de contacto, realizar uno o varios transectos representativos de la diversidad del área. Sobre estos transectos, colocar una vara de hierro perpendicular al suelo en intervalos regulares y anotar si se encuentra en contacto con plantas o si solamente con elementos minerales. Se recomienda colocar la vara de hierro sobre al menos 50 puntos de la parcela de modo que se obtenga un porcentaje de la cubierta vegetal cercano a la realidad.

Para un seguimiento y estudio analítico

- realizar una consulta bibliográfica para ajustar el protocolo a los objetivos de la restauración ecológica (reducción de la erosión del suelo, mantenimiento de la biodiversidad...) y a los recursos disponibles;
- definir los parámetros de seguimiento y los protocolos de medición. Si el objetivo prioritario es limitar la erosión del suelo, el seguimiento permite controlar el estado de la cubierta vegetal y de su capacidad para fijar el suelo y mejorar

su fertilidad. Si el objetivo es crear asociaciones de especies diversificadas y características del entorno, los seguimientos consistirán en inventariar la presencia de las diferentes especies en la formación vegetal. Cuando el objetivo consiste en reponer parcelas forrajeras o en mejorar las propiedades del suelo, son útiles las medidas de biomasa aérea y radicular. La combinación de dos métodos puede ser adecuado para completar la información obtenida;

- definir un plan de muestreo teniendo en cuenta la diversidad de situaciones existentes sobre la zona revegetada (tamaño de la parcela de seguimiento, localización y periodicidad de las medidas);
- evaluar anualmente o de forma más regular, la evolución de las tasas de la cubierta vegetal de otros parámetros seguidos;
- sobre revegetaciones recientes de céspedes subalpinos, el seguimiento con la ayuda de cuadros de muestreo es adecuado, dado que permite obtener valores de parámetros de seguimiento por unidad de superficie. Se recomienda disponer sobre la parcela, los cuadros de muestreo en varios puntos representativos, con el fin de realizar una evaluación visual de las tasas de cubierta vegetal y otros parámetros de seguimiento;
- sobre formaciones más altas de praderas, el empleo de inventarios por puntos de contacto a lo largo de los transectos, es más adecuado para determinar la aportación relativa de las diferentes especies sobre la cubierta del suelo. Se recomienda entonces realizar transectos sobre líneas que atraviesen la parcela para estimar la aportación de las especies, y otros parámetros de seguimiento, sobre la cubierta del suelo;
- si el objetivo es mejorar las mezclas de semillas de revegetación propuestas para las condiciones ecológicas y de la obra, es adecuado identificar las especies sembradas que se implantan rápidamente y recubren el suelo de forma duradera;
- si el objetivo es evaluar el interés ecológico de las asociaciones de especies reimplantadas, es adecuado comparar la composición de las asociaciones de especies formadas con respecto a la de las formaciones vegetales naturales del entorno a restaurar. Estos estudios pueden ser completados por evaluaciones relativas del funcionamiento de las comunidades vegetales y los servicios ecosistémicos que ofrecen.

Estos estudios analíticos sobre los intereses ecológicos de la restauración ecológica requieren

- realizar un inventario de especies que permita obtener o bien la tasa, o bien la aportación relativa sobre la cubierta de las diferentes especies presentes en las parcelas (medición con la ayuda de cuadros de muestreo o por puntos de contacto sobre una línea de transecto);
- emplear estos datos para calcular los índices de Ellenberg y de Shanon (véase: Glosario) y comparar sus valores;
- realizar agrupaciones de especies por familias o por grupos funcionales (poáceas, otras monocotiledóneas, fabáceas y otras dicotiledóneas) o competencias (tolerancia al estrés, ruderales);

- analizar las diferentes proporciones de los grupos funcionales y evaluar su efecto potencial sobre el funcionamiento y la evolución de la vegetación y del suelo;
- 3 años tras la siembra, valorar si la formación vegetal creada tiene una estructura y un funcionamiento ecológico cercano a las que están presentes de forma natural;
- valorar si las prácticas y las mezclas de semillas empleadas en la restauración ecológica pueden ajustarse mejor.

Fuentes: Betoni (2015), Burylo (2011), Bussery (1989), Cornelissen et al. (2003), Nizan (2016), Huc *et al.* (2018), Grime (1973), Grime (1987), Vicenç *et al.* (2019), Westoby (1998).



Fig. 76 – Inventario de especies en un cuadro de muestreo sobre formación cespitosa subalpina



Fig. 77 – Inventario botánico por punto de contacto sobre prado de siega

Una vara de hierro se clava a intervalos regulares sobre la línea de transecto. Las especies que tocan la vara varias veces en un punto dado, solo se anotan una vez. Cuando se realizan decenas de puntos de contacto, esta técnica permite obtener la aportación de una especie vegetal sobre la cubierta vegetal de la parcela [%].

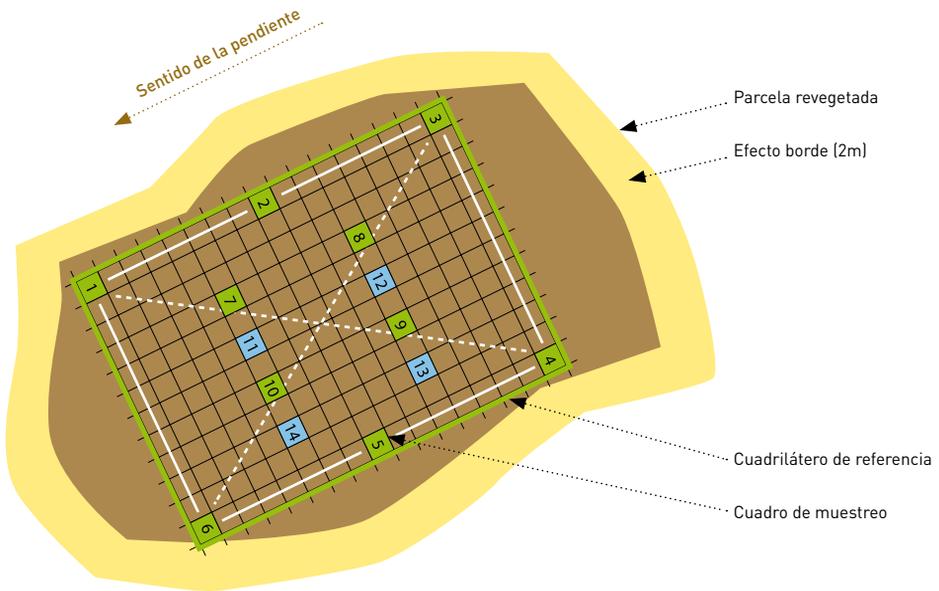


Fig. 78 – Ubicación de los cuadros de muestreo sobre una parcela revegetada

En verde, ubicación de los cuadros de muestreo de vegetación y superficie del suelo. En azul, ubicación de los cuadros de muestreo empleados para las muestras de biomasa vegetal y de suelo. Estos 4 cuadros son desplazados cada año para evitar tomar muestras sobre zonas perturbadas por la toma de muestras la anterior vez.



Fig. 79 – Cuadros empleados (50 cm x 50 cm = 0,25 m²)

Son recolocados anualmente en el mismo lugar gracias a unas grapas colocadas sobre el suelo.

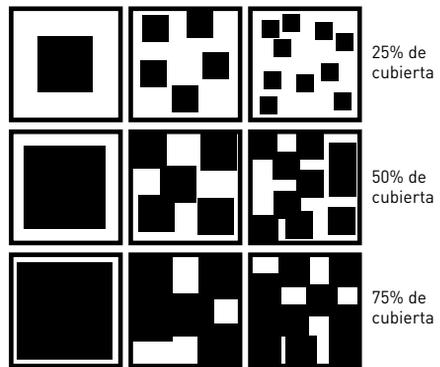


Fig. 80 – Rejilla de estimación de la cubierta vegetal

La cubierta vegetal de cada especie se estima a partir de observaciones realizadas sobre rejillas de cuadros (10x10 cm). El nivel de precisión empleado en el momento de la evaluación es del orden de 1/4 de rejilla.

Dar a conocer a los habitantes, profesionales, turistas, el sentido de las inversiones.

La percepción de una obra realizada en la montaña y de la revegetación que la acompaña, difiere según la posición de los agentes. Un senderista lo podrá considerar un atentado contra la naturaleza, un esquiador podrá ser indiferente, un concejal local esperará resultados técnicos, un ganadero lo valorará como una pérdida de recursos, etc. En cualquier caso, estos agentes esperan tener información. Las obras pueden ser bien intencionadas, pero si no se explica el sentido que tienen, se exponen a incomprensiones. Empezando por el vallado, que será criticado o no se respetará...

INTERÉS

En primer lugar, la comunicación puede ayudar a dar a conocer las labores de revegetación y favorecer su aprobación por parte de los agentes del territorio. Además, permite la construcción de una mirada más justa del público (habitantes, turistas y excursionistas en verano, esquiadores en invierno, etc.) hacia las labores de revegetación: existencia de prácticas de revegetación, complejidad de las intervenciones, necesidad de revegetar con especies silvestres procedentes del Pirineo, objetivos de protección aplicados, etc. Con el tiempo, las labores de comunicación pueden contribuir a un cambio de la percepción de los impactos de las actividades humanas y sobre las soluciones basadas en la Naturaleza. Pueden beneficiar también la imagen de los territorios de montaña y la de los agentes turísticos.

CONDICIONES ÓPTIMAS

La reflexión acerca de una estrategia de comunicación debe estar presente desde el inicio de la obra y de la revegetación.

APLICACIÓN

- **identificar los agentes implicados** en la obra y en la revegetación (cargos municipales locales, ganaderos, técnicos, habitantes, turistas, excursionistas, esquiadores...) y **detallar los objetivos de comunicación** generales y específicos para cada meta (comprensión de los retos de la revegetación, información de la obra y de las técnicas aplicadas, sensibilización y comportamientos, imagen de marca de los agentes implicados en la revegetación, etc.);
- elaborar un discurso adaptado y traducirlo de manera creativa sobre los soportes de comunicación elegidos (prensa, cartas informativas, señalización...);
- velar por un diseño de comunicación coherente con los objetivos de la revegetación (respeto del medio, integración paisajística de la señalización, etc.).

Fuentes: Henry *et al.* (2011).

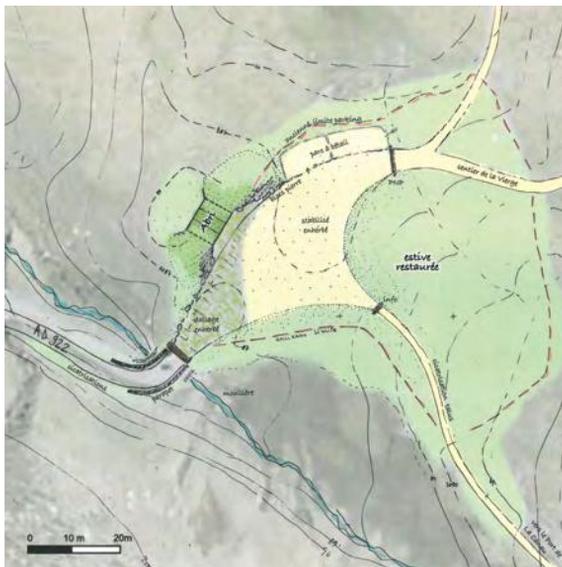
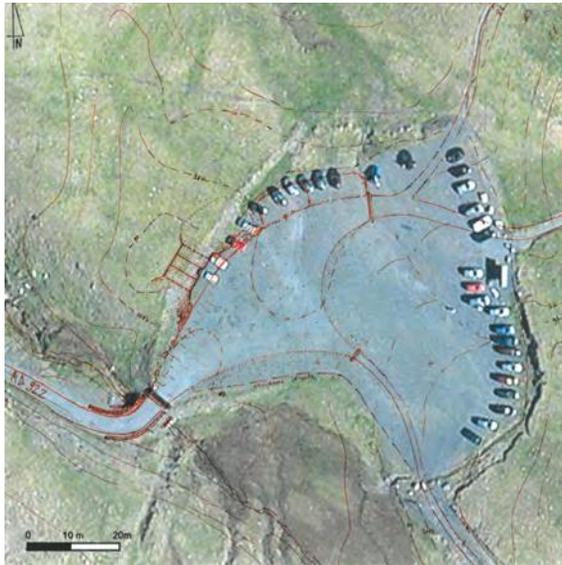


Fig. 81 - Plano general de las obras llevadas a cabo sobre el aparcamiento del circo de Troumouse

Este plano, instalado a la entrada de la zona, permite informar a los habitantes, turistas e instituciones acerca de las obras de restauración ecológica llevada a cabo por el Ayuntamiento de Gavarnie-Gèdres [promotor] y estudio de arquitectura Morel Delaigue Paysagistes [director de obra]. Esta obra tenía como objetivo retirar el asfalto para reemplazarlo por formaciones cespitosas subalpinas.

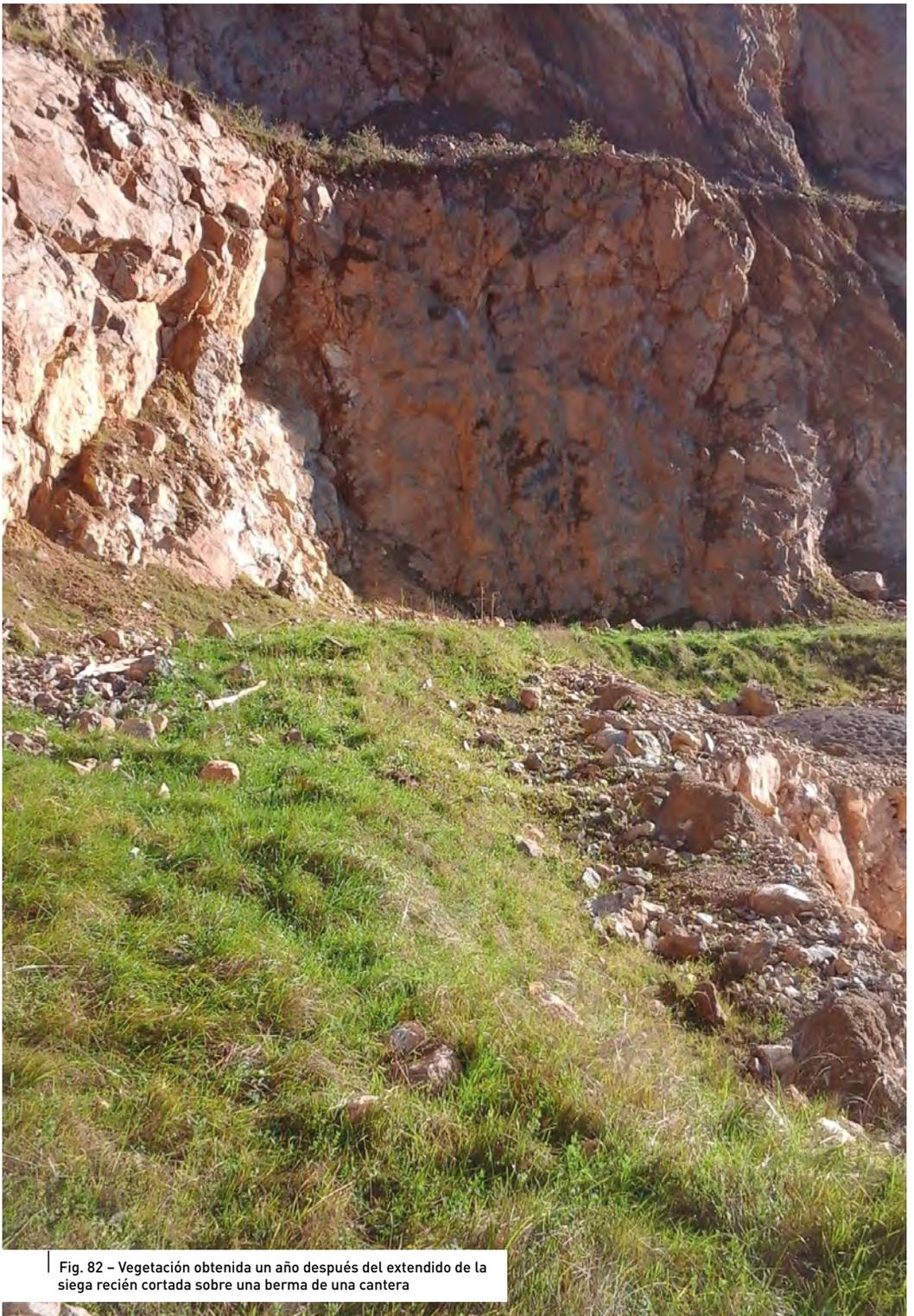


Fig. 82 – Vegetación obtenida un año después del extendido de la siega recién cortada sobre una berma de una cantera

4 | **Especies silvestres del Pirineo aprovechables en la revegetación**

Se recomienda en primer lugar identificar especies cuyo potencial de aprovechamiento sea alto. La abundancia y la distribución de especies en las áreas donde se interviene son criterios importantes para la selección. En los Pirineos, donde las condiciones entre diferentes zonas son variables, pueden emplearse varias especies características de las principales comunidades vegetales que se vean afectadas por las obras.

En general, se considera adecuado utilizar semillas de especies que tengan una alta capacidad de adaptación a diversas condiciones ecológicas. Las especies pioneras y/o que toleran suelos pobres y secos, así como variaciones de temperatura, son las más propicias.

No obstante, la selección de especies depende de los objetivos de la revegetación. Éstos son, por ejemplo, reproducir hábitats naturales similares a los preexistentes, recubrir rápidamente el suelo para protegerlo de la erosión, generar pastos de calidad, etc. Generalmente, la selección de las especies nace de la búsqueda de un equilibrio entre las limitaciones ecológicas y las consideraciones técnicas y económicas. Entre los criterios de valoración de especies, se citan los siguientes:

- la capacidad de adaptación a las condiciones edafo-climáticas de las áreas a revegetar;
- el interés ecológico (conservación de la flora y la fauna, fertilidad de suelos...);
- la velocidad de crecimiento;
- la fijación del suelo;
- la resistencia a la siega, al pastoreo y al pisoteo;
- el valor nutritivo del forraje y su apetencia;
- la facilidad de recolección;
- la facilidad de multiplicación (pasos técnicos, duración del ciclo, rendimientos);
- la facilidad de trillado y almacenamiento, y el mantenimiento de la capacidad germinativa;
- la importancia de las funciones ecológicas de la especie dentro de la mezcla de semillas locales;
- el equilibrio entre el interés ecológico de la planta, el coste de producción y su precio potencial para la venta.

Las siguientes fichas describen las principales características biológicas de las especies multiplicadas y empleadas en revegetaciones. Las técnicas de cultivo están disponibles en www.ecovars.fr; destinadas a los agricultores y a los viveros de producción de semillas.

Cedacillo | *Briza media* L.

Una frágil hierba, óptima donde el pastoreo es extensivo, estabilizando la capa de humus.



| Fig. 83 – Cedacillo

El cedacillo se encuentra desde el piso montano inferior hasta el piso subalpino. Su preferencia edáfica es basófila, aunque se encuentra también sobre suelos ligeramente ácidos, pobres en nutrientes. Su sistema radicular superficial se desarrolla principalmente sobre la capa de humus. Esta especie proporciona un forraje apetente pero poco abundante, y no soporta el pastoreo intensivo. Sobre formaciones cespitosas

y prados no abonados, su crecimiento se ve estimulado por siegas de mantenimiento.

El cedacillo es una gramínea vivaz, de tamaño medio, y rizoma rastrero que emite estolones. Puede confundirse con *Briza minor*: panícula laxa, espiguillas ovoides que penden y trémulas con la mínima brisa. Esta planta florece de mayo a julio, fructificando entre junio y septiembre.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	
Familia	Gramínea
Altura	De 30 a 60 cm, pudiendo alcanzar 1 m
Tallos	Erectos
Hojas	Truncadas, de limbo corto y rugoso, y lígula corta, como cortada transversalmente
Inflorescencias y flores	Panícula laxa y floja. Espiguillas ovoides (entre 4 y 7 mm de largo), péndulas y de ramitas finales muy finas
Semillas	Pequeñas semillas en el interior de las glumelas Peso de 1000 semillas: de 0,5 a 0,7 g
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	
Región	Europa y Asia, sobre el conjunto de la cordillera de los Pirineos
Altitud/piso	Desde el piso montano inferior hasta el piso subalpino
ECOLOGÍA	
Temperamento	Especie heliófila, meso-xerófila e higrófila
Suelo (roca madre, pH)	De suelos alcalinos (rendzina) a suelos de acidez media
Suelo (humedad)	De suelos secos a húmedos (muy amplio rango hídrico)
Suelo (Humus, fertilidad química)	Mull carbonatado, de Mull a Moder rico en humus
Suelo (textura)	Suelos arcillosos, limosos o limo-arenosos
Comunidades vegetales	Prados, céspedes mesófilos, turberas minerotróficas alcalinas, de oligotróficas a meso-eutróficas (<i>Arrhenatheretalia elatioris</i> , <i>Agrostio-Arrhenatheretea</i>), céspedes con predominio de hemicriptófitos, de meso-xerófilos a xerófilos, a veces sobre sustratos carbonatados o básicos (<i>Festuco-Brometea</i>), céspedes calcícolas subalpinos (<i>Festuco-Seslerietea</i>)

Fuentes: Bolòs & Vigo (2001), Coste (1937a), Doré (1995), Krautzer *et al.* (2004), Saule (2018), Villar *et al.* (2001).

Avenella flexuosa (L.) Drejer, *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.

Una especie vivaz poco eficaz contra la erosión, pero que acepta suelos con déficit de nutrientes.



Fig. 84 – *Avenella flexuosa*

Poco competitiva y adaptada a los suelos pobres, la *Avenella flexuosa* coloniza con frecuencia suelos pardos sobre roca madre ácida (granito, esquisto, areniscas...). Su follaje y su sistema radicular no presentan un gran desarrollo, por lo que no garantizan una protección óptima contra la erosión del suelo frente a la lluvia y la

escorrentía. La *Avenella flexuosa* es una gramínea de tamaño pequeño a medio que se desarrolla en matas cespitosas. Se identifica por sus tallos erectos, sus hojas finas y lisas, con una lígula truncada y una panícula muy laxa, compuesta de espiguillas violáceas. Florece de mayo a agosto, fructificando entre junio y septiembre.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Familia	Gramínea
Altura	De 30 a 80 cm
Tallos	Erectos, delgados, con muy pocas hojas
Hojas	Enrolladas, filiformes, de sección hexagonal en observación con lupa, y lígula corta, de 2 mm de ancho y truncada. Verdes, tornándose rojizas, sin rugosidades desde la base hasta la punta
Inflorescencias y flores	Paniculas muy laxas y compuestas de espiguillas teñidas de morado y blanco de aproximadamente 5 mm, dispuestas sobre las largas y ondulantes ramificaciones, las cuales se estrechan cerca del eje tras la floración. Cada espiguilla contiene dos flores hermafroditas, con pelos sedosos en la base de la glumela inferior, y presentando, en la parte basal y trasera, una arista doblada que sobrepasa ampliamente el tamaño de la espiguilla
Semillas	Fruto con una envoltura de 2,5 a 3,5 mm de largo y de 0,6 a 0,9 mm de ancho. Peso de 1000 semillas: 0,5 - 0,7 g

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Región	Europa, hasta el hemisferio austral, euro-siberiana. Con presencia sobre el conjunto de la cordillera de los Pirineos.
Altitud/piso	Desde las llanuras hasta el piso subalpino

ECOLOGÍA

Temperamento	Especie semi-heliófila (óptimo en orlas)
Suelo (roca madre, pH)	Suelos ácidos y descalcificados
Suelo (humedad)	De suelos secos a frescos
Suelo (Humus, fertilidad química)	De Oligomull a Mor, suelos pardos ácidos, podzoles
Suelo (textura)	Suelos limosos o arenosos
Comunidades vegetales	Céspedes en márgenes y lindes de bosques, sobre suelos ácidos oligotrofos (<i>Melamypyro-Holcetea</i>), céspedes acidófilos subalpinos y alpinos (<i>Festucion eskiae</i> , <i>Nardion strictae</i>), céspedes acidófilos oligotrofos (<i>Violion caninae</i>), céspedes con predominio de hemicriptófitos, de meso-xerófilos a xerófilos, a veces sobre sustrato básico (<i>Chamaespartio-Agrostidenion</i>)

Fuentes: Bolòs & Vigo (2001), Coste (1937a), Krautzer et al. (2004), Saule (2018), Villar et al. (2001).

Cola de perro | *Cynosurus cristatus* L.

Una gramínea comodín.



Fig. 85 – Cola de perro

Planta vivaz cespitosa, la cola de perro puede crecer sobre suelos diversos, con buenas reservas minerales e hídricas. Es resistente al pastoreo intenso, y protege el suelo contra la erosión de forma duradera. Esta especie proporciona

un forraje de buena calidad. Es una gramínea vivaz de panículas espiciformes, y de color verde claro. Florece de junio a agosto, fructificando entre julio y septiembre.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Familia	Gramínea
Altura	De 30 a 80 cm
Tallos	Erecta, bastante delgada, lampiña en la parte alta
Hojas	Ligeramente rígidas, con limbo plano, alargado y ápice agudo, bastante estrecho (3 mm como máximo). Lígula corta (0,5 - 1,5 mm de largo) y membranosa, truncada.
Inflorescencias y flores	Panícula espiciforme, estrecha, larga, densa, vede, con ramificaciones muy cortas. Espiguillas de dos tipos: uno, con 3-7 flores hermafroditas cuyas lemas presentan una arista corta; y otro, estériles, formadas por glumelas alargadas y agudas sin aristas, pero cuya quilla se ve acentuada por un ala rugosa.
Semillas	Peso de 1000 semillas: 0,5-0,7 g

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Región	Europa y Cáucaso
Altitud/piso	Desde el piso montano inferior hasta el piso subalpino

ECOLOGÍA

Temperamento	Especie heliófila, de meso-xerófila a mesófila
Suelo (roca madre, pH)	pH alcalino, moderadamente ácido (pH 5 a 7)
Suelo (humedad)	Suelos más bien húmedos
Suelo (Humus, fertilidad química)	Humus rico en nutrientes
Suelo (textura)	Limo-arcilloso
Comunidades vegetales	<i>Veronico serpyllifoliae</i> - <i>Cynosurenalia cristati</i> <i>Arrhenatheretalia</i> , <i>Bromion erecti</i> , <i>Galio-Alliarietalia</i> , <i>Cynosurion cristati</i> , <i>Cynosurolifolietum repentis</i> , <i>Merendero-Cynosurolifolietum</i> .

Fuentes: Bolòs & Vigo (2001), Krautzer *et al.* (2004), Rameau *et al.* (1993), Saule (2018), Villar *et al.* (2001).

Festuca niphobia (St-Yves) Kerguélen

Una gramínea común en las áreas centrales y orientales del Pirineo.



Fig. 86 - *Festuca niphobia*

La *Festuca niphobia* crece sobre suelos silíceos moderadamente húmedos y bien expuestos. Coloniza formaciones cespitosas más o menos pedregosas y pastos, cerca de las crestas ventosas. Sus matas densas y erguidas hacen de esta especie una planta interesante para la protección de suelos y el desarrollo de comunidades

vegetales en el piso subalpino. Esta gramínea es una planta vivaz y cespitosa, de pequeño tamaño. Sus hojas son filiformes, rígidas, más o menos punzantes en la zona del ápice, de color verde o grisáceo. La *Festuca niphobia* florece de julio a agosto, fructificando entre julio y septiembre.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	
Familia	Gramínea
Altura	Pequeño, de 10 a 25 cm
Tallos	Lisos y erguidos
Hojas	Finas (0,5 a 0,6 mm de grosor), rígidas y generalmente arqueadas, algo punzantes, de verde a grisáceas, con una sección más o menos ovalada.
Inflorescencias y flores	Inflorescencias cortas de 2 a 5 mm, densas, erguidas sobresaliendo poco de las hojas. Las espiguillas son verdes, teñidas de morado. La lema, glabra o ligeramente áspera, a veces ciliada por los márgenes, mide de 3,5 a 4,5 mm.
Semillas	Peso de 1000 semillas: de 0,7 a 1 g, media de 0,8 g
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	
Región	Endémica del Macizo Central y la parte centro-occidental de los Pirineos
Altitud/piso	Pisos subalpino y alpino (de 1500 a 2600 m)
ECOLOGÍA	
Temperamento	Especie heliófila, pionera sobre las crestas y las laderas moderadas, expuestas al viento.
Suelo (roca madre, pH)	Suelos silíceos con pH ácido, sobre granitos o areniscas
Suelo (humedad)	Suelos de medio a bien drenados (especie mesófila)
Suelo (Humus, fertilidad química)	Suelos pobres en humus y sales minerales
Suelo (textura)	Arenosos o más o menos pedregosos
Comunidades vegetales	Césped acidófilos abiertos, alpinos, crisófilos, meso-higrófilos [<i>Festucion airoidis</i> Braun-Blanquet 1948] [<i>Festucion eskiae</i> Braun-Blanquet 1948].

Fuentes: Bolòs & Vigo (2001), Portal (1999), Villar *et al.* (2001)

Palletas de prau | *Festuca nigrescens* L.

Una gramínea poco exigente, que gusta de ambientes secos y soleados, y es aprovechable por el ganado.



Fig. 87 – Palletas de prau

Acidófila, oligotrófica y poco exigente en nutrientes, la *Festuca nigrescens* se encuentra sobre todo tipo de rocas, desde el piso montano hasta el piso alpino. Prefiere no obstante las estaciones soleadas y más bien secas. Crece más lentamente en los prados y céspedes muy

húmedos. Es una muy buena especie forrajera, soportando muy bien el pastoreo.

Gramínea vivaz y cespitosa de tamaño medio, formando matas de un color verde intenso. Florece de mayo a agosto, fructificando entre julio y septiembre.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Familia	Gramínea
Altura	30-60 cm, puede alcanzar los 90 cm
Tallos	Delgados, erectos o geniculados, lisos y glabros
Hojas	Verdes, de sección poligonal, blandas, con vainas soldadas y enteras hasta su parte superior; hojas caulinares planas pero muy estrechas, lígula corta
Inflorescencias y flores	Paniculas erectas, estrechas o lanceoladas de 10 cm como máximo, espiguillas de 8 a 9 mm de largo, verdes o violáceas. Lema ciliada en el borde superior, con una arista ligeramente superior a la mitad de su longitud
Semillas	Peso de 1000 semillas: de 1 a 1,4 g, media de 1,2 g

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Región	Endémica de los Pirineos y de la Cordillera Cantábrica
Altitud/piso	Desde el piso montano hasta el piso alpino

ECOLOGÍA

Temperamento	Especie heliófila, de meso-xerófila a meso-higrófila
Suelo (roca madre, pH)	Crece sobre todo tipo de rocas, de suelos neutros a ácidos, pH: 5,5 a 6,8
Suelo (humedad)	Suelos con buenas reservas de agua, pero con poca humedad y no encharcados
Suelo (Humus, fertilidad química)	De Oligomull a Moder, más o menos rico en bases y en nutrientes
Suelo (textura)	Limos arenosos o puros
Comunidades vegetales	Céspedes acidófilos de montanos a subalpinos (<i>Nardetea strictae</i>) incluyendo principalmente <i>Nardion</i> , <i>Festucion eskiae</i> , <i>Galio-Festucion</i> , <i>Agrostion curtisii</i> , <i>Violion caninae</i> , <i>Nardo-Juncion</i>

Fuentes: Bolòs & Vigo (2001), Coste (1937a), Krautzer *et al.* (2004), Portal (1999), Rameau *et al.* (1993), Saule (2018), Villar *et al.* (2001).

Poa alpina L.

Una excelente forrajera, pionera y precoz, dotada de un sistema radicular que fija el suelo.



Fig. 88 – *Poa alpina*

La *Poa alpina* crece de forma natural sobre suelos secos o húmedos, ligeramente ácidos y ricos en humus. Tolera bien las altas tasas de nutrientes, así como el frío. Se establece como especie pionera sobre suelos removidos y con un humus poco ácido. Fija bien el suelo gracias a su potente sistema radicular. Se desarrolla en densas matas, es resistente al pastoreo y muy apetente

para el ganado; todo ello de manera rápida. Esta gramínea vivaz está constituida por matas de pequeño a medio tamaño y por rizomas. Provistos de una vaina foliar, los tallos de esta planta se parecen ligeramente a pequeños puerros alargados. La *Poa alpina* florece de mayo a junio, fructificando entre junio y agosto.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Familia	Gramínea
Altura	De 10 a 40 cm
Tallos	Erectos o acodados, glabros con dos a cuatro nudos
Hojas	Hojas estrechas y alargadas, glaucas, con limbo plano de 3 a 12 cm de largo y de 2,5 a 5 mm de ancho, aplanado y ensanchado, acabadas en punta, estrechándose repentinamente. Cepa con vainas gruesas conformadas por restos de hojas de años anteriores.
Inflorescencias y flores	Paniculas de 1 a 5 cm con 1 o 2 ramificaciones inferiores, estrechas y ondulantes, soportando espiguillas oblongas u ovoidales de 3-6 mm, que reúnen de 5 a 10 flores violetas, variegadas de blanco a verde.
Semillas	Semillas con envolturas de 2 a 4 mm de largo y de 0,6 mm de ancho y de grosor, lanceoladas, ovaladas y acabadas en punta. Peso de 1000 semillas: 0,4-0,5 g, media de 0,47 g.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Región	Presencia en todo el hemisferio norte. Sobre el conjunto de la cordillera de los Pirineos
Altitud/piso	Desde el piso montano hasta el piso alpino

ECOLOGÍA

Temperamento	Especie pionera heliófila (soporta la media sombra)
Suelo (roca madre, pH)	Ricos en humus y poco ácidos, pH entre 5 y 7,2
Suelo (humedad)	Seco o húmedo
Suelo (Humus, fertilidad química)	De Mull a Moder, medianamente fértil, resiste a niveles altos de nutrientes
Suelo (textura)	Limoso, limo-arcilloso
Comunidades vegetales	Prados, menos frecuente sobre céspedes subalpinos mesófilos o meso-higrófilos eutótrofos (<i>Poion alpinae</i>), céspedes con predominio de hemicriptófitos subalpinos sobre sustratos carbonatados o básicos (<i>Festuco-Seslerietea</i>), céspedes acidófilos subalpinos y alpinos (<i>Nardion strictae</i>)

Fuentes: Bolòs & Vigo (2001), Bussery (1989), Krautzer *et al.* (2004), Rameau (1993), Saule (2018), Villar *et al.* (2001).

Carex sempervirens Vill. subsp *sempervirens*

Una cyperácea poco exigente de las altas montañas calizas.

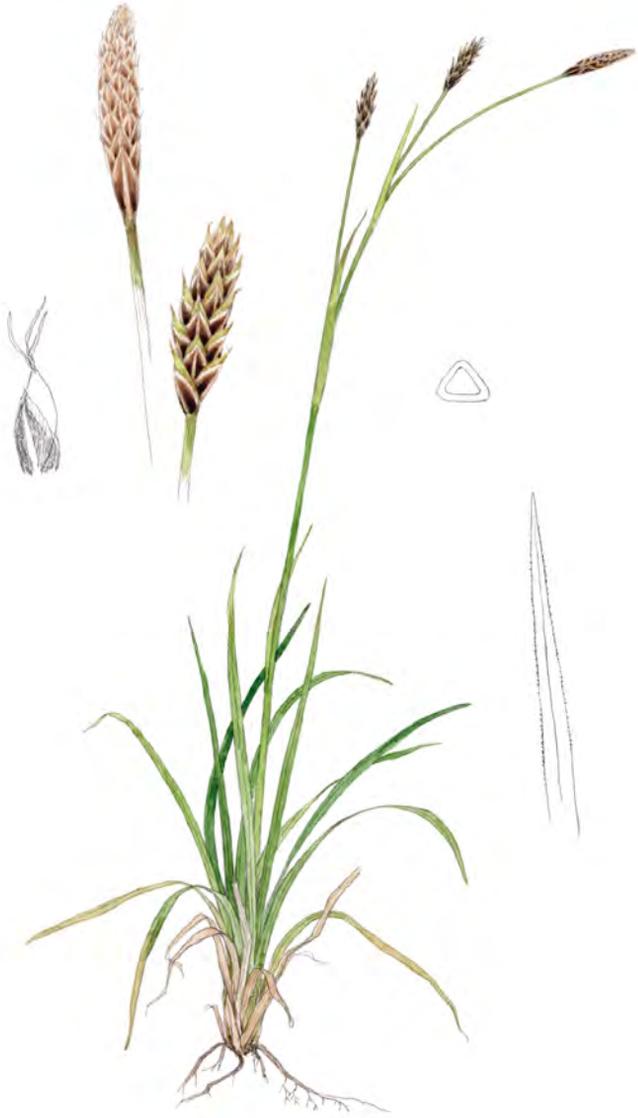


Fig. 89 – *Carex sempervirens*

Especie vivaz de cepas cespitosas muy tenaces; el *Carex sempervirens* es característico de las formaciones cespitosas pedregosas frescas, de las umbrías montanas o subalpinas, o de los céspedes alpinos y subalpinos de solana, sobre zonas calizas. Existe una subespecie que crece sobre granito (*Carex sempervirens* subsp.

granitica (Braun-Blanq.) Vicioso = *Carex sempervirens* subsp. *pseudotristis* (Domin) Pawt.), de hojas más anchas y semillas color púrpura.

De tamaño medio, esta planta cespitosa de tallos frondosos, es interesante para la fijación de suelos. Florece de mayo a agosto, fructificando entre julio y septiembre.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Familia	Cyperácea
Altura	De 10 a 40 cm
Tallos	Tallos de sección trigona, con hojas únicamente en la base, lisos
Hojas	Hojas alargadas de color verde intenso, bastante estrechas (4 mm de ancho como máximo), ásperas, con vaina de color pardo claro, más corta que el tallo
Inflorescencias y flores	Espiga masculina solitaria, oblonga, de color pardo claro. Las espigas femeninas, en número de 2 o 3, son pedunculadas, laxas, siempre erectas. Glumas pardas lanceoladas, brácteas que envainan, foliáceas, frecuentemente más cortas que los pedúnculos; escamas parduzcas, lanceoladas; 3 estigmas; utrículos pardo ferrugíneos, oblongo-lanceolados (5-6 mm), poco nerviados, sobrepasando la escama
Semillas	Peso de 1 000 semillas: de 1 a 1,4 g, media de 1,2 g

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Región	Montañas del centro y sur de Europa, del oeste y centro de Asia.
Altitud/piso	Desde el piso montano hasta el piso alpino (1500 a 2500 m)

ECOLOGÍA

Temperamento	Especie meso-higrófila de áreas más o menos sombreadas
Suelo (roca madre, pH)	Crece sobre sustratos más o menos pedregosos con pH básico a neutro
Suelo (humedad)	Suelos ligeramente húmedos y no encharcados
Suelo (Humus, fertilidad química)	Suelos más o menos pobres en humus y en nutrientes
Suelo (textura)	Suelos de textura arcillo-limosa o sustratos pedregosos (lapiaz)
Comunidades vegetales	Hábitat de céspedes subalpinos calizos (lapiaz), <i>Carici-Kobresietea</i>

Fuentes: Bolòs & Vigo (2001), Rameau *et al.* (1993), Saule (2018), Villar *et al.* (2001).

Vulneraria | *Anthyllis vulneraria* subsp. *boscii*
Kerguélen

Una leguminosa poco exigente en nutrientes, con un potente sistema radicular, que prefiere las estaciones más calidas.



| Fig. 90 – *Vulneraria*

La vulneraria está adaptada a los medios calizos o ligeramente ácidos. Las zonas semiáridas y pedregosas le convienen, al igual que los taludes con orientación de solana. Se encuentra desde el piso montano hasta la base del piso alpino. Protege eficazmente el suelo, gracias a un buen desarrollo de su sistema radicular, encontrándose sus tallos y sus hojas más dispersos. Esta leguminosa exige pocos nutrientes. Fija el nitrógeno del aire en el suelo, liberándolo en el

momento de la descomposición de sus tejidos muertos. El nitrógeno será entonces aprovechable por otras plantas de su entorno o beneficiará a los microorganismos del suelo. Esta planta presenta tallos aéreos bastante cortos, ligeramente leñosos en la base, tumbados, rastreros y erectos, con hojas compuestas y flores de color rosa fucsia. Florece de mayo a agosto, fructificando entre julio y octubre.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	
Familia	Leguminosa
Altura	De 5 a 50 cm
Tallos	Tumbados o erectos, simples o ramificados, pubescentes
Hojas	Compuestas imparipinnadas (entre 8 y 14 pares de foliolos lanceolados y un foliolo terminal más grande que los demás, especialmente sobre las hojas interiores)
Inflorescencias y flores	Inflorescencias densas de color rosa fucsia, rojizas o blancas, que presentan en la base una bráctea verde, dividida en foliolos dispuestos en forma de abanico y soportada por un largo pedúnculo. Cáliz inflado, pubescente, que se dilata tras la floración, con un borde oblicuo provisto de dos labios dentados: el superior con dos dientes y el inferior con tres dientes
Semillas	Semillas bastante aplanadas, oblongas acuminadas, truncadas en el ápice, estriadas a lo largo de las mismas, de color gris plateado. Largo: de 1,4 a 2,5 mm; ancho: 0,8 mm; grosor: 0,3 mm aproximadamente Peso de 1 000 semillas: de 2,7 a 3,9 g

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	
Región	Europa y Norte de África. Conjunto de la cordillera de los Pirineos
Altitud/piso	Desde el piso montano hasta el piso subalpino

ECOLOGÍA	
Temperamento	Especie orófila, heliófila, de meso-xerófila a mesófila
Suelo (roca madre, pH)	Suelos básicos a ligeramente ácidos; pH: entre 5,5 y 7,5
Suelo (humedad)	Suelos con pocas reservas de agua o ligeramente deficitarios
Suelo (Humus, fertilidad química)	Mull, de medio a poco fértil
Suelo (textura)	Arcillas de procesos de decarbonatación, limos
Comunidades vegetales	Céspedes calizos subalpinos (<i>Seslerietalia caeruleae</i>), céspedes de atlánticos a subatlánticos con predominio de hemcriptófitos, de xerófilos a meso-xerófilos sobre sustratos carbonatados o básicos (<i>Brometalia erecti</i>)

Fuentes: Bolòs & Vigo (2001), Bussery (1989), Krautzer *et al.* (2004), Rameau (1993), Saule (2018), Villar *et al.* (2001).

Cuernecillo alpino | *Lotus alpinus* (DC.) Schleich. ex Ramond

Una leguminosa polivalente, que tolera suelos rocosos y suelos secos, y que mejora la fertilidad del suelo.



| Fig. 91 – Cuernecillo alpino

El cuernecillo alpino es común en cotas altas, sobre las formaciones cespitosas o los taludes. Crece tanto sobre suelos ácidos como calizos. Presenta una baja exigencia hídrica, y se implanta fácilmente sobre suelos pedregosos y secos. Su sistema radicular se articula en torno a una raíz pivotante, con un desarrollo profundo, ramificado, protegiendo el suelo frente a la erosión, así como su porte rastrero. El cuernecillo alpino fija nitrógeno del aire al igual que la mayoría de

las leguminosas. Este se restituye al suelo facilitando así la colonización vegetal del medio por otras especies autóctonas. Esta pequeña planta vivaz, estolonífera, glabra, forma un tapete vegetal. El cuernecillo alpino se diferencia del *Lotus corniculatus* por sus flores solitarias, amarillas teñidas de rojo y púrpura oscuro en sus extremos. Algunos autores consideran que se trata de un ecotipo. Florece de junio a agosto, fructificando entre julio y octubre.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	
Familia	Leguminosa
Altura	De 5 a 15 cm
Tallos	Simples o ramificados, herbáceos. Sus estolones reptantes generan rebrotes de la cepa.
Hojas	Hojas compuestas por pequeños folíolos (menos de 7 mm)
Inflorescencias y flores	Umbelas simples. Flores unitarias, amarillas con tintes rojizos y púrpuras oscuros en sus extremos
Semillas	El fruto es una vaina alargada y rectilínea Peso de 1000 semillas: de 0,8 a 1,2, media de 1,1 g
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	
Región	Alpes y Pirineos
Altitud/piso	Desde el piso subalpino hasta el piso alpino (de 1500 m a 2980 m)
ECOLOGÍA	
Temperamento	Especie orófila, heliófila, de meso-xerófila a mesófila
Suelo (roca madre, pH)	De suelos ácidos a básicos; pH: de 5,5 a 7,5
Suelo (humedad)	Suelos con reservas de agua frecuentemente deficitarias
Suelo (Humus, fertilidad química)	Suelos más o menos evolucionados y fértiles, pudiendo ser pobres en nutrientes
Suelo (textura)	Rocas, limos y arcillas, más o menos pedregosos
Comunidades vegetales	Céspedes acidófilos subalpinos y alpinos (<i>Caricetea curvulae</i>), céspedes calcícolas subalpinos (<i>Seslerietalia caeruleae</i>), prados, más raramente céspedes subalpinos mesófilos o meso-higrófilos eutotróficos (<i>Poion alpinae</i>)

Fuentes: Coste (1937b), Gauthier (1997), Rameau *et al.* (1993), Saule (2018), Villar *et al.* (1997).

Regaliz de montaña | *Trifolium alpinum* L.

Una especie forrajera bien enraizada que libera nitrógeno útil para las formaciones cespitosas de montaña.



| Fig. 92 – Regaliz de montaña

El regaliz de montaña se encuentra en los céspedes de altitud en montañas graníticas. No tolera los suelos calizos. Acompaña frecuentemente a la *Festuca eskia* en formaciones sobre laderas, o al *Nardus stricta* cuando los suelos son más profundos y ricos en materia orgánica. Su potente sistema radicular y su porte rastrero son eficaces contra la erosión. Como las otras leguminosas, fija nitrógeno del aire y lo libera a través de la descomposición de sus tejidos muertos. El

nitrógeno es aprovechado por las plantas que le rodean o beneficia los microorganismos de suelo. Los tallos del regaliz de montaña son muy cortos. Soportan grandes flores de color rosa o púrpura. Sus rizomas son densos y leñosos, generalmente ramificados. Desarrollan fascículos de hojas trifoliadas, largamente pedunculadas. Los restos de fibras en la base de los tallos son los de las hojas de los años anteriores. El regaliz de montaña florece de junio a agosto.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Familia	Leguminosa
Altura	Pequeño a medio (de 4 a 20 cm)
Tallos	Planta acaule, cuyas hojas y pedúnculos nacen de la cepa
Hojas	Compuestas por folíolos alargados, lanceolados, de 2 a 7 cm de largo, glabras, enteras y provistas de estípulas soldadas
Inflorescencias y flores	Inflorescencia grande compuesta de 3 a 12 flores de color rosa intenso o púrpura, raramente blancas, largas de 1,5 a 2 cm, pedunculadas, olorosas. Pedúnculos largos y erectos. Vainas generalmente planas y bastante largas, que contienen dos semillas
Semillas	Semillas de ovoides a redondas, de 2,5 mm de largo, 2 mm de ancho y 1,5 mm de grosor. Se aprecia cómo sobresale la radícula. Tegumento grueso, de pardo verdoso a pardo brillante o apagado Peso de 1000 semillas: de 4,1 a 4,5 g, media de 4,3 g

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Región	Endemismo de las montañas del centro y sur de Europa
Altitud/piso	Desde el piso montano hasta el piso alpino

ECOLOGÍA

Temperamento	Orófila, heliófila
Suelo (roca madre, pH)	Suelos de ligeros a muy ácidos sobre rocas silíceas y/o graníticas
Suelo (humedad)	Suelos húmedos bien drenados
Suelo (Humus, fertilidad química)	Suelos ricos en materia orgánica
Suelo (textura)	Limo-arcillosos, limosos, pedregosos
Comunidades vegetales	Céspedes acidófilos subalpinos y alpinos (<i>Caricetea curvulae</i> , <i>Festucion eskiae</i> , <i>Nardion strictae</i>).

Fuentes: Bolòs & Vigo (1984) Coste (1937b), Doré (2000), Krautzer et al. (2004 et 2006), Krautzer et al. (2006), Peratoner et al. (2007), Saule (1991), Thébaud & Ettlicher (1987), Villar et al. (1997).

Milenrama | *Achillea millefolium* L.

Una especie vivaz de germinación rápida, con un buen recubrimiento de suelos drenados, y resistente al pisoteo.



Fig. 93 – Milenrama

La milenrama tiene una gran capacidad de adaptación, desde el piso montano inferior hasta el piso subalpino. Prefiere los suelos ligeramente ácidos o neutros, medianamente fértiles. Los suelos muy húmedos, mal aireados y las turberas no le convienen. Germina con facilidad, pero su crecimiento es moderado. Sus raíces forman una red densa, favoreciendo la infiltración del agua y limitando así la erosión del suelo. La milenrama es resistente a la siega y al pisoteo;

el ganado la pasta moderadamente. Los rizomas de esta planta vivaz emiten estolones. Sus tallos son de tamaño medio-alto, erectos y más o menos pubescentes. La inflorescencia en corimbo está compuesta de capítulos ovoides formados por flósculos amarillos, envueltos en lígulas blancas, rosadas o purpúreas. La milenrama florece de mayo a septiembre y produce numerosas semillas entre julio y principio de noviembre.

	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA
Familia	Compuestas
Altura	De 20 a 120 cm
Tallos	Erectos, simples o ramificados, más o menos pubescentes, a veces lanosos
Hojas	Pubescentes, a veces lanosas, volviéndose glabras, dos veces divididas, con una primera división en muchos segmentos a lo largo de dos filas (más de 15 pares generalmente), prácticamente iguales o con el largo decreciente desde abajo hacia arriba de la hoja. Hojas pecioladas en la base de la planta y rebrotes
Inflorescencias y flores	Capítulos ovoidales constituidos por flósculos amarillos, envueltos por lígulas blancas, rosadas o purpúreas, en número pequeño (5 generalmente) y tan anchas como largas, dispuestos en densos corimbos, relativamente aplanado. Receptáculo provisto de escamas entre las flores. Brácteas involucrales pardas y vellosas, con el margen pálido
Semillas	Semillas muy pequeñas (de 1,4 a 2,5 mm de largo, 0,8 mm de ancho y 0,3 mm de grosor), bastante aplanadas, oblongas acuminadas, truncadas en el ápice, de color gris plateado ligeramente estriadas a lo largo de las mismas Peso de 1000 semillas: de 0,15 a 0,25 g, media de 0,18 g
	ECOLOGÍA
Temperamento	Especie heliófila, de meso-higrófila a meso-xerófila
Suelo (roca madre, pH)	Suelos con pH básico a medianamente ácido
Suelo (humedad)	Suelos ligeramente húmedos y bien aireados
Suelo (Humus, fertilidad química)	De Mull a Moder, suelos medianamente fértiles
Suelo (textura)	Limosos, con gravas o pedregosos
Comunidades vegetales	Prados, más raramente céspedes mesófilos o de mesófilos a meso-higrófilos, de mesótrofos a autótrofos, (<i>Arrhenatheretea elatioris</i>), céspedes acidófilos oligotrofos (<i>Nardetea strictae</i>), céspedes con predominio de hemicriptófitos, a veces sobre sustratos carbonatados o básicos (<i>Festuco-Brometea</i>), céspedes calizos subalpinos (<i>Seslerietalia caeruleae</i>)

Fuentes: Coste (1937b), Krautzer *et al.* (2004), Rameau *et al.* (1993), Saute (2018), Villar *et al.* (2001).

Clavelina | *Dianthus deltooides* L.

Una especie poco exigente, que genera un buen recubrimiento y melífera.



| Fig. 94 – Clavelina

La clavelina es una planta vivaz de tamaño medio (alcanzando los 30 cm) que conforma un césped bastante laxo, del que se yerguen los tallos floríferos. Esta especie se encuentra sobre el conjunto de la cordillera, sobre los céspedes de *Nardus stricta*, *Festuca paniculata*, *Festuca eskia*,

Carex curvula, etc., desde el piso montano hasta el piso alpino. Esta planta, poco exigente en agua y nutrientes, constituye una fuente de alimento de interés para diversos insectos. Contribuye así mismo a colorear de rojo y rosa los céspedes subalpinos entre julio y septiembre.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Familia	Cariofilácea
Altura	Medio, de 10 a 30 cm como máximo
Tallos	Tumbados y erectos, simples o ramificados, pubescentes en la parte superior
Hojas	Alargadas y agudas, glabras en la parte inferior, hojas planas y obtusas
Inflorescencias y flores	Flores rojas, solitarias o en número reducido y espaciadas. Las piezas del cálculo, finas y puntiagudas, son tan largas como la mitad del cáliz, el cual es pubescente; los pétalos son estrechos, no contiguos, pelosos hacia la garganta y marcados por una línea púrpura en V invertida, dentados en sus extremos
Semillas	Pequeñas, redondeadas, negras Peso de 1000 semillas: 0,4 a 0,6 g, media de 0,5 g

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Región	Europa y Asia, bastante común en zonas de montaña
Altitud/piso	Desde el piso montano hasta el piso alpino (de 1500 a 2300 m)

ECOLOGÍA

Temperamento	Especie heliófila, [o de media sombra], pionera
Suelo (roca madre, pH)	Suelos silíceos
Suelo (humedad)	Suelos bastante secos a ligeramente húmedos (especie meso-xerófila a mesófila)
Suelo (Humus, fertilidad química)	De Mull ácido a Moder; suelos medianamente ricos en bases y nutrientes; pH ácido
Suelo (textura)	Limoso, limo-arcilloso, con gravas o pedregoso
Comunidades vegetales	Céspedes acidófilos de <i>Nardus</i> , <i>Festuca paniculata</i> , <i>Festuca eskia</i> , etc., <i>Nardion</i> , <i>Chamaespartio-Agrostidenion</i> , <i>Festucion eskiae</i>

Fuentes: Bolòs & Vigo (1995), Rameau *et al.* (1993), Saule (2018), Villar *et al.* (2001).

Llantén menor | *Plantago lanceolata* L.

Una especie pionera que tolera suelos sometidos a sequías o excesos de humedad.



| Fig. 95 – Llantén menor

El llantén menor se encuentra desde el piso colino hasta el piso subalpino. Prefiere los suelos ácidos y ricos en humus. Es resistente a la sequía e inundaciones puntuales, y puede colonizar áreas perturbadas, expuestas a fuertes amplitudes térmicas e hídricas. El llantén menor posee un sistema radicular fuerte que le permite explorar el suelo profundamente. Contribuye de esta manera a fijar las capas superficiales del suelo. Anchas y más o menos extendidas sobre el suelo, sus hojas aseguran una buena protección contra la erosión producida por la lluvia y la escor-

rentía. Se trata de una especie forrajera de calidad media. Especie vivaz de tamaño medio, rizomatosa, el llantén menor está conformado por hojas en roseta basal, lanceoladas, más o menos erguidas, estructuradas por entre 3 y 7 nervaduras. En la parte superior del escapo erecto, desnudo y con 5 surcos, la inflorescencia es una espiga alargada, soportando flores ovoides, cuyos estambres sobresalientes de color amarillo pálido, se encuentran insertados sobre los lóbulos de la corola. El llantén menor florece de abril a octubre, fructificando de dos a tres semanas más tarde.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Familia	Plantaginácea
Altura	Tamaño medio, de 10 a 70 cm
Tallos	Escapo erecto con 5 surcos profundos, mucho más largo que las hojas por lo general
Hojas	Lanceoladas, verdes, más o menos cubiertas de pelos, con un largo peciolo y de 3 a 7 nervios, dispuestas en roseta
Inflorescencias y flores	Espigas florales ovoides o alargadas (hasta 5 cm) sobresaliendo ampliamente de las hojas. Corola blanquecina dividida en 5 lóbulos ovalados
Semillas	Frutos en cápsulas elípticas, con dehiscencia circular, de 3 a 5 mm de largo, conteniendo de una a tres semillas. Vainas oblongo-elípticas, de 2,5-3 mm de largo, pardo amarillas a pardo oscuras, mucilaginosas cuando hay humedad. Peso de 1000 semillas: de 1,6 a 2,2 g, media de 1,9 g

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Región	Europa y Asia, extendida sobre el conjunto de la cordillera de los Pirineos
Altitud/piso	Desde el piso colino hasta el piso subalpino

ECOLOGÍA

Temperamento	Especie heliófila (soporta la media sombra)
Suelo (roca madre, pH)	Suelos ligeramente ácidos sobre roca silíceas, granítica
Suelo (humedad)	Resiste la sequía y tolera la asfixia radicular
Suelo (Humus, fertilidad química)	De Mull a Moder, suelos de fertilidad baja a alta
Suelo (textura)	Limosos, arcillosos o pedregosos
Comunidades vegetales	Prados, más raramente céspedes mesófilos o meso-higrófilos, de mesótrofos a autótrofos (<i>Arrhenatheretalia elatioris</i>), céspedes con predominio de hemiptófitos, de meso-xerófilos a xerófilos, a veces sobre sustratos carbonatados o básicos (<i>Mesobromion, Bromion erecti</i>)

Fuentes: Coste (1937c), Krautzer *et al.* (2004), Saule (2018), Villar *et al.* (2001).

Glosario

BIODIVERSIDAD: El término biodiversidad procede del inglés *biodiversity*, neologismo creado en 1985 a partir de la forma *biological diversity*. Permite describir la riqueza de formas vivas de la biosfera (o de una parte). Esta riqueza de formas se puede entender a diferentes escalas en función de la unidad tomada: biomas, paisajes, formaciones vegetales, especies vegetales, genes (diversidad intra-específica).

COMUNIDAD VEGETAL (O FORMACIÓN DE ESPECIES): Una comunidad vegetal corresponde a un conjunto de especies que se desarrolla en una zona definida por sus características ecológicas homogéneas (suelo, agua, clima, pendiente, etc.) y, eventualmente, el sistema de gestión de la misma.

ECOSISTEMA: Un ecosistema es un entorno de vida determinado: un estanque, un bosque, un prado, un río, etc. Se determina por las condiciones físicas y químicas (suelo, agua, clima local, etc.) definiendo un hábitat o biotopo, por ejemplo, de los seres vivos que alberga (o biocenosis) así como por las relaciones entre los mismos y con el medio, y por su dinámica.

ESPECIE DENOMINADA «SILVESTRE»: El calificativo «silvestre» se emplea frecuentemente como un argumento comercial. Pero no siempre significa que las especies propuestas sean de procedencia local. Y, sobre todo, es habitual que hayan sido seleccionadas y multiplicadas por el ser humano por ciertas características. Por tanto, presentan diferencias gené-

ticas notables que pueden conllevar un daño sobre la verdadera flora local. Así, en este documento, el empleo del calificativo «silvestre» se emplea para las especies recolectadas y empleadas en un perímetro cercano.

ESPECIE NATIVA: Se habla de una especie nativa (o local) cuando se encuentra presente en un territorio (el Pirineo, por ejemplo) como resultado de los procesos naturales, sin que exista intervención humana. El término de nativo se refiere a las áreas naturales de las especies.

ESPECIE PIONERA: Una especie pionera es aquella capaz de colonizar espacios inestables, muy pobres en materia orgánica y en condiciones edáficas y climáticas duras. A medida que modifican el medio, las especies pioneras serán reemplazadas por otras especies menos especialistas o más exigentes. Las especies pioneras son por tanto características de ambientes transitorios o de condiciones extremas (montaña, acantilados, etc.).

FACTORES ECOLÓGICOS: La presencia de una planta o de una comunidad vegetal en un lugar concreto está relacionada con la influencia de los factores ecológicos. Estos últimos condicionan, favorecen o limitan su desarrollo. Se diferencian dos categorías de factores ecológicos:

- los factores abióticos, es decir los físicos o químicos (suelo, clima, topografía, etc.);
 - los factores bióticos, relacionados con los seres vivos.
- Estos seres vivos actúan sobre la planta o la comunidad vegetal a través

de relaciones positivas (polinización, diseminación, absorción radicular) o negativas (consumo, competencia, parasitismo). La gestión del ser humano, considerada como un factor biótico (frecuentemente denominada antrópica), puede tener un efecto benéfico o, por el contrario, nefasto para la vegetación.

HÁBITAT NATURAL: Condiciones físicas y bióticas en las que una especie se mantiene de manera espontánea. El hábitat es un conjunto indisoluble, comprendiendo un compartimento estacional, una flora y una fauna asociadas.

HIDROMULCHING: Técnica de protección del suelo que consiste en proyectar una mezcla de agua y de mulch de fibras de celulosa reforzadas de fibras sintéticas y/o de agentes fijadores que permiten crear una membrana fibrilar protectora. Se pueden incorporar semillas en la mezcla, que se desarrollarán a través de la membrana creada.

HIDROSIEMBRA: Técnica de siembra que consiste en proyectar sobre el suelo una mezcla de agua, semillas, fertilizantes y sustancias fijadoras, con una hidrosemebradora, con el fin de implantar una cubierta vegetal.

ÍNDICE DE ELLENBERG: Este indicador se ha concebido a nivel europeo por H. Ellenberg para caracterizar los factores ambientales del medio en función de la vegetación. Se trata de un índice que se puede aplicar a un amplio rango de especies para cuantificar su tolerancia a diferentes

parámetros: luminosidad, temperatura, continentalidad, acidez, nitrógeno, humedad y salinidad. En Francia, han sido publicadas adaptaciones por P. Julve en 1998.

ÍNDICE DE SHANNON: Este indicador permite medir la diversidad específica de un lugar. Permite cuantificar la heterogeneidad de la biodiversidad de un lugar de estudio y, por tanto, observar la evolución en el tiempo. La fórmula para su cálculo es:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

H': índice de biodiversidad de Shannon
i: una especie del lugar de estudio
S: riqueza específica
p_i: proporción de una especie i con respecto a número total de especies (S) en el lugar de estudio $p_i = n_i/N$ con n_i número de individuos para la especie i y N número total (individuos de todas las especies)
Este índice varía siempre entre 0 y ln(pi) (o log(pi) o log₂(pi)), en función de la elección de la base del logaritmo.

ÍNDICES ESPECÍFICOS DE ESPECIES

FORRAJERAS: Índices de la calidad forrajera atribuida a diferentes especies de prados y formaciones cespitosas, con valores entre 0 y 5. Los valores de este índice sintético han sido fijados a partir de cálculos que tienen en cuenta criterios tales como el valor nutritivo, la velocidad de crecimiento, la digestibilidad, la apetencia, etc. sobre especies de prados naturales de cotas bajas. Los valores de los índices presentes en este documento han sido

extrapolados de manera empírica por el CEMAGREF para especies de cotas altas consideradas como forrajeras.

INGENIERÍA ECOLÓGICA: «La ingeniería ecológica tiene por vocación ser para la ecología lo que la medicina es para la biología». El objetivo es devolver la biodiversidad perdida, pero también los servicios ecológicos que un ecosistema puede proveer al ser humano.

LAVADO: Transporte de elementos del suelo por el agua de lluvia hacia la capa freática.

MATRIZ DE FIBRAS: Tipo de mulch compuesto por fibras de madera, agentes fijadores y fibras largas pegajosas, que permiten la cohesión entre los elementos. Estos productos permiten crear una membrana permeable que protege el suelo y las siembras frente a la erosión. Son especialmente útiles en zonas inclinadas y se aplican con hidrosembradoras. Pueden proporcionar el mismo nivel de protección de los suelos que mallas de yute y encajan perfectamente con las irregularidades topográficas.

PLANTA CERTIFICADA: Una planta certificada es una especie o una variedad que ha sido registrada en el Catálogo oficial de especies y variedades. Este registro permite obtener un Certificado de Procedencia Vegetal expedido por la agrupación nacional interprofesional de semillas y plantas (GNIS). Este derecho de producción y de comercialización solo puede obtenerse demostrando que la nueva variedad propuesta es:

- Distinta: presenta diferencias no-

tables con respecto a las especies y variedades ya registradas.

- Homogénea: las plantas son todas idénticas.
- Estable: sus características son siempre las mismas, sea cual sea el lote.

Además, las especies y variedades agrícolas deben reportar una mejora con respecto a las que ya están registradas. Esta mejora puede ser de tipo agronómico, técnico o ambiental.

PROCEDENCIA: Zona geográfica de extracción en el medio natural (para semillas no certificadas), o zona de obtención de variedades comerciales de simientes (semilla certificada).

PROCEDENCIA DE PRODUCCIÓN: Zona geográfica de la multiplicación de semillas.

REGIÓN DE MULTIPLICACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL: La región de multiplicación es la región donde la simiente ha sido multiplicada (a veces almacenada y comercializada).

REGIÓN DE PROCEDENCIA DEL MATERIAL VEGETAL: Zona de recolección en el medio natural del material vegetal y de las semillas madre para el cultivo de multiplicación.

REHABILITACIÓN: Es el conjunto de acciones llevadas a cabo para permitir a un ecosistema que recobre sus funciones esenciales y evolucione en equilibrio con los factores ambientales. La rehabilitación ecológica difiere de la restauración ecológica porque apunta ante todo a restablecer el nivel de producción de los ecosistemas o, dicho

de otra manera, mejorar los servicios ecosistémicos. El estado del ecosistema puede buscar el estado anterior a la degradación, pero generalmente se alcanzan estados alternativos variables (Aronson et al., 1993). Desde el punto de vista del procedimiento, la rehabilitación se desmarca de la restauración por las medidas complementarias a las citadas a continuación, que buscan mejorar la calidad físico-química del suelo: remodelación del terreno, construcción de drenajes, etc. (Whisenant, 2002).

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA: La restauración ecológica es una nueva disciplina que permite poner en marcha y/o acelerar la auto-reparación de un ecosistema que ha sufrido una degradación, daños o una destrucción. La restauración ecológica busca invertir la tendencia de la degradación de un ecosistema con el fin de alcanzar un estado de referencia, aquel anterior a la degradación. Para los medios menos degradados, una simple reducción del impacto de los usos sobre el ecosistema (restricción del acceso de la población, disminución de la

explotación de recursos) suele ser suficiente; en caso contrario se prevén trabajos directos sobre el biotopo (añadido o eliminación de especies, por ejemplo) (SER, 2004).

REVEGETACIÓN: La revegetación es un proceso de la implantación de las especies herbáceas sobre terrenos perturbados por la acción humana o tras una catástrofe natural con el objetivo de reverdecer o de proteger el suelo. Corresponde, en sentido estricto, a las labores de siembra o de trasplante que tienen por objeto restablecer la cubierta vegetal herbácea. En un sentido más amplio, comprende también las labores de reconstrucción del suelo. El término «revegetación» se emplea en esta guía en uno y otro sentido según el contexto.

SIMIENTE DE PROCEDENCIA LOCAL O SIMIENTES LOCALES: Las simientes de procedencia local proceden de recolecciones sobre un territorio fito-geográfico dado (Pirineos orientales, Pirineos occidentales...). Proviene de especies

locales, presentes de forma natural en la zona geográfica a revegetar.

ZONA DE RECOLECCIÓN-SIEMBRA: La denominación de «zona de recolección-siembra» se refiere al hecho de que se recolectan simientes para su multiplicación o reimplantación a una distancia corta, garantizando unas condiciones ecológicas similares y conservando la especificidad de los hábitats naturales. En el Pirineo, para ciertas especies, han sido identificadas dos zonas de recolección-siembra de un lado y de otro del valle del Salat: las diferencias genéticas son muy marcadas entre las poblaciones situadas al este y las que están al oeste. Estas zonas están definidas como territorios biogeográficos. Se caracterizan también por la distribución de ciertas especies y poblaciones vegetales. Su delimitación se apoya sobre diferentes parámetros: la geología y la geomorfología, la influencia del clima, la naturaleza de los paisajes y la distribución conocida de las especies vegetales y sus poblaciones.

Bibliografía

- Aradottir A., 2012. Turf transplants for restoration of alpine végétation : does size matter ? *Journal of applied ecology*, 49, 439-446.
- Balent G., 1991. Construction of a reference frame for studying the changes in species composition in grassland. *Options Méditerranéennes*, 15, 73-81.
- Balent G. & Barrué-Pastor M., 1986. Pratiques pastorales et stratégies foncières dans le processus de déprise de l'élevage montagnard en vallée d'Oô (Pyrénées centrales). *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-ouest*, 57, 403-447.
- Bellini E., 2015. Sols et constructions. Etat de la technique et des pratiques. Connaissance de l'environnement n° 1508, Office fédéral de l'environnement, Berne. 113 p.
- Berthelin J., Valentin C., Munch J.-C. (ed.), 2018. Soils as a Key Component of the Critical Zone 1. Functions and Services. Volume 1, Wiley-ISTE, 340 p.
- Bissardon M, Guibal L, Rameau J.C., 1997. Corine biotopes. Version originale. Types d'habitats français. ENGREF, Nancy, 217 p.
- Blaschke H., 1991. Multiple mycorrhizal associations of individual calcicole host plants in the alpine grass-heath zone. *Springler-Verlag, Mycorrhiza* 1, vol 1, 31-34.
- Bolòs O. de & Vigo J., 1984. Flora dels països catalans. Ed. Barcino, Barcelona, vol 1, 736 p.
- Bolòs O. de & Vigo J., 1995. Flora dels països catalans. Ed. Barcino, Barcelona, vol 3, 1238 p.
- Bolòs O. de & Vigo J., 2001. Flora dels països catalans. Ed. Barcino, Barcelona, vol 4, 749 p.
- Burylo M., 2011. Relations entre les traits fonctionnels des espèces végétales et leurs fonctions de protection contre l'érosion dans les milieux marneux restaurés de montagne. Thèse de doctorat de l'Université de Grenoble. Unité de recherche sur les écosystèmes montagnards du Cemagref, 266 p.
- Bussery M. P., 1989. Bases écologiques pour l'utilisation de *Poa alpina* L. dans la revégétalisation des terrains perturbés de l'étage alpin. Thèse Université Grenoble I, spécialité biologie, 196 p.
- Cano L., 2000. Revégétalisation des espaces perturbés dans les Pyrénées : approche écologique et expérimentale en vue de l'utilisation d'espèces pionnières autochtones. Mémoire de D.E.S.U., Université Paul Sabatier, Toulouse III, 58 p.
- Coste H., 1937a. Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. Ed. Flahaut. C.H., lib. sci. et tech. Albert Blanchard, Paris, vol. 3, 807 p.
- Coste H., 1937b. Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. Ed. Flahaut. C. H., lib. sci. et tech. Albert Blanchard, Paris, vol. 1, 416 p.
- Coste H., 1937c. Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. Ed. Flahaut, CH., Lib. sci. et tech. Albert Blanchard Paris, vol. 2, 627 p.
- Chambers J. C., 1997. Restoring alpine ecosystems in the western United States : environmental constraints, disturbance characteristics and restoration success. *In* : Restoration ecology and sustainable development, Urbanska K. M., Webb N. R., Edwards P. J. (eds), Cambridge University Press, 161-187.
- Choler, P., Michalet, R., & Callaway, R.M., 2001. Facilitation and competition on gradients in alpine plant communities. *Ecology*, 82, 3295-3308.
- Clair M., Gaudillat V., Michez N., Poncet R. & Poncet L., 2017. HABREFv4.0, référentiel des typologies d'habitats et de végétation pour la France. Guide méthodologique. Rapport UMS PatriNat 2017-100. AFB/CNRS/MNHN, Paris, 64 p.
- Cornelissen J.H.C., Lavorel S., Garnier E., Diaz, S., Buchmann N., Gurvich D.E., Reich P.B., Steege H etr, Morgan H.D., Van de Heijden M.G.A., Pausas J.G. et Poorter H., 2003. A handbook of protocols dor standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51, 335-380.
- Cornier T., Toussaint B., Duhamel F., Blondel C., Henry E., Mora F., 2011. Guide pour l'utilisation d'arbres et d'arbustes pour la végétalisation à

- vocation écologique et paysagère en région Nord-Pas de Calais – Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Conseil régional Nord-Pas de Calais et la DREAL Nord-Pas de Calais, Bailleul, 48 p.
- Corriol G. (coord.), 2013. Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées. CBN des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 16 p.
- Corriol G., Prud'homme F., Enjalbal M., 2010. Essais de clé typologique des groupements végétaux de Midi-Pyrénées. III. Prairies (*Agrostio - Arrhenatheretea*). Actes du 3^{ème} colloque naturaliste de Midi-Pyrénées, Toulouse, novembre 2009. Ed. Nature Midi-Pyrénées, p. 143-153.
- Cruz P., Theau J.-P., Lecloux E., Jouany C., Duru M., 2010. Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multi-traités. *Fourrages*, 201, 11-17.
- Daget P., Poissonet, J., 1969. Analyse phytologique des prairies. Applications agronomiques, Ed. CNRS-CEPE Montpellier, Document 48, 67 p.
- De Row A., Ribolzi O., Douillet M., Hatsadong, T., 2018. Weed seed dispersal via runoff and eroded soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 265 : 488-502.
- Devillers P., Devillers-Tersuren J., Ledant J. -P., coll., 1991. Corine biotopes manual. Habitats of the European Community. Data specifications. Part 2. EUR 12587/3 EN. European Commission, Luxembourg, 300 p.
- Dinger F., 1997. Végétalisation des espaces dégradés en altitude. Ed. Cemagref, Grenoble, 144 p.
- Dinger F., Bédécarrats A., 2001. Etude de l'évolution et du fonctionnement des sols reconstitués en altitude au niveau des pistes de ski, ainsi que de la dynamique de reconquête de ces espaces par les espèces natives. Le cas des stations savoyardes. *In* : Recréer la nature : réhabilitation, restauration et création d'écosystèmes. Principaux résultats scientifiques et opérationnels, Chapuis J. L., Barre V., Barnaud G. (eds). MATE/MNHN, Paris, 135-142.
- Dorée A., 1995. Flore pastorale de montagne. tome 1 : Les graminées. Cemagref, groupement de Grenoble. Ed. Cemagref, Saint-Martin-d'Hères, 207 p.
- Dorée A., 2000. Flore pastorale de montagne, tome 2 : Les légumineuses et autres plantes fourragères, Cemagref, groupement de Grenoble. Ed. Cemagref, Saint-Martin-d'Hères, 227 p.
- Dupin B., Durand B. & Fromin N. (en cours de publication). When local seeds play at home.
- Dutoit T. 2012. Espoirs et limites de l'ingénierie écologique. *Le Courrier de la Nature*, 270, 22-29.
- Gruber M., 1985. Les prairies de fauche des *Arrhenatheretea* Br. – Bl. 1947 des Hautes-Pyrénées. *Bull.Soc. Linn.Prov.*, 37 : 101-108.
- Euro-Tec, 2011. Euro-Seeding®, mulch cellulosique, hydro-mulch, www.euro-tec.fr, 2 p.
- Feucht B., Rieger E., Tamegger C., Janhn F., Jongepierová I., 2012. Agricultural production of seeds from regional provenance. *In* : Practical handbook for seed harvest and ecological restoration of species-rich grasslands, Scotton M., Kirmer A., Krautzer B. (eds), 33-38.
- Fischesser B., Dupuis-Tate M. F., 1996. Le guide illustré de l'écologie. 319 p.
- Florineth F., 1992. Establishment of greens in high altitudes in southern Tyrol. *Rasen-Turf-Gazon*, 3 : 74-80.
- Fons F., Gargadennec A., Rapior S. 2008. Culture of plantago species as bioactive components resources : a 20-year review and recent applications. *Acta botanica gallica*, 155 (2), 277-300.
- Gauthier P., 1997. Variation altitudinale, écologique et génétique, et recherche de la différenciation écotype chez deux espèces végétales alpines : *Lotus alpinus* (DC.) Schleicher et *Dactylis glomerata* L. Thèse, Université Paul Valéry, Montpellier III, 139 p.
- Golinska B., Golinski P., Chalupová P., 2012. Selection of donor sites. *In* : Practical handbook for seed harvest and ecological restoration of species-rich grasslands, Scotton M, Kirmer A., Krautzer B. (eds.), 8-12.
- Grime, J.P., 1973. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature*, 242, 344-347.
- Grime, J.P., 1974. Vegetation classification by reference to strategies. *Nature*, 250, 26-31.
- Grime, J.P. 1987. Dominant and subordinate components of plant communities: Implications for succession, stability and diversity. *In* : Colonization, Succession and Stability, Gray A.J., Crawley M.J. & Edwards P.J. (eds.), Blackwell, Oxford, 413-428.
- Gyssels, G., Poesen, J., Bochet, E., Li, Y., 2005. Impact of plant roots on

the resistance of soils to erosion by water: a review. *Prog. Phys. Geogr.*, 29, 189-217.

Haselwandter K., 1997. Soil microorganisms and restoration ecology. *In* : Restoration ecology and sustainable development. Urbanska K. N., Webb N. R., Edwards P. J. (eds), Cambridge University Press., 33-64.

Henry E., Cornier T., Duhamel F., Blondel C., 2011. Guide pour l'utilisation de plantes herbacées pour la végétalisation à vocation écologique et paysagère en région Nord-Pas de Calais. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Conseil régional Nord-Pas de Calais et la DREAL Nord-Pas de Calais, Bailleul, 56 p.

Huc S., Arlandis J., Dupré la Tour A., Rouillon A., Spiegelberger T., 2018. SEM'LESALPES. Des semences d'origine locale pour la restauration de milieux ouverts en montagne alpine. Conservatoire botanique national alpin, Gap, 106 p.

Isselin F. & Bédécarrats A., 2004. Microtopography and disturbances can enhance biodiversity restoration on ski trails. *In* : Proceedings of the 16th International conference on ecological restoration, Victoria, British Columbia, pp 24-26.

Jouglet, J.P., 1999. Les végétations des alpages des Alpes françaises du Sud. Guide technique pour la reconnaissance et la gestion des milieux pâturés d'altitude, ATEN, Cemagref Editions, 205 p.

Jouglet J.P., Bornard A., Dubost M., 1999. Eléments de pastoralisme montagnard. Tome 1 : Végétation. Equipements. Etudes Cemagref, IRSTEA Grenoble, 168 p.

King, E.G. & Whisenant, S. 2009. Thresholds in Ecological and Link-Social Ecological System : Application to Restoration. *In* : New Models for Ecosystem Dynamics and Restoration. Hobbs R.J., Suding K.N., Society for Ecological Restoration International (eds.), Washington : Island Press.

Kirmer A., Mann S., Stolle M., Krautzer B., Graiss W., Haslgrübler P., Sevcikova M., Scotton M., 2012. Techniques for the establishment of species-rich grasslands. *In* : Practical handbook for seed harvest and ecological restoration of species-rich grasslands. Scotton M., Kirmer A., Krautzer B. (eds.) 43-58.

Koch E-M., Spiegelberger T., Barrel A., Bassignana M., Curtaz, A., 2014. ALP'GRAIN. Les semences locales dans la restauration écologique en montagne. Production et utilisation de mélanges pour la préservation. IRSTEA Grenoble, 96 p.

Krautzer B., Graiss W., Haslgrübler P., Golinski P., 2012. Site assessment and preparation on receptor sites. *In* : Practical handbook for seed harvest and ecological restoration of species-rich grasslands. Scotton M., Kirmer A., Krautzer B. (eds.), 39-43.

Krautzer B., Peratoner G., Bozzo F., 2004. Site specific grasses and herbes. Seed production and use for restoration of mountain environments. FAO, Rome, 111 p.

Krautzer B., Wittmann H., Peratoner G., Graiss W., Partl C., Parente G., Venerus S., Rixen C., Streit M., 2006. Site-specific high zone restoration in the alpine region: the current technological development. Federal Research and Education Centre (HBLFA), Raumberg-Gumpenstein, Irdning, Austria, 135 p.

LaL, R., 2010. Managing soils and ecosystems for mitigating anthropogenic carbon emissions and advancing global food security. *Bioscience*, 60, 708-721.

Lambertin M., 2016. Les Alpes - La phytosociologie et le pastoralisme. Edition L'Harmattan, 605 p.

Le Bagousse-Pinguet Y., Maalouf J-P., Touzard B., Michalet, R. 2014. Importance, but not intensity of plant interactions relates to species diversity under the interplay of stress and disturbance. *Oikos*, 123 : 777-785.

Lignier C. & Rosset O., 2012. Le guide européen de l'hydroseeding, première édition. Editions Kreaten, Dardilly, 180 p.

Lumaret R., 1999. Invasion of natural pastures by a cultivated grass (*Dactylis glomerata* L.) in Galicia (Spain); process and consequence on plant-cattle interactions. *In* : Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin, Kluwer Acad. Press, Dordrecht, 389-395

Malaval S., 2011. Native seed production for Pyrenean habitats: seed propagation and harvesting in semi-natural grassland. *In* : Using species rich semi-natural grassland to obtain seed for the restoration of degraded areas. Scotton M., Dal Buono C., Timoni A. (eds.) Conference proceedings. Department of Environmental Agronomy and Crop production, University of Padova, Italy, 50-57.

Malaval S., Lauga B., Regnault-Roger C., Largier G., 2010. Combined definition of seed transfer guidelines for ecological restoration in the French Pyrenees. *Applied Vegetation Science*, 13, 113-124.

- Mézard M., 2017. Les prairies de fauche de montagne, entre abandon et restauration. Rapport de stage de license professionnelle GAEMP, Université Jean Jaurès, 51 p.
- Michalet R., Schöb C., Lortie C.J., Brooker, R.W., Callaway R.M., 2014. Partitioning net interactions among plants along altitudinal gradients to study community responses to climate change. *Functional Ecology*, 28, 75-86.
- Ministère de l'équipement, des transports et du logement, 1999. Marchés publics de travaux, Cahier des Clauses Techniques Générales. Fascicule n° 35. Aménagements paysagers : Aires de sports et de loisirs de plein air. Circulaire N° 99-25.
- Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M.T., Landi L., Pietramellara G., Renella G., 2003. Microbial diversity and soil functions. *Eur. J. Soil Sci.*, 54, 655-670.
- Nizan P.A., 2016. Etude des processus de revégétalisation avec des semences d'origine locale dans les Pyrénées. Mémoire de diplôme d'ingénieur agronome. Ecole nationale supérieure d'Agronomie de Toulouse. 74 p.
- Ozenda P., 1994. Végétation du continent européen. Delachaux et Niestlé, Lausanne, XIII-271 p.
- Ozenda P., 2002. Perspectives pour une géobiologie des montagnes. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Collection Biologie, 195 p.
- Perry D.A., Amaranthus M.P., Borchers J.G., Brainerd R.E., 1989. Bootstrapping in Ecosystems, Internal interactions largely determine productivity and stability in biological systems with strong positive feedback, *Bioscience*, 39 (4), 230-237.
- Peratoner G., 2003. Organic seed propagation of alpine species and their use in ecological restoration of ski runs in mountain regions. Dissertation Universität Kassel, Witzenhausen, Germany, 238 p.
- Peratoner G., 2006. Extreme sites and their restoration requirements. *In* : Proceedings of the conference soil-bioengineering : Ecological Restoration with native plants and seed material, Autriche, Krautzer B., Hacker E. (eds). Raumberg-Gumpenstein, 37-42.
- Peratoner G., Rainer G.J., Günter S., 2007. Growth of *Trifolium alpinum* : Effects of soil properties, symbionts and pathogens. Elsevier, Ecological engineering, 30, 349-355.
- Portal R., 1999. *Festuca* de France, Robert Portal, Vals-près-le-Puy, France, 371 p.
- Portal R., 2005. *Poa* de France, Belgique et Suisse, Robert Portal, Vals-près-le-Puy, France, 300 p.
- Rameau J.C., Mansion D., Dumé G., Lecomte A., Tunbal J., Dupont P. & Keller R., 1993. Flore forestière française, guide écologique illustré, tome 2, montagnes. Institut pour le développement forestier, France, 2421 p.
- Rey F., 2009, L'écologie de la restauration au service de l'Ingénierie écologique : Application au contrôle de l'érosion en montagne. IRSTEA, Unité de recherche Ecosystèmes Montagnards, Grenoble, 17 p.
- Rickson R.J., 1995. Simulated vegetation and geotextiles. *In* : Slope stabilisation and erosion control : a bio-engineering approach, Morgan R.P.C & Rickson R.J., London, 95-131.
- Salomon D., 2007. Aménagements et techniques de revégétalisation en milieu alpin (impacts écologiques sur le processus d'humification et d'agrégation des sols anthropiques (piste de ski), comparaison avec les sols naturels). Thèse Université de Savoie, Chambéry, BU sciences 407 p.
- Saule M., 2018. Nouvelle Flore illustrée des Pyrénées. Editions du Pin à crochets, 1379 p.
- Scotton M., Piccinin L., Dainese M. & Sancin F., 2009. Seed production of an *Arrhenatherion eliatoris* hay-meadow in the eastern Italian Alps. *Grass and forage Science*, 64, 208-2018.
- Scotton M., Rieger E., Feucht B., Tamegger C., Jahn F., Ševčíková M., Semanová I., Krautzer B., Graiss W., Haslgrübler P., Kirmer A. & Stolle M., 2012. Techniques for harvesting seeds and plant material in species-rich grassland. *In* : Practical handbook for seed harvest and ecological restoration of species-rich grasslands. Scotton M., Kirmer A., Krautzer B. (eds.), 21-42.
- Soussana J.F., Lutfalla S., Ehrhardt F., Rosenstock T., Lamanna C., Havlík P., Richards M., Wollenberg E.L., Chotte J.L., Torquebiau E., Ciais P., Smith P., Lal R., 2019. Matching policy and science: Rationale for the '4 per 1000 – soils for food security and climate' initiative. *Soil & Tillage Research*, 188, 3-15.
- Steinfiel D, Riley S, Wilkinson K, Landis T, Riley L., 2007. Roadside Revegetation : An integrated approach to establishing native plants. Umatilla National Forest, U.S. Forest Service, 2517 S.W. Hailey Ave, Pendleton, OR 97801. Final Report, 2007, 423 p.

- Syndicat mixte d'aménagement du Dessoubre et de Valorisation du Bassin Versant., 2015. Commune de Saint-Hyppolyte. Mise en défens d'une pâture riveraine du Dessoubre aval et pose de trois pompes à nez pour l'abreuvement du bétail, 11 p.
- Swab R.M., Lorenz N., Byrd S., Dick R., 2017. Native vegetation in reclamation : Improving habitat and ecosystem function through using prairie species in mine land reclamation. *Ecological Engineering* 108, 525-536.
- Thébaud G., Etlicher B., 1987. Les nardaias à *Trifolium alpinum* des Monts du Forez et leur biotope à congère tardive. *Acta botanica gallica*, tome 144, fascicule 2, 217-230.
- UICN France, FCBN, AFB, MNHN, 2018. La Liste rouge des espèces menacées en France. Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine. Comité français de l'UICN, Fédération des CBN, Agence française pour la biodiversité, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 32 p.
- Urbanska K.M., 1988. High altitude revegetation research in the Swiss Alps : experimental establishment and performance of native plant populations in machine - graded ski runs above the timberline. *In* : Proceedings high altitude revegetation workshop n°8, Keammer W.R., Brown L.F. (eds). Colorado water resources research Institute information series, 59, pp 115-128.
- Urbanska K.M., 1997. Restoration ecology research above timberline: colonization of safety islands on a machine-graded alpine ski run. *Biodiversity and Conservation*, 6 (2) : 1655-1670.
- Valentin C. (ed.), 2018. Soils as a Key Component of the Critical Zone. 5. Degradation and Rehabilitation, Soil and Geochemistry. Wiley & ISTE, 264 p.
- Vicenç C., Ortiz O., Josep M. A., 2019. RESTOQUARRY : Indicators for self-evaluation of ecological restoration in open-pit mines. *Ecological Indicators*, 102, 437-445.
- Villar L., Sesé J.A., Ferrández J.V., 1997. Atlas de la flora des Pireneo aragonés. Ed. CPNA-IEA, Zaragoza et Huesca, vol. I, 648 p.
- Villar L., Sesé J.A., Ferrández J.V., 2001. Atlas de la flora des Pireneo aragonés. Ed. CPNA-IEA, Zaragoza et Huesca, vol. II, 790 p.
- Westoby (1998). A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant and Soil*, 199, 213-227.
- Wipf, S., Rixen, C., Fischer, M., Schmid, B., Stoeckli, V. 2005. Effects of ski piste preparation on alpine vegetation : Ski piste preparation and alpine vegetation. *J. Appl. Ecol.* 42, 306-316.

Índice de figuras

Fig. 1 – Blanca del majuelo (<i>Aporia crataegi</i>) en un prado de siega	4
Fig. 2 – Regalíz de montaña	7
Fig. 3 – Paisaje pirenaico en otoño	9
Fig. 4 – Pisos de vegetación sobre la vertiente norte sobre suelos silíceos del Pirineo central	10
Fig. 5 – Funcionamiento del programa Ecovars entre 2013 y 2019	11
Fig. 6 – Lirio azul del Pirineo	12
Fig. 7 – Socios implicados y superficie restaurada con semillas locales	13
Fig. 8 – Áreas revegetadas con simientes locales entre 2012 y 2018	13
Fig. 9 – Paisaje del valle de Ens	14
Fig. 10 – Mapa de cubiertas vegetales de pistas de esquí y elementos ambientales sensibles	17
Fig. 11 – Pastos de verano de ganado bovino, cerca del Pico Anie	19
Fig. 12 – Zonas húmedas de piso subalpino	21
Fig. 13 – Pista transitable en la estación de esquí de Grand Tourmalet	23
Fig. 14 – Estructura de un suelo previo al movimiento de tierra y tras la reconstrucción	25
Fig. 15 – Talud y pista de esquí muy degradada por la erosión hídrica	29
Fig. 16 – Cuneta de derivación de aguas en una pista de esquí	29
Fig. 17 – Extendido de una capa de tierra vegetal antes de la siembra	31
Fig. 18 – Surcos creados por el paso de una oruga de una pala mecánica	32
Fig. 19 – Cubierta vegetal de una parcela 5 años después de su siembra sobre un suelo surcado	32
Fig. 20 – Lagartija pirenaica (<i>Iberolacerta bonnali</i>)	33
Fig. 21 – Fructificación de gramíneas de un cervunal subalpino	34
Fig. 22 – Depósito de tepes de formación cespitosa de <i>Festuca eskia</i>	37
Fig. 23 – Céspedes de <i>Festuca eskia</i> restaurados por transferencia de tepes, al cabo de dos años	37
Fig. 24 – Formaciones de rododendros reconstituidos por transferencia de motas, al cabo de dos años	37
Fig. 25 – Pasto de verano rico en espigas de gramíneas favorables para la recolección con cepilladora	39
Fig. 26 – Cervunal del piso subalpino	41
Fig. 27 – Prados pobres de siega	43
Fig. 28 – Prado de siega mesófilo fertilizado	44
Fig. 29 – Recogida de heno con la horca por los empleados de una asociación para la inserción laboral	47
Fig. 30 – Aspecto de la mezcla de heno tras su extendido y secado	48
Fig. 31 – Proporción de diferentes grupos de plantas en las mezclas de semillas obtenidas por transferencia de siegas recién cortadas (Hautes-Pyrénées)	49
Fig. 32 – Desarrollo de las plántulas tras la transferencia de la siega recién cortada sobre la cubierta de un prado de siega de montaña	50
Fig. 33 – Ubicación de las áreas de recogida de semillas mediante el empleo de «cepilladora»	51
Fig. 34 – Mezcla de semillas obtenida con la cepilladora	53
Fig. 35 – Proporción de diferentes grupos de plantas en las mezclas de semillas obtenidas con cepilladora (Hautes-Pyrénées)	54
Fig. 36 – Proporción de diferentes grupos de plantas en las mezclas de semillas obtenidas con cepilladora (Pirineos Orientales)	55
Fig. 37 – Recolección de semillas sobre una formación cespitosa de Peyragudes	55
Fig. 38 – Recogida de semillas con la segadora-trilladora	57
Fig. 39 – Proporción de diferentes grupos de plantas en las mezclas de semillas obtenidas con segadora-trilladora (Hautes-Pyrénées)	58

Fig. 40 – Cubierta vegetal obtenida un año después de una siembra de semillas recolectadas con cepilladora, seguida del extendido del heno seco	61
Fig. 41 – Alcaudón real	62
Fig. 42 – <i>Festuca niphobia</i>	65
Fig. 43 – Áreas de estudio de los rendimientos técnicos y ambientales de las diferentes mezclas de semillas	67
Fig. 44 – Cubierta vegetal sobre el área experimental de Font-Romeu sobre suelo fértil, 9 meses tras la siembra (24/06/16)	67
Fig. 45 – Evolución de las tasas de las cubiertas vegetales en función del tipo de mezclas de semillas (Observaciones realizadas sobre 2,5 m ² , 10 áreas de 0,25 m ²)	68
Fig. 46 – Derretimiento precoz de la nieve sobre áreas de suelo desnudo	69
Fig. 47 – Cubierta vegetal del área tras la retirada de la nieve	69
Fig. 48 – Evolución del número total de especies inventariadas sobre las parcelas	70
Fig. 49 – Comparación de la contribución de especies de las diferentes áreas en la cubierta vegetal alcanzada con simientes locales	71
Fig. 50 – Comparación de la contribución de especies de las diferentes áreas en la cubierta vegetal alcanzada con simientes locales	72
Fig. 51 – Comparación de la contribución de especies de las diferentes áreas en la cubierta vegetal alcanzada con simientes locales	73
Fig. 52 – Comparación de la contribución de especies de las diferentes áreas en la cubierta vegetal alcanzada con simientes locales	74
Fig. 53 – Comparación de superficies cubiertas por regueros sobre las parcelas sembradas con simientes locales o alóctonas	75
Fig. 54 – Les pistes de ski peuvent constituer une ressource fourragère intéressante	77
Fig. 54 – Les pistes de ski peuvent constituer une ressource fourragère intéressante	77
Fig. 54 – Les pistes de ski peuvent constituer une ressource fourragère intéressante	77
Fig. 55 – Reunión de obra en Grand-Tourmalet	79
Fig. 56 – Modelo de gestión de una obra favorable a la restauración ecológica de un espacio	80
Fig. 56 – Modalités de gestion d'un chantier favorables à la restauration écologique du site	80
Fig. 57 – Sistema radicular de una <i>Festuca nigra</i>	83
Fig. 58 – Sistema radicular de un regaliz de montaña	83
Fig. 59 – Especies adecuadas para la restauración de los céspedes subalpinos	84
Fig. 60 – Cola de perro. Esta especie es adecuada para la restauración de prados de siega	86
Fig. 61 – Efecto del empleo de una malla sobre la implantación de una siembra	91
Fig. 62 – Fijación de una siembra con una malla de coco y una red metálica	91
Fig. 63 – Plántulas protegidas por un mulch de fibras de madera largas, 5 semanas tras la siembra	92
Fig. 64 – Máquina empajadora empleada para la siembra de un talud de carretera con siega recién cortada	96
Fig. 65 – Espectro de empleo de diferentes tipos de mulch en función de la longitud y de los grados de la pendiente a tratar	97
Fig. 66 – Siembra con hidrosebradora	100
Fig. 67 – Propuesta de clave de identificación de los tipos y las cantidades de insumos a emplear sobre terrenos con poca pendiente	102
Fig. 68a – Siembra de 125 kg/ha de una mezcla de semillas locales recolectadas con cepilladora (Supebagnères, 06/10/17)	103
Fig. 69b – Vegetación de un prado de siega restituído 4 años tras la siembra (08/08/19)	103
Fig. 69a – Crecimiento de las plántulas 3 semanas tras una siembra de 100 kg/ha de semillas de prados de siega recolectadas con cepilladora (Barèges, 29/09/15)	103

Fig. 70a – Estado del sustrato en el momento de una siembra de 125 kg/ha de 5 especies de la marca «Pyrégraine de nèou» (Grand-Tourmalet, 13/10/16)	103
Fig. 70b – Desarrollo de las plántulas dos años tras la siembra (21/10/18)	103
Fig. 71 – Propuesta de clave de identificación de los tipos y las cantidades de insumos a emplear sobre terrenos con mucha pendiente	104
Fig. 72a – Talud antes de la restauración ecológica con 100 kg/ha de simiente recolectada con cepilladora sobre un cervunal y con mulch de fibras de madera larga. (Andorre, Soldeu el Tarter, 07/10/15)	105
Fig. 72b – Talud restaurado 9 meses tras la siembra (07/07/16)	105
Fig. 73a – Sustrato 3 meses antes de la revegetación con 150 kg/ha de una mezcla compuesta de 50% de semillas recolectadas con cepilladora, 25 % de centeno y 25 % de veza vellosa (Font-Romeu, 25/07/17)	105
Fig. 73b – Talud revegetado 10 meses tras la siembra (06/08/18)	105
Fig. 74a – Siembra de 125 kg de una mezcla de 5 especies de la marca «Pyrégraine de nèou»	105
Fig. 74b – Talud revegetado dos años tras la siembra (21/09/18)	105
Fig. 76 – Inventario de especies en un cuadro de muestreo sobre formación cespitosa subalpina	110
Fig. 77 – Inventario botánico por punto de contacto sobre prado de siega	110
Fig. 78 – Ubicación de los cuadros de muestreo sobre una parcela revegetada	111
Fig. 79 – Cuadros empleados (50 cm x 50 cm = 0,25 m²)	111
Fig. 80 – Rejilla de estimación de la cubierta vegetal	111
Fig. 81 – Plano general de las obras llevadas a cabo sobre el aparcamiento del circo de Troumouse	113
Fig. 82 – Vegetación obtenida un año después del extendido de la siega recién cortada sobre una berma de una cantera	114
Fig. 83 – Cedacillo	116
Fig. 84 – <i>Avenella flexuosa</i>	118
Fig. 85 – Cola de perro	120
Fig. 86 – <i>Festuca niphobia</i>	122
Fig. 87 – Palletas de prau	124
Fig. 88 – <i>Poa alpina</i>	126
Fig. 89 – <i>Carex sempervirens</i>	128
Fig. 90 – Vulneraria	130
Fig. 91 – Cuernecillo alpino	132
Fig. 92 – Regalaz de montaña	134
Fig. 93 – Milenrama	136
Fig. 94 – Clavelina	138
Fig. 95 – Llantén menor	140
Fig. 96 – Visita de espacio restaurado con socios del programa	154
Fig. 97 – <i>Atocion rupestre</i> (L.) Oxelman	173

Índice de tablas

Tab. 1 – Rendimiento técnicos y ambientales de las recolecciones de siegas recién cortadas	49
Tab. 2 – Rendimiento técnicos y ambientales de la recolección con cepilladora	54
Tab. 3 – Rendimiento técnicos y ambientales de la recolección con segadora-trilladora	58
Tab. 4 – Resumen de las ventajas y los inconvenientes de las diferentes técnicas	60
Tab. 5 – Ejemplo de mezclas adaptadas al piso subalpino	85
Tab. 6 – Ejemplo de mezclas de semillas propuesta entre los 1000 y 1700 m. de altitu.	87
Tab. 7 – Características de los principales tipos de mulch existentes en el mercado (Fuente: Fichas de presentación de los productos de proveedores)	95

Tab. 8 – Principales criterios para la elección de un mulch 97

Tab. 9 – Datos para adaptar las dosis, las superficies a tratar y prever el tiempo de aplicación de una siembra con una hidro-
sembradora de 2000 l. 100

Tab. 10 – Especies inventariadas sobre cervunales subalpinos secos en la zona centro-occidental 155

Tab. 11 – Especies inventariadas sobre cervunales subalpinos en la zona oriental 156

Tab. 12 – Especies inventariadas sobre prados de siega de montaña de los Pirineos centro-occidentales 157

Tab. 13 – Especies inventariadas sobre prados de siega de montaña de los Pirineos orientales 158

Tab. 14 – Especies inventariadas sobre prados de siega fertilizados de la zona centro-occidental 160

Tab. 15 – Especies observadas en los prados de siega de los Pirineos orientales 162

Tab. 16 – Principales especies recolectadas por transferencia de siegas recién cortadas 164

Tab. 17 – Principales especies recolectadas con cepilladora en los Pirineos centro-occidentales 165

Tab. 18 – Principales especies recolectadas con cepilladora en los Pirineos orientales 166

Tab. 19 – Principales especies recolectadas con segadora-trilladora en los Pirineos centro-occidentales 167

Tab. 20 – Contribución de las especies inventariadas sobre la cubierta vegetal, en siembras de especies locales sobre suelos
pobres (área en les Angles) 168

Tab. 21 – Contribución de las especies inventariadas sobre la cubierta vegetal, en siembras de especies alóctonas sobre suelos
pobres (área en les Angles) 170

Tab. 22 – Contribución de las especies inventariadas sobre la cubierta vegetal, en siembras de especies locales sobre suelos
poco fértiles (área en Grand-Tourmalet) 171

Tab. 23 – Contribución de las especies inventariadas sobre la cubierta vegetal, en siembras de especies alóctonas sobre suelos
pobres (área en Grand-Tourmalet) 172

Tab. 24 – Contribución de las especies inventariadas sobre la cubierta vegetal, en siembras de especies locales sobre suelos
poco fértiles (área en Font-Romeu) 174

Tab. 25 – Contribución de las especies inventariadas sobre la cubierta vegetal, en siembras de especies alóctonas sobre suelos
pobres (área en Font-Romeu) 176



Fig. 96 – Visita de espacio restaurado con socios del programa

Anexo 1a

Tab. 10 – Especies inventariadas sobre cervunales subalpinos secos en la zona centro-occidental
 1 – Cruz *et al.* [2010].
 2 – Daget *et al.* (1969), et Jouglet *et al.* (1999) ver. glosario.

Especies	Contribución en la cubierta vegetal (%)	Suma de grados días para floración ¹ (°C)	Madurez de las semillas (Barèges, alt: 1900 m)										Índices de calidad forrajera ²			
			Julio		Agosto				Septiembre					Octubre		
			3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	
Nardus stricta L.	11,71	1998														0
Festuca eskia Ramond ex DC.	11,46															
Festuca rubra L.	11,04	1029,6														2
Agrostis capillaris L.	7,00	1787,8														3
Festuca nigrescens Lam.	5,59															2
Avenella flexuosa (L.) Drejer	4,59	1290,6														1
Poa alpina L.	4,59															2
Carex caryophylla Latourr.	2,69															0
Carex pulicaris L.	0,76															0
Luzula campestris (L.) DC.	0,76															0
Trifolium alpinum L.	3,82															3
Lotus corniculatus L.	1,28															3
Trifolium pratense L.	0,64															4
Trifolium repens L.	0,46															4
Iris latifolia (Mill.) Voss	5,59															0
Scorzoneroides pyrenaica (Gouan) Holub	4,59															0
Calluna vulgaris (L.) Hull	3,30															0
Plantago alpina L.	3,30															1
Conopodium majus (Gouan) Loret	2,69															0
Galium verum L.	2,69															0
Potentilla erecta (L.) Räusch.	2,42															2
Achillea millefolium L.	0,95															0
Alchemilla alpigena Buser	0,76															0
Dianthus deltoides L.	0,76															0
Galium saxatile L.	0,76															0
Gentiana verna L.	0,76															0
Jasione montana L.	0,76															0
Polygala vulgaris L.	0,76															0
Thymus polytrichus A.Kern.	0,76															0
Veronica chamaedrys L.	0,76															0
Pilosella officinarum Vaill.	0,67															0
Cerastium fontanum Greuter & Burdet	0,64															0
Ranunculus bulbosus L.	0,64															0
Total general	100															

Anexo 1b

Tab. 11 – Especies inventariadas sobre cervunales subalpinos en la zona oriental
 1 – Cruz *et al.* (2010).
 2 – Daget *et al.* (1969), et Jouglet *et al.* (1999) ver. glosario.

Especies	Contribución en la cubierta vegetal (%)	Suma de grados días para floración ¹ (°C)	Madurez de las semillas (Font-Romeu, alt: 1900 m)										Índices de calidad forrajera ²				
			Julio		Agosto				Septiembre					Octubre			
			3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2		
Nardus stricta L.	41,84	1998															0
Festuca (groupe rubra)	23,01	1029,60															2
Koeleria pyramidata (Lam.) P.Beauv.	2,93																1
Phleum pratense L.	2,09	1761,80															5
Poa sp.	1,67	1202,20															4
Agrostis capillaris L.	1,26	1797,80															3
Avenella flexuosa (L.) Drejer.	0,42	1290,30															1
Carex nigra (L.) Reichard.	7,53																0
Carex brizoides L.	6,69																0
Luzula campestris (L.) DC.	3,35																0
Trifolium repens L.	1,26																4
Cytisus oromediterraneus Rivas Mart., T.E.Díaz, Fern. Prieto, Loidi & Peñas	0,42																0
Bistorta officinalis Delarbre	1,26																0
Veronica chamaedrys L.	1,26																0
Cerastium arvense L.	0,84																0
Galium verum L.	0,84																0
Ranunculus acris L.	0,84																0
Armeria alliacea (Cav.) Hoffmanns. & Link	0,42																0
Conopodium majus (Gouan) Loret.	0,42																0
Dianthus deltoides L.	0,42																0
Narcissus poeticus L.	0,42																0
Neotinea ustulata (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase	0,42																0
Pedicularis sp.	0,42																0
Total general	100																

Anexo 2a

Tab. 12 – Especies inventariadas sobre prados de siega de montaña de los Pirineos centro-occidentales
 1 – Cruz *et al.* [2010].
 2 – Daget *et al.* (1969), et Jouglet *et al.* (1999) ver. glosario.

Especies	Contribución en la cubierta vegetal (%)	Suma de grados días para floración ¹ (°C)	Madurez de las semillas (Gavarnie-Gèdre, alt: 1600 m)												Índices de calidad forrajera ²		
			Julio				Agosto				Septiembre						
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Festuca rubra L.	27,36	1029,6															2
Anthoxanthum odoratum L.	10,03	765,4	=====														1
Trisetum flavescens (L.) P.Beauv.	7,29	1428		=====													3
Dactylis glomerata L.	1,52	1058,5	=====														5
Poa pratensis L.	0,91	1029,6	=====														4
Agrostis capillaris L.	0,30	1797,8						=====									3
Helictotrichon sedenense (Clarion ex DC.) Holub	0,30																
Phleum pratense L.	0,30	1761,8						=====									5
Lotus corniculatus L.	1,52							=====									3
Trifolium repens L.,	1,22				=====												4
Lathyrus pratensis L.	0,91							=====									3
Vicia sativa L.	0,61				=====												4
Vicia sepium L.	0,61				=====												3
Ononis L.	0,30																0
Trifolium campestre Schreb.	0,30							=====									2
Trifolium dubium Sibth.	0,30							=====									
Trifolium pratense L.	0,30			=====													4
Achillea millefolium L.	12,16											=====					2
Plantago lanceolata L.	9,42			=====													2
Rhinanthus pumilus (Sterneck) Soldano	5,78			=====													0
Veronica chamaedrys L.	3,95				=====												0
Dianthus deltoides L.	3,04				=====												0
Arenaria serpyllifolia L.	2,74				=====												0
Galium verum L.	2,43				=====												0
Ranunculus polyanthemophilus W.Koch & H.E.Hess	2,13			=====													0
Silene vulgaris (Moench) Garcke	0,91			=====													0
Rumex acetosa L.	0,61			=====													0
Cerastium arvense L.	0,30																0

Especies	Contribución en la cubierta vegetal (%)	Suma de grados días para floración ¹ (°C)	Madurez de las semillas (Gavarnie-Gèdre, alt: 1600 m)												Índices de calidad forrajera ²
			Julio				Agosto				Septiembre				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Conopodium majus (Gouan) Loret	0,30														0
Crepis pyrenaica (L.) Greuter	0,30														0
Dianthus hyssopifolius L.	0,30														0
Hypericum maculatum Crantz	0,30														0
Hypochaeris radicata L.	0,30														0
Potentilla sterilis (L.) Garcke	0,30														0
Ranunculus repens L.	0,30														0
Rumex acetosella L.	0,30														0
Total general	100														

Anexo 2b

Tab. 13 – Especies inventariadas sobre prados de siega de montaña de los Pirineos orientales
 1 – Cruz *et al.* [2010].
 2 – Daget *et al.* (1969), et Jouglet *et al.* (1999) ver. glosario.

Especies	Contribución en la cubierta vegetal (%)	Suma de grados días para floración ¹ (°C)	Madurez de las semillas (La Llagonne, alt: 1700 m)												Índices de calidad forrajera ²	
			Julio				Agosto				Septiembre					
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Festuca (groupe rubra)	20,22	1029,6														2
Agrostis capillaris L.	10,30	1797,8														3
Koeleria pyramidata (Lam.) P.Beauv.	6,60	1290														1
Dactylis glomerata L.	1,00	1058,5														5
Cynosurus cristatus L.	0,60	1442,3														2
Phleum pratense L.	2,90	1761,8														5
Trisetum flavescens (L.) P.Beauv.	0,30	1428														3
Anthoxanthum odoratum L.	0,21	765,4														1
Briza media L.	0,82	1290,3														1
Nardus stricta L.	0,82	1998*														0
Holcus lanatus L.	0,20	965,9														2
Poa sp.	0,02	1100														4
Carex brizoides L.	10,31															0
Carex nigra (L.) Reichard	0,40															0
Luzula campestris (L.) DC.	0,02															0
Trifolium repens L.	12,40															4
Trifolium pratense L.	2,06															4
Vicia sepium L.	0,40															3
Lathyrus pratensis L.	0,20															3
Cytisus oromediterraneus Rivas Mart., T.E.Díaz, Fern.Prieto, Loidi & Peñas	0,02															0
Ranunculus acris L.	8,22															0
Leontodon hispidus L.	4,95															0
Bistorta officinalis Delarbre.	4,50															0
Taraxacum officinale F.H.Wigg.	3,30															2
Galium verum L.	2,48															0
Pilosella flagellaris (Willd.) Arv.-Touv.	2,40															0
Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich	2,06															0

Especies	Contribución en la cubierta vegetal (%)	Suma de grados días para floración ¹ (°C)	Madurez de las semillas (La Llagonne, alt: 1700 m)												Índices de calidad forrajera ²
			Julio				Agosto				Septiembre				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<i>Achillea millefolium</i> L.	0,82													2	
<i>Poterium sanguisorba</i> L.	0,42													2	
<i>Saxifraga granulata</i> L.	0,41													0	
<i>Conopodium majus</i> (Gouan) Loret	0,21													0	
<i>Dianthus carthusianorum</i> L.	0,20													0	
<i>Dianthus deltoides</i> L.	0,10													0	
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. vulgare (Hartm.) Greuter & Burdet	0,11													0	
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	0,02													0	
Total general	100														

Anexo 3a

Tab. 14 – Especies inventariadas sobre prados de siega fertilizados de la zona centro-occidental
 1 – Cruz *et al.* [2010].
 2 – Daget *et al.* (1969), et Jouglet *et al.* [1999] ver. glosario.

Especies	Contribución en la cubierta vegetal (%)	Suma de grados días para floración ¹ (°C)	Madurez de las semillas (Gavarnie-Gèdre, alt: 1600 m)												Índices de calidad forrajera ²
			Julio				Agosto				Septiembre				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<i>Dactylis glomerata</i> L.	11,26	1058,5	██████████												5
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.	10,26	1428					██████████								3
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	8,88	765,4	██████████												1
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	8,76	1442,3					██████████								2
<i>Festuca rubra</i> L.	5,50	1029,6	██████████												2
<i>Poa trivialis</i> L.	5,13	1202,2	██████████												4
<i>Agrostis capillaris</i> L.	4,63	1797,8					██████████				██████████				3
<i>Poa pratensis</i> L.	1,88	1029,6	██████████												4
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Prestl & C.Prestl	1,50	1290,3	██████████												3
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	1,25						██████████								1
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	0,63						██████████				██████████				3
<i>Helictotrichon sedenense</i> (Clarion ex DC.) Holub	0,13		██████████												
<i>Phleum pratense</i> L.	0,13	1761,8					██████████								5
<i>Carex pilulifera</i> L.	0,13						██████████				██████████				0
<i>Trifolium repens</i> L.	4,63						██████████				██████████				4
<i>Trifolium pratense</i> L.	2,88		██████████				██████████				██████████				4
<i>Lathyrus linifolius</i> (Reichard) Bässler	0,13						██████████								3
<i>Ranunculus gouanii</i> Willd.	7,26						██████████								0
<i>Plantago lanceolata</i> L.	4,25		██████████				██████████								2
<i>Viola cornuta</i> L.	3,00														0
<i>Taraxacum officinale</i> section <i>ruderale</i>	2,38		██████████												0
<i>Conopodium pyrenaicum</i> (Loisel.) Miègev.	2,00						██████████								0
<i>Rumex acetosa</i> L.	2,00						██████████								0
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	1,50						██████████								0
<i>Narcissus poeticus</i> L.	1,38														0
<i>Cerastium arvense</i> L.	1,13		██████████												0
<i>Galium verum</i> L.	1,13						██████████								0

Especies	Contribución en la cubierta vegetal (%)	Suma de grados días para floración ¹ (°C)	Madurez de las semillas (Gavarnie-Gèdre, alt: 1600 m)												Índices de calidad forrajera ²
			Julio				Agosto				Septiembre				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<i>Alchemilla xanthochlora</i> Rothm.	0,75													0	
<i>Rhinanthus pumilus</i> (Sterneck) Soldano	0,63													0	
<i>Tragopogon pratensis</i> L.	0,63													0	
<i>Achillea millefolium</i> L.	0,50													2	
<i>Centaurea nigra</i> L.	0,50													0	
<i>Crocus nudiflorus</i> Sm.	0,38													0	
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	0,38													0	
<i>Tractema umbellata</i> (Ramond) Speta	0,38													0	
<i>Campanula scheuchzeri</i> Vill. subsp. <i>scheuchzeri</i>	0,31													0	
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i> (Hartm.) Greuter & Burdet	0,25													0	
<i>Iris latifolia</i> (Mill.) Voss	0,25													0	
<i>Poterium sanguisorba</i> L.	0,25													2	
<i>Asphodelus albus</i> Mill.	0,13													0	
<i>Centaurea decipiens</i> subsp. <i>debeauxii</i> (Godr. & Gren.) B.Bock	0,13													0	
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> L.	0,13													0	
<i>Crepis pyrenaica</i> (L.) Greuter	0,13													0	
<i>Heraclium sphondylium</i> L.	0,13													0	
<i>Leontodon hispidus</i> L.	0,13													0	
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	0,13													0	
<i>Veronica arvensis</i> L.	0,13													0	
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	0,10													0	
Total general	100														

Anexo 3b

Tab. 15 – Especies observadas en los prados de siega de los Pirineos orientales
 1 – Cruz *et al.* [2010].
 2 – Daget *et al.* (1969), et Jouglet *et al.* (1999) ver. glosario.

Especies	Contribución en la cubierta vegetal (%)	Suma de grados días para floración ¹ (°C)	Madurez de las semillas (La Llagonne, alt: 1700 m)												Índices de calidad forrajera ²	
			Julio				Agosto				Septiembre					
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Festuca (groupe rubra)	21,11	1029,6														2
Arrhenatherum elatius subsp. bulbosum (Willd.) Schübler & G.Martens	6,87															
Dactylis glomerata L.	1,47	1058,5														5
Cynosurus cristatus L.	0,74	1442,3														2
Briza media L.	0,49	1290,3														1
Agrostis capillaris L.	1,47	1797,8														3
Trisetum flavescens (L.) P.Beauv.	0,49	1428,0														3
Phleum pratense L.	0,49	1761,8														5
Koeleria pyramidata (Lam.) P.Beauv.	0,25															1
Anthoxanthum odoratum L.	0,25	765,4														1
Holcus lanatus L.	0,25	965,9														2
Poa sp.	0,02	1100,0														4
Carex brizoides L.	0,02															0
Carex nigra (L.) Reichard	0,02															0
Carex panicea L.	0,02															0
Luzula campestris (L.) DC.	0,02															0
Trifolium pratense L.	11,78															4
Lotus corniculatus L.	9,82															3
Trifolium repens L.	3,44															4
Lathyrus pratensis L.	0,49															3
Vicia sepium L.	0,49															3
Galium verum L.	6,87															0
Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich.	6,38															0
Taraxacum officinale F.H.Wigg.	5,89															2
Achillea millefolium L.	5,40															2
Plantago lanceolata L.	4,91															2
Armeria alliacea (Cav.) Hoffmanns. & Link.	2,95															0

Especies	Contribución en la cubierta vegetal (%)	Suma de grados días para floración ¹ (°C)	Madurez de las semillas (La Llagonne, alt: 1700 m)												Índices de calidad forrajera ²	
			Julio				Agosto				Septiembre					
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
<i>Dianthus deltoides</i> L.	2,45					■	■	■	■							0
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	1,47						■	■	■							0
<i>Conopodium majus</i> (Gouan) Loret	0,98						■	■	■							0
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	0,98						■	■	■	■						0
<i>Hieracium</i> sp.	0,49						■	■	■	■						0
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	0,49						■	■	■	■						0
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	0,49						■	■	■	■						0
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. vulgare (Hartm.) Greuter & Burdet	0,02		■	■	■											0
<i>Rumex acetosa</i> L.	0,02		■	■	■	■	■									0
<i>Myosotis sylvatica</i> Hoffm.	0,02					■	■	■	■							0
<i>Narcissus poeticus</i> L.	0,02															0
<i>Dianthus carthusianorum</i> L.	0,02				■	■	■	■	■							0
<i>Neotinea ustulata</i> (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase	0,02															0
<i>Pedicularis</i> sp.	0,02															0
<i>Viola tricolor</i> L.	0,02															0
<i>Tragopogon pratensis</i> L.	0,02				■	■	■	■	■							0
Total général	100															

Anexo 4

Tab. 16 – Principales especies recolectadas por transferencia de siegas recién cortadas
% de presencia* = peso de la especie sobre la masa total de la mezcla, en % (valores medios observados sobre 2 muestras de semillas de 1 g recolectadas sobre dos parcelas de cada tipo de formaciones vegetales)

Grupo de plantas	Cervunal subalpino		Antiguo prado de siega		Prado de siega	
	Especies	% presencia	Especies	% presencia	Especies	% presencia
Poáceas	<i>Festuca rubra</i>	45,40	<i>Festuca rubra</i>	59,80	<i>Festuca rubra</i>	27,10
	<i>Festuca nigrescens</i>	29,82	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	6,30	<i>Dactylis glomerata</i>	7,20
	<i>Avenella flexuosa</i>	6,00	<i>Dactylis glomerata</i>	2,64	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	6,20
	<i>Nardus stricta</i>	5,70	<i>Agrostis capillaris</i>	1,20	<i>Agrostis capillaris</i>	3,10
	<i>Festuca eskia</i>	4,60	<i>Poa pratensis</i>	0,07	<i>Poa trivialis</i>	2,60
Sub total		91,52		70,01		46,20
Otras monocotiledóneas	<i>Carex caryophylla</i>	0,18			<i>Carex sp</i>	0,30
	<i>Luzula campestris</i>	0,01				
Sub total		0,19				0,30
Fabáceas	<i>Lotus corniculatus</i>	0,37	<i>Trifolium pratense</i>	1,40	<i>Trifolium pratense</i>	7,60
	<i>Trifolium pratense</i>	0,06	<i>Lathyrus pratensis</i>	0,90	<i>Trifolium repens</i>	3,40
	<i>Trifolium repens</i>	0,04	<i>Vicia sativa</i>	0,90		
Sub total		0,47		3,20		11,00
Otras dicotiledóneas	<i>Plantago alpina</i>	2,60	<i>Plantago lanceolata</i>	7,40	<i>Centaurea nigra</i>	0,03
	<i>Conopodium majus</i>	0,29	<i>Rhinanthus angustifolius</i>	6,80	<i>Campanula rotundifolia</i>	0,03
	<i>Achillea millefolium</i>	0,04	<i>Silene vulgaris</i>	3,78	<i>Cerastium arvense</i>	0,02
	<i>Scorzoneroideis duboisii</i>	0,03	<i>Achillea millefolium</i>	2,30	<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	0,02
	<i>Veronica chamaedrys</i>	0,01	<i>Dianthus deltoides</i>	1,30	<i>Rumex acetosa</i>	0,02
Sub total		2,97		21,58		0,12
% de especies anteriores / conjunto de especies recolectadas		92,18		73,21		57,50

Anexo 5a

Tab. 17 – Principales especies recolectadas con cepilladora en los Pirineos centro-occidentales
 (% de presencia = peso de la especie sobre la masa total de la mezcla, en % [valores medios observados sobre 2 muestras de semillas de 1 g tomadas sobre mezclas obtenidas sobre dos parcelas de cada tipo de formaciones vegetales])

Grupo de plantas	Cervunal subalpino		Antiguo prado de siega		Prado de siega	
	Especies	% presencia	Especies	% presencia	Especies	% presencia
Poáceas	<i>Festuca rubra</i>	58,60	<i>Festuca rubra</i>	76,50	<i>Festuca rubra</i>	28,41
	<i>Festuca nigrescens</i>	28,20	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	5,10	<i>Trisetum flavescens</i>	12,30
	<i>Avenella flexuosa</i>	4,10	<i>Trisetum flavescens</i>	3,40	<i>Dactylis glomerata</i>	8,10
	<i>Festuca eskia</i>	3,50	<i>Poa pratensis</i>	1,55	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	4,80
	<i>Nardus stricta</i>	3,10	<i>Dactylis glomerata</i>	0,90	<i>Poa trivialis</i>	4,10
Sub total		97,50		87,45		57,71
Fabáceas	<i>Lotus corniculatus</i>	0,10	<i>Trifolium pratense</i>	2,30	<i>Trifolium pratense</i>	2,80
	<i>Trifolium pratense</i>	0,06	<i>Vicia sativa</i>	1,90	<i>Vicia sepium</i>	2,20
			<i>Vicia sepium</i>	0,80		
Sub total		0,16		4,20		5,00
Otras dicotiledóneas	<i>Plantago alpina</i>	1,05	<i>Silene vulgaris</i>	2,50	<i>Centaurea nigra</i>	3,90
	<i>Dianthus deltoides</i>	0,47	<i>Rhinanthus angustifolius</i>	1,50	<i>Leontodon sp</i>	3,40
	<i>Conopodium majus</i>	0,38	<i>Plantago lanceolata</i>	1,20	<i>Ranunculus gouanii</i>	2,60
	<i>Jasione montana</i>	0,30	<i>Dianthus deltoides</i>	0,80	<i>Silene vulgaris</i>	2,93
	<i>Scorzoneroideis duboisii</i>	0,30	<i>Rumex acetosella</i>	0,50	<i>Crepis ou Leontodon</i>	1,95
Sub total		2,50		6,50		14,78
% de especies anteriores / conjunto de especies recolectadas		97,66		91,65		62,71

Anexo 5b

Tab. 18 – Principales especies recolectadas con cepilladora en los Pirineos orientales

% de presencia = peso de la especie sobre la masa total de la mezcla, en % (valores medios observados sobre 2 muestras de semillas de 1 g tomadas de mezclas obtenidas sobre una parcela de cata tipo de formaciones vegetales)

Grupo de plantas	Cervunal subalpino		Antiguo prado de siega		Prado de siega	
	Especies	% presencia	Especies	% presencia	Especies	% presencia
Poáceas	<i>Festuca rubra</i>	71,00	<i>Festuca rubra</i>	66,10	<i>Festuca rubra</i>	69,69
	<i>Nardus stricta</i>	14,39	<i>Khoeleria pyramidata</i>	4,70	<i>Dactylis glomerata</i>	8,30
	<i>Khoeleria pyramidata</i>	2,70	<i>Dactylis glomerata</i>	4,60	<i>Cynosurus cristatus</i>	3,20
	<i>Poa sp.</i>	1,44	<i>Nardus stricta</i>	3,60	<i>Holcus lanatus</i>	1,30
	<i>Avenella flexuosa</i>	1,40	<i>Cynosurus cristatus</i>	2,40	<i>Arrhenaterum elatius</i>	1,06
Sub total		90,93		81,40		83,55
Otras monocotiledóneas	<i>Carex nigra</i>	1,44	<i>Carex brizoides</i>	1,50	<i>Carex brizoides</i>	0,10
	<i>Carex brizoides</i>	1,20	<i>Carex nigra</i>	1,49	<i>Carex nigra</i>	0,10
Sub total		2,64		2,99		0,20
Fabáceas	<i>Trifolium repens</i>	0,01	<i>Lathyrus pratense</i>	0,50	<i>Trifolium pratense</i>	1,06
			<i>Trifolium pratense</i>	0,30	<i>Lathyrus pratense</i>	0,80
			<i>Vicia sepium</i>	0,09	<i>Vicia sepium</i>	0,40
					<i>Lotus corniculatus</i>	0,05
Sub total		0,01		0,89		2,26
Otras dicotiledóneas	<i>Dianthus deltooides</i>	1,50	<i>Ranunculus acris</i>	1,30	<i>Plantago lanceolata</i>	5,30
	<i>Ceraiste arvensis</i>	0,80	<i>Conopodium majus</i>	1,20	<i>Rhynantus alectorolophus</i>	2,12
	<i>Polygonum bistorta</i>	0,02	<i>Polygonum bistorta</i>	0,86	<i>Dianthus carthusianorum</i>	1,59
	<i>Veronica chamaedris</i>	0,01	<i>Rhynantus alectorolophus</i>	0,80	<i>Dianthus deltooides</i>	0,53
			<i>Ceraiste fontanum</i>	0,48	<i>Tragopogon pratensis</i>	0,09
Sub total		2,32		4,64		9,64
% de especies anteriores / conjunto de especies recolectadas		95,45		86,93		93,26

Anexo 5c

Tab. 19 – Principales especies recolectadas con segadora-trilladora en los Pirineos centro-occidentales
 % de presencia = peso de la especie sobre la masa total de la mezcla, en % (valores medios observados sobre 2 muestras de semillas de 1 g tomadas de mezclas obtenidas sobre dos parcelas de cata tipo de formaciones vegetales).

Grupo de plantas	Antiguo prado de siega		Prado de siega	
	Especies	% presencia	Especies	% presencia
Poáceas	<i>Festuca rubra</i>	67,10	<i>Festuca rubra</i>	26,40
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	5,60	<i>Dactylis glomerata</i>	14,30
	<i>Trisetum flavescens</i>	3,00	<i>Festuca nigrescens</i>	11,70
	<i>Dactylis glomerata</i>	2,20	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	8,70
	<i>Poa pratensis</i>	1,20	<i>Cynosorus cristatus</i>	1,60
Sub total		79,10		62,70
Fabacéas	<i>Vicia sepium</i>	3,10	<i>Trifolium pratense</i>	2,80
	<i>Trifolium pratense</i>	3,00	<i>Trifolium repens</i>	2,20
	<i>Trifolium repens</i>	1,10	<i>Lathyrus montanus</i>	0,01
	<i>Lotus corniculatus</i>	0,70		
Sub total		7,90		5,01
Autres dicotylédones	<i>Plantago lanceolata</i>	2,30	<i>Plantago lanceolata</i>	1,30
	<i>Rhinanthus angustifolius</i>	0,32	<i>Rumex acetosa</i>	0,80
	<i>Silene vulgaris</i>	2,30	<i>Leontodon sp</i>	0,77
	<i>Achillea millefolium</i>	0,50	<i>Viola cornuta</i>	0,76
	<i>Dianthus deltoides</i>	0,01	<i>Conopodium pyrenaicum</i>	0,62
Sub total		5,42		4,25
% de especies anteriores / conjunto de especies recolectadas		92,42		71,96

Anexo 6a

Tab. 20 – Contribución de las especies inventariadas sobre la cubierta vegetal, en siembras de especies locales sobre suelos pobres (área en los Angles)

	Composición de la mezcla de semillas	Contribución N+1 [%]	Contribución N+2 [%]	Contribución N+3 [%]	Contribución N+4 [%]	C Contribución media [%]	Contribución media especies sembradas [%]	Contribución media especies colonización [%]	Contribución media especies formaciones cespitosas subalpinas [%]
<i>Achillea millefolium</i> L.	6,2	5,8	5,6	10,0	7,7	7,3	7,3		
<i>Atocion rupestre</i> (L.) B.Oxelman		0,6	0,2	0,4	0,4	0,4		0,4	
<i>Agrostis capillaris</i> L.			1,0			0,2		0,2	0,2
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1,1								
<i>Bistorta officinalis</i> Delarbre	0,6								
<i>Briza media</i> L.	1,5								
<i>Carex brizoides</i> L.	1,2								
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	0,2								
<i>Cirsium eriophorum</i> (L.) Scop.				0,4	0,4	0,2		0,2	
<i>Conopodium majus</i> (Gouan) Loret	0,2								
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1,6	1,1	0,8	1,3	1,8	1,2	1,2		
<i>Dianthus deltooides</i> L.	0,0								
<i>Festuca eskia</i> Ramond ex DC.		8,1	1,8	0,2	0,2	2,6		2,6	2,6
<i>Festuca nigrescens</i> L.	60,7	60,3	66,8	53,6	56,3	59,2	59,2		59,2
<i>Galium verum</i> L.	0,3								
<i>Hypochaeris radicata</i> L.		1,7	0,2			0,5		0,5	
<i>Koeleria pyramidata</i> (Lam.) P.Beauv.	3,6								
<i>Leontodon hispidus</i> L.			0,2			0,0		0,0	
<i>Lolium perenne</i> L.	5,0	5,3	3,1	1,9	1,9	3,0	3,0		
<i>Nardus stricta</i> L.	2,6								
<i>Phleum pratense</i> L.	0,8								
<i>Pilosella lactucella</i> (Wallr.) P.D.Sell & C.West		1,7				0,4		0,4	0,4
<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC.									
<i>Plantago lanceolata</i> L.	0,1	0,6	5,0	2,3	1,4	2,3	2,3		
<i>Poa pratensis</i> L.	1,1	1,1	0,6			0,4	0,4		
<i>Ranunculus acris</i> L.	1,3								
<i>Rhinanthus minor</i> L.	0,7								
<i>Rumex acetosa</i> L.		1,9				0,5		0,5	

	Composición de la mezcla de semillas	Contribución N+1 [%]	Contribución N+2 [%]	Contribución N+3 [%]	Contribución N+4 [%]	C Contribución media [%]	Contribución media especies sembradas [%]	Contribución media especies colonización [%]	Contribución media especies formaciones cespitosas subalpinas [%]
Rumex acetosella L.				0,4	0,4	0,2		0,2	0,2
Poterium sanguisorba L.	0,1								
Scorzoneroides pyrenaica (Gouan) Holub	0,3								
Sesamoides pygmaea (Scheele) Kuntze		4,2				1,0		1,0	
Sisymbrium austriacum Jacq.			0,2	0,8	0,6	0,4		0,4	
Murbeckiella pinnatifida (Lam). Rothm.			0,4	0,2	0,2	0,2		0,2	
Spergularia rubra (L.) D. Dietr.		1,1	0,6			0,4		0,4	
Taraxacum officinale F.H.Wigg.	0,0								
Tragopogon pratensis L.	0,0								
Trifolium pratense L.	0,3								
Trifolium repens L.	10,3	4,4	13,7	28,4	28,8	18,8	18,8		
Veronica arvensis L.		2,2				0,6		0,6	
Vicia sepium L.	0,1								
Total	100	100	100	100	100	100	92,4	7,6	62,7
Nº de especies	26	15	15	12	12	21	7	14	5

Anexo 6b

Tab. 21 – Contribución de las especies inventariadas sobre la cubierta vegetal, en siembras de especies alóctonas sobre suelos pobres (área en les Angles)

	Composición de la mezcla de semillas	Contribución N+1 (%)	Contribución N+2 (%)	Contribución N+3 (%)	Contribución N+4 (%)	C Contribución media (%)	Contribución media especies sembradas (%)	Contribución media especies colonización (%)	Contribución media especies formaciones cespitosas subalpinas (%)
<i>Achillea millefolium</i> L.	1,0	4,3	2,7	18,9	19,6	11,4	11,4		
<i>Atocion rupestre</i> (L.) B.Oxelman		1,1	1,2	0,3	0,3	0,7		0,7	
<i>Agrostis capillaris</i> L.		1,1	5,1	0,3		1,6		1,6	1,6
<i>Cirsium eriophorum</i> (L.) Scop.				1,0	1,3	0,6		0,6	
<i>Dactylis glomerata</i> L.	15,0	21,4	21,1	25,0	18,0	21,4	21,4		
<i>Festuca eskia</i> Ramond ex DC.		2,7	6,0	8,1	12,2	7,2		7,2	7,2
<i>Festuca rubra</i> L.	25,0	41,7	13,0	18,9	25,0	24,6	24,6		
<i>Hypochaeris radicata</i> L.				0,7	1,3	0,5		0,5	
<i>Linaria repens</i> (L.) Mill.					0,3	0,1		0,1	
<i>Lolium perenne</i> L.	15,0	8,6	45,8	16,2	11,2	20,4	20,4		
<i>Lotus corniculatus</i> L.	5,0								
<i>Phleum pratense</i> L.	15,0	1,1	0,6	1,0	1,5	1,1	1,1		
<i>Pilosella lactucella</i> (Wallr.) P.D.Sell & C.West		1,1	0,6			0,4		0,4	0,4
<i>Plantago lanceolata</i> L.				0,3	0,3	0,1		0,1	
<i>Poterium sanguisorba</i> L.		6,4				1,6		1,6	1,6
<i>Rumex acetosella</i> L.		2,7	1,5	0,6	0,9	1,4		1,4	1,4
<i>Schedonorus arundinaceus</i> (Shreb.) Dumort.	20,0	1,1	1,2	6,6	5,7	3,6	3,6		
<i>Sisymbrium austriacum</i> Jacq.			1,2			0,3		0,3	
<i>Trifolium repens</i> L.	4,0	7,0		2,1	2,6	2,9	2,9		
Total	100	100	100	100	100	100	85	15	12
Nº de especies	8	13	12	14	14	18	7	11	18

Anexo 7a

Tab. 22 – Contribución de las especies inventariadas sobre la cubierta vegetal, en siembras de especies locales sobre suelos poco fértiles (área en Grand-Tourmalet)

	Composición de la mezcla de semillas	Contribución N+1 [%]	Contribución N+2 [%]	Contribución N+3 [%]	Contribución N+4 [%]	C Contribución media [%]	Contribución media especies sembradas [%]	Contribución media especies colonización [%]	Contribución media especies formaciones cespitosas subalpinas [%]
<i>Achillea millefolium</i> L.	3		9,0	8,5	2,7	6,8	6,8		
<i>Agrostis capillaris</i> L.			0,1	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drejer	2,3								
<i>Briza media</i> L.	1,2		0,5	0,4	0,4	0,5	0,5		0,5
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	0,3								
<i>Conopodium majus</i> [Gouan] Loret	0,18								
<i>Crocus nudiflorus</i> Sm.			0,6	0,1	1,2	0,6		0,6	0,6
<i>Dianthus deltoides</i> L.	0,7								
<i>Festuca eskia</i> Ramond ex DC.	4,1		3,3	3,8	4,4	3,8		3,8	3,8
<i>Festuca nigrescens</i> L.	79,1		74,9	72,5	70,0	72,5	72,5		72,5
<i>Galium saxatile</i> L.			0,7	1,3	0,6	0,8		0,8	0,8
<i>Galium verum</i> L.	0,2								
<i>Gnaphalium sylvaticum</i> L.					0,1	0,0		0,0	0,0
<i>Jasione laevis</i> L.	0,3		0,2	0,1	0,1	0,2		0,2	0,2
<i>Lotus corniculatus</i> L.	0,02								
<i>Nardus stricta</i> L.	5,2		3,0	6,8	13,2	7,7	7,7		7,7
<i>Paronychia polygonifolia</i> [Vill.] DC.			0,8	0,6	0,5	0,6		0,6	
<i>Phleum pratense</i> L.	0,1								
<i>Plantago lanceolata</i> L.				0,1		0,0	0,0		
<i>Plantago monosperma</i> Pourr.	0,2								
<i>Poa alpina</i> L.	1,2		0,6	2,9	4,4	2,6		2,6	2,6
<i>Ranunculus pyrenaicus</i> L. subsp. <i>pyrenaicus</i>			0,3	0,1	0,1	0,2		0,2	0,2
<i>Sagina saginoides</i> subsp. <i>pyrenaica</i> (Rouy) Font Quer			0,1	0,1		0,1		0,1	0,1
<i>Atocion rupestre</i> (L.) B.Oxelman			0,5	0,4	0,2	0,4		0,4	
<i>Murbeckiella pinnatifida</i> [Lam.] Rothm.			0,3	0,1	0,1	0,2		0,2	
<i>Spergularia rubra</i> (L.) D. Dietr.			2,6	1,1	0,1	1,3		1,3	
<i>Trifolium alpinum</i> L.			0,7	0,4	0,3	0,5		0,5	0,5
<i>Trifolium repens</i> L.	1,9		1,7	0,3		0,7	0,7		
<i>Veronica fruticans</i> Jacq.			0,1	0,1	1,4	0,5		0,5	
<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau					0,1	0,0		0,0	
Total	100		100	100	100	100	88	12	89
Nº de especies	16		19	20	19	22	6	16	13

1 – Inventario no realizado este año

Anexo 7b

Tab. 23 – Contribución de las especies inventariadas sobre la cubierta vegetal, en siembras de especies alóctonas sobre suelos pobres (área en Grand-Tourmalet)

	Composición de la mezcla de semillas	Contribución N+1 (%)	Contribución N+2 (%)	Contribución N+3 (%)	Contribución N+4 (%)	C Contribución media (%)	Contribución media especies sembradas (%)	Contribución media especies colonización (%)	Contribución media especies formaciones cespitosas subalpinas (%)
<i>Achillea millefolium</i> L.	1		3,6	4,2	3,1	3,6	3,6		
<i>Crocus nudiflorus</i> Sm.			0,5			0,2		0,2	0,2
<i>Dactylis glomerata</i> L.	10		10,2	11,6	1,0	7,6	7,6		
<i>Festuca eskia</i> Ramond ex DC.			4,1	3,8	7,3	5,1		5,1	5,1
<i>Festuca rubra</i> L.	30		50,8	51,7	75,3	59,2		59,2	
<i>Gnaphalium sylvaticum</i> L.			0,3	0,9	0,1	0,5		0,5	0,5
<i>Jasione laevis</i> L.				0,2	0,1	0,1		0,1	0,1
<i>Lolium perenne</i> L.	10		10,2	3,3	0,4	4,6	4,6		
<i>Lotus corniculatus</i> L.	1								
<i>Medicago sativa</i> L.	1								
<i>Nardus stricta</i> L.			1,5	1,2	1,5	1,4	1,4		1,4
<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	10								
<i>Paronychia polygonifolia</i> (Vill.) DC.					0,1	0,0		0,0	
<i>Plantago lanceolata</i> L.			0,3	0,4	0,1	0,3	0,3		
<i>Poa alpina</i> L.				0,2		0,1		0,1	0,1
<i>Poa pratensis</i> L.	5		12,2	12,7	6,6	10,5	10,5		
<i>Ranunculus pyrenaicus</i> L. subsp. <i>pyrenaicus</i>					0,1	0,0		0,0	0,0
<i>Sagina saginoides</i> subsp. <i>pyrenaica</i> (Rouy) Font Quer			0,3			0,1		0,1	0,1
<i>Poterium sanguisorba</i> L.	6								
<i>Schedonorus arundinaceus</i> (Shreb.) Dumort.	25		2,7	4,6	0,7	2,7		2,7	
<i>Murbeckiella pinnatifida</i> (Lam.) Rothm.			1,4			0,5		0,5	
<i>Spergularia rubra</i> (L.) D. Dietr.				0,4	0,5	0,3		0,3	
<i>Trifolium alpinum</i> L.			1,4	4,5	2,5	2,8		2,8	2,8
<i>Trifolium repens</i> L.	1		0,3	0,4	0,1	0,3	0,3		
<i>Veronica fruticans</i> Jacq.			0,3		0,1	0,1		0,1	
Total	100		100	100	100	100	28	72	10
Nº de especies	11		16	15	17	21	7	14	9

1 – Inventario no realizado este año



Fig. 97 – *Atocion rupestre* (L.) Oxelman
Esta especie coloniza de forma rápida las formaciones
cespitosas acidófilas degradadas subalpinas

Anexo 8a

Tab. 24 – Contribución de las especies inventariadas sobre la cubierta vegetal, en siembras de especies locales sobre suelos poco fértiles (área en Font-Romeu)

	Composición de la mezcla de semillas	Contribución N+1 (%)	Contribución N+2 (%)	Contribución N+3 (%)	Contribución N+4 (%)	C Contribución media (%)	Contribución media especies sembradas (%)	Contribución media especies colonización (%)	Contribución media especies formaciones cespitosas subalpinas (%)
<i>Achillea millefolium</i> L.	6,2	0,9	0,4	0,8	1,1	0,8	0,8		
<i>Atocion rupestre</i> (L.) Oxelman		0,1	3,9	0,4		1,1		1,1	
<i>Agrostis capillaris</i> L.		0,9	3,7	9,9	9,7	6,0		6,0	6,0
<i>Anemone nemorosa</i> L.				0,1	0,1	0,0		0,0	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1,1								
<i>Bistorta officinalis</i> Delarbre	0,6								
<i>Briza media</i> L.	1,5	0,3				0,1	0,1		0,1
<i>Carex brizoides</i> L.	1,2								
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	0,2								
<i>Coincya monensis</i> subsp. <i>cheiranthos</i> (Vill.) Aedo, Leadlay & Muñoz Garm.		0,2	0,1	0,1	0,2	0,1		0,1	
<i>Conopodium majus</i> (Gouan) Loret	0,2								
<i>Crocus nudiflorus</i> Sm.		0,2	0,0			0,1		0,1	0,1
<i>Cytisus oromediterraneus</i> Rivas Mart. & al.		0,4	0,1	0,2	0,2	0,2		0,2	
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1,6	0,3	0,5	0,1	0,1	0,3	0,3		
<i>Dianthus deltoides</i> L.	0,0								
<i>Festuca eskia</i> Ramond ex DC.				1,6	2,1	0,9		0,9	0,9
<i>Festuca nigrescens</i> L.	60,7	91,0	84,7	82,0	76,9	83,6	83,6		83,6
<i>Galium verum</i> L.	0,3								
<i>Koeleria pyramidata</i> (Lam.) P.Beauv.	3,6	0,2	0,0	0,1		0,1	0,1		
<i>Lolium perenne</i> L.	5,0	0,2	0,3			0,1	0,1		
<i>Lotus corniculatus</i> L.		0,3	0,2	0,2	0,2	0,2		0,2	0,2
<i>Meum athamanticum</i> Jacq.		0,9	0,2	0,3	0,4	0,4		0,4	0,4
<i>Murbeckiella pinnatifida</i> (Lam.) Rothm.		0,1	0,0	0,1	0,2	0,1		0,1	
<i>Nardus stricta</i> L.	2,6	0,2	0,6	0,7	1,5	0,8	0,8		0,8
<i>Paronychia polygonifolia</i> (Vill.) DC.		0,2	0,7	0,4	2,8	1,0		1,0	
<i>Phleum pratense</i> L.	0,8								
<i>Pilosella lactucella</i> (Wallr.) P.D.Sell & C.West				0,1	0,1	0,0		0,0	0,0
<i>Plantago lanceolata</i> L.	0,1								
<i>Plantago maritima</i> L.		0,3	0,1			0,1		0,1	
<i>Plantago monosperma</i> Pourr.				0,1	0,3	0,1		0,1	

	Composición de la mezcla de semillas	Contribución N+1 (%)	Contribución N+2 (%)	Contribución N+3 (%)	Contribución N+4 (%)	C Contribución media (%)	Contribución media especies sembradas (%)	Contribución media especies colonización (%)	Contribución media especies formaciones cespitosas subalpinas (%)
<i>Poa pratensis</i> L.	1,1	1,1	1,6	0,1	0,3	0,8	0,8		
<i>Poterium sanguisorba</i> L.	0,1	0,1	0,0			0,0	0,0		0,0
<i>Pulsatilla alpina</i> (L.) Delarbre			0,0			0,0		0,0	0,0
<i>Ranunculus acris</i> L.	1,3								
<i>Rhinanthus minor</i> L.	0,7								
<i>Rumex acetosella</i> L.		0,2	0,8	0,3	0,5	0,4		0,4	0,4
<i>Scleranthus perennis</i> L.		0,7	0,1	0,1	0,2	0,3		0,3	
<i>Scorzoneroides pyrenaica</i> (Gouan) Holub	0,3		0,5	0,2	0,2	0,2	0,2		
<i>Sesamoides pygmaea</i> (Scheele) Kuntze			0,2	1,8	2,6	1,2		1,2	
<i>Spergularia rubra</i> (L.) D. Dietr.		1,1	0,6	0,3	0,5	0,6		0,6	
<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	0,0								
<i>Tragopogon pratensis</i> L.	0,0								
<i>Trifolium alpinum</i> L.			0,0	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1
<i>Trifolium pratense</i> L.	0,3								
<i>Trifolium repens</i> L.	10,3								
<i>Veronica fruticans</i> Jacq.		0,2	0,7	0,1	0,1	0,2		0,2	
<i>Vicia sepium</i> L.	0,1								
Total	100	100	100	100	100	100	87	14	93
Nº de especies	26	23	26	25	23	31	10	21	13

Anexo 8b

Tab. 25 – Contribución de las especies inventariadas sobre la cubierta vegetal, en siembras de especies alóctonas sobre suelos pobres (área en Font-Romeu)

	Composición de la mezcla de semillas	Contribución N+1 (%)	Contribución N+2 (%)	Contribución N+3 (%)	Contribución N+4 (%)	C Contribución media (%)	Contribución media especies sembradas (%)	Contribución media especies colonización (%)	Contribución media especies formaciones cespitosas subalpinas (%)
<i>Achillea millefolium</i> L.	1,0	2,2	6,2	9,4	7,5	6,3	6,3		
<i>Atocion rupestre</i> (L.) Oxelman			1,0	0,9	0,8	0,7		0,7	
<i>Agrostis capillaris</i> L.		65,6	56,2	35,6	33,7	47,8		47,8	47,8
<i>Alchemilla alpina</i> L.				0,6	0,6	0,3		0,3	
<i>Anemone nemorosa</i> L.		0,6				0,1		0,1	
<i>Carex caryophyllaea</i> Latourr.				0,1	0,9	0,2		0,2	0,2
<i>Coincya monensis</i> subsp. <i>cheiranthos</i> (Vill.) Aedo, Leadlay & Muñoz Garm.			0,2	0,1	0,1	0,1		0,1	
<i>Crocus nudiflorus</i> Sm.		0,6		0,1		0,2		0,2	0,2
<i>Cytisus oromediterraneus</i> Rivas Mart. & al.		1,4	0,8	0,3	0,3	0,7		0,7	
<i>Dactylis glomerata</i> L.	10,0	6,7	3,9	3,9	3,3	4,5	4,5		
<i>Festuca eskia</i> Ramond ex DC.			3,2	1,7	4,7	2,4		2,4	2,4
<i>Festuca rubra</i> L.	30,0		5,2	33,6	33,2	18,0	18,0		
<i>Galium pumilum</i> Murray				0,1	0,2	0,1		0,1	0,1
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.				0,1	0,2	0,1		0,1	
<i>Lolium perenne</i> L.	10,0	0,6	4,1			1,2	1,2		
<i>Lotus corniculatus</i> L.	1,0	1,3	0,8	0,7	1,0	0,9	0,9		0,9
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.				0,7	0,6	0,3		0,3	0,3
<i>Medicago sativa</i> L.	1,0								
<i>Meum athamanticum</i> Jacq.		0,3	1,3	1,5	1,2	1,1		1,1	1,1
<i>Murbeckiella pinnatifida</i> (Lam.) Rothm.			0,4	0,2		0,1		0,1	
<i>Nardus stricta</i> L.			0,1	0,2	0,2	0,1		0,1	0,1
<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	10,0								
<i>Paronychia polygonifolia</i> (Vill.) DC.		1,3	1,4	1,8	1,9	1,6		1,6	
<i>Pilosella lactucella</i> (Wallr.) P.D.Sell & C.West				0,2	0,2	0,1		0,1	0,1
<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC.				0,1	0,2	0,1		0,1	
<i>Plantago maritima</i> L.		1,0	4,7	2,3	2,4	2,6		2,6	
<i>Plantago monosperma</i> Pourr.				0,1		0,0		0,0	
<i>Poa pratensis</i> L.	5,0	1,4	0,6	0,1		0,5	0,5		
<i>Poterium sanguisorba</i> L.	6,0	0,6	0,4		0,1	0,3	0,3		0,3
<i>Rumex acetosella</i> L.			0,2	0,2	0,3	0,2		0,2	0,2

	Composición de la mezcla de semillas	Contribución N+1 [%]	Contribución N+2 [%]	Contribución N+3 [%]	Contribución N+4 [%]	C Contribución media [%]	Contribución media especies sembradas [%]	Contribución media especies colonización [%]	Contribución media especies formaciones cespitosas subalpinas [%]
<i>Schedonorus arundinaceus</i> (Shreb.) Dumort.	25,0	1,4	0,3	0,1		0,4	0,4		
<i>Scleranthus perennis</i> L.			2,0	0,4	0,7	0,8		0,8	
<i>Scorzoneroides pyrenaica</i> (Gouan) Holub		0,8				0,2		0,2	
<i>Sesamoides pygmaea</i> (Scheele) Kuntze			1,5	1,4	1,2	1,0		1,0	
<i>Spergularia rubra</i> (L.) D. Dietr.		7,3	1,4	0,5	0,5	2,4		2,4	
<i>Trifolium alpinum</i> L.		5,9	1,5	0,2	0,4	2,0		2,0	2,0
<i>Trifolium pratense</i> L.		0,8				0,2		0,2	
<i>Trifolium repens</i> L.	1,0								
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.			1,6	1,7	2,1	1,3		1,3	
<i>Veronica fruticans</i> Jacq.		0,3				0,1		0,1	
<i>Veronica officinalis</i> L.			0,4	1,2	1,4	0,8		0,8	
<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau			0,8	0,2	0,1	0,3		0,3	
Total	100	100	100	100	100	100	32	68	56
Nº de especies	11	19	26	33	29	39	8	31	13

Multiplicación de simientes silvestres pirenaicas

UNA GUÍA TÉCNICA DE SU POTENCIAL

Esta guía está destinada a los viveristas y agricultores que tengan interés en la multiplicación de semillas. Se complementa la presente guía con la descripción de las técnicas de producción, los pasos técnicos, y referencias para la puesta en marcha de una línea de producción.

Está disponible en **www.ecovars.fr** o a través del Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées.

multiplicación de simientes silvestres pirenaicas

UNA GUÍA TÉCNICA DE
SU POTENCIAL



El Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées es una herramienta científica y técnica, reconocida por el Ministerio de ecología, gestionado por colectivos locales en el marco de un sindicato mixto, destinado a **reforzar el conocimiento de la flora silvestre** y para **asesorar las políticas de conservación de las especies y de los hábitats naturales**.

Sus botánicos realizan inventarios (generales, especies raras y protegidas, hongos, musgos...) que nutren una base de datos. Esta base de datos se emplea posteriormente para ubicar las poblaciones vegetales, medir su evolución, identificar las amenazas. El Conservatoire no gestiona espacios

Iniciativa de cooperación territorial transfronteriza de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos (CTP), el **Observatorio Pirenaico del Cambio Climático (OPCC)** tiene por objetivo realizar un seguimiento y comprender los efectos del cambio climático en los Pirineos para ayudar al territorio a adaptarse a sus impactos.

La restauración ecológica de los prados y céspedes de montaña, llevados a cabo con especies de origen local, permite establecer una cubierta

naturales; aporta conocimientos técnicos a sus propietarios, a los colectivos locales, al Estado, con el fin de que pueda poner en marcha las medidas de gestión más adecuadas para la conservación de las especies y del medio natural.

En el año 2000, lanzó una iniciativa para las prácticas de revegetación que preserven la flora silvestre y el medio natural. Socios y financiadores lo han apoyado en el marco de los programas Ecovars, Ecovars 2, Ecovars+ y Ecovars³⁰.

Para más información:

www.cbnmpm.fr
y **www.ecovars.fr**

vegetal adaptada a las condiciones de montaña. Así, las áreas reconstituidas son más resistentes frente a las adversidades climáticas, especialmente extremas en montaña (tormentas, heladas, sequías, etc.). Al recrear ambientes estables con vegetación adaptada a las condiciones locales, estas prácticas contribuyen a mitigar los efectos del cambio climático.

Pour plus d'informations :
www.opcc-ctp.org.fr



Contacto

Encargado de Restauración Ecológica
en el Conservatoire
botanique national des
Pyrénées et de Midi-
Pyrénées

TL: 05 62 95 85 35

jocelyne.cambededes@cbnmpm.fr
manuel.delafoulhouze@cbnmpm.fr

écovars



Los actores de los programas Ecovars

AMIDEV

Esta consultoría especializada en la protección del medio es una de las promotoras del empleo de simientes locales en revegetación. Es un socio clave de la iniciativa Ecovars.

CNRS-CEFE

Este laboratorio ha co-gestionado el estudio llevado a cabo acerca de los rendimientos ambientales relativos a las siembras de procedencia local con respecto a las simientes alóctonas. Ha puesto en marcha todos los trabajos relativos a la evolución del suelo.

Comité de massif

Europa, el Estado, las regiones Nouvelle Aquitaine y Occitanie Méditerranée apoyan Ecovars a nivel político y económico, de manera coordinada en el marco del Comité de massif, dinamizado por el Commissariat à l'aménagement des Pyrénées.

Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques

Se ha implicado en el desarrollo de una línea de producción de simientes pirenaicas apoyando a la asociación Estivade y a la asociación Indigraines. Ha implementado las mejores prácticas de revegetación para cada una de las obras, de carretera o turísticas, que lleva a cabo.

Estivade

Esta asociación de inserción laboral ubicada en Oloron Sainte-Marie, ha producido, entre 2009 y 2018, las primeras generaciones de simientes locales para la marca Pyrégraine de nèou. Producción en agricultura biológica.

Indigraines

Este grupo de 5 agricultores comenzó a producir semillas de la marca «Pyrégraine de nèou» en 2015

Lycée Adriana

Este instituto agrícola ha llevado a cabo experimentos y producciones de varias especies pirenaicas.

N'Py

Desde 2009, las estaciones de esquí del Pirineo englobadas en esta identidad (Peyragudes, Piau-Engaly, le Tourmalet, Luz-Ardiden, Cauterets, Gourette, la Pierre-Saint-Martin), favorecen el empleo de especies de procedencia local. Adoptan un creciente número de medidas de restauración ecológica en el desarrollo de sus obras. La estación de esquí de Peyragudes ha contribuido en gran medida al desarrollo de la iniciativa. Ha recolectado simientes con la cepilladora sobre diferentes sectores y ha revegetado diversas áreas con simientes locales.

Parc naturel régional des Pyrénées catalanes

Está creando una línea de producción de simientes locales específica de la parte oriental de la cordillera pirenaica.

Las estaciones de esquí

de Saint-Lary, de Superbagnères, de Ax 3 Domaines, de Font-Romeu-Pyrénées 2000, de Angles y de Soldeu el Tarter en Andorra. Estas entidades han probado mezclas de simientes de procedencia local en revegetaciones y quieren seguir empleándolas.

Créditos y agradecimientos

Esta guía es una edición revisada y ampliada de la guía «¿Cómo restituir la flora en las montañas del Pirineo? Una guía técnica de restauración ecológica» (Dupin B., Malaval S., Couëron G., Cambecèdes J. y Largier G., 2014) publicado en francés por el Conservatoire, con el apoyo de la Unión Europea (FEDER Programa operativo interregional Pirineos), del Estado (FNADT Massif des Pyrénées) y de las antiguas regiones de Aquitaine, Midi-Pyrénées y Languedoc-Roussillon.

Nueva edición

La nueva edición ha beneficiado de los trabajos de restauración ecológica llevados a cabo por los gestores del territorio, especialmente estaciones de esquí, el apoyo y seguimiento realizado por el Conservatoire y los socios investigadores, las multiplicaciones y recolecciones de semillas llevadas a cabo por los diferentes actores de la iniciativa Ecovars. También se ha beneficiado de los resultados del proyecto SOS PRADERAS, cofinanciado por la Unión Europea (INTERREG SUDO) y el Estado francés (FNADT Macizo de los Pirineos).

Redacción y coordinación: Brice Dupin, con la participación de Sandra Malaval, **revisión:** Jocelyne Cambecèdes, Gérard Largier, Gilles Corriot, François Prud'homme y Christophe Bergès para las fichas de especies, **traducción:** Lila Righetti Coutet (tercerpaisaje), **gestión administrativa y financiera:** Gérard Largier y Karine Borgella, **participación en el seguimiento de vegetación:** Bruno Durand y Catherine Brau-Nogué, **apoyo en cartografía:** Anne-Sophie Rudi-Dencausse, **test de germinación:** Véronique Ausset.

Referencia para citas: Dupin B. (coord.), Malaval S., Couëron G., Cambecèdes J. y Largier G., 2019. *Restauración ecológica de prados y formaciones cespitosas del Pirineo. Una*

guía técnica para regenerar los suelos y las comunidades vegetales degradadas de montaña. Traducción al castellano por Lila Righetti Coutet. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 153 p.

Agradecimientos

El Conservatoire agradece a todas las personas que han contribuido en la realización de este documento:

- Georges Dantin de la consultoría Amidev, impulsor de la iniciativa Ecovars, por su implicación continua en este enfoque y el impulso dado con las estaciones de esquí;
- el equipo de la SEMA de Peyragudes, Serge Fouran, Yannick Lorillard y Rémi Michel, por sus intervenciones decisivas en la difusión de estas prácticas en la cordillera;
- los responsables y equipos del Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques por sus aportaciones regulares para la construcción de una línea de producción de semillas locales;
- Daniel Barneix y Laurie Fogel de la Asociación Estivade y Cécile Bezombes, agricultora en Cerdeña, por todas las experiencias de producciones llevadas a cabo;
- Nathalie Fromin (CEFE-CNRS), Laure Lebraud (Parque natural regional del Pirineo catalán), Pierre-Alexis Nizan (acabando estudios de ingeniero) y Stéphanie Huc (Conservatoire botanique national alpin) por su preciada implicación en la puesta en marcha de los protocolos para comparar los rendimientos ambientales de las semillas locales con respecto a las semillas alóctonas;
- Gilles Couëron (encargado de comunicación del Conservatoire botanique en la 1ª edición) y Laure Menanteau (diseñadora) por la pertinencia de los soportes de comunicación del programa que han diseñado.
- Lila Righetti por la traducción al castellano.

Los financiadores del programa Ecovars

Esta guía se publica en el marco del proyecto OPCC-2 dirigido por el Observatorio Pirenaico del Cambio Climático (OPCC) de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos (CTP), cofinanciado por el fondo FEDER (INTERREG POCTEFA) de la Unión Europea, el Estado francés (FNADT Macizo de los Pirineos) y la Región Occitane.

Entre 2003 y 2018, el programa Ecovars, dirigido por la CBN des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, fue cofinanciado por la Unión Europea, el Estado (FNADT Macizo de los Pirineos), la Región Nouvelle-Aquitaine, la Región Occitane y el Departamento de los Pirineos-Atlánticos.



Esta guía ha sido impresa por la versión francesa en 1000 ejemplares
(ISBN 978-2-9571282-0-4, puesta a disposición en línea en formato .pdf con el número ISBN 978-2-9571282-1-1)
y por la versión castellana en 500 ejemplares
(ISBN 978-2-9571282-2-8, puesta a disposición en línea en formato .pdf con el número ISBN 978-2-9571282-3-5).

Depósito legal, diciembre 2019
Imprimerie Péré – 65200 Bagnères-de-Bigorre (Francia)

écovars



Interreg
POCTEFA



RÉGION
Nouvelle-Aquitaine



ISBN 978-2-9571282-3-5



9 782957 128235