



Co-funded by
the European Union

Estudios de caso y preparación de la guía digital de buenas prácticas



Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Contents

AUTORES	6
1. Introducción	7
2. Mejores prácticas de gestión de pastizales	9
2.1. Austria	9
2.1.1. Prácticas de mejora de pastizales en Austria.....	9
2.1.2. Caso 1	12
2.1.3. Caso 2.....	18
Caso práctico B: Establecimiento y manejo de zonas de pastoreo sometidas a pisoteo intensivo	18
2.1.3.1. Información general	18
2.1.3.2. Resultados y evaluación	21
2.1.4. Caso 3.....	24
2.1.4.1. Información general	24
2.1.4.2. Comparación antes y después	26
2.1.4.3. Resultados y evaluación	27
2.2. Polonia.....	30
2.2.1. Prácticas de mejora de pastizales en Polonia	30
2.2.2. Caso 1	31
2.2.2.1. Información general	31
2.2.2.2. Resultados y evaluación	33
2.2.2.3. Fotos	36
2.2.3. Caso 2.....	37
2.2.3.1. Información general	37

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

2.2.3.2. Resultados y evaluación	39
2.2.3.3 Fotos	43
2.2.4. Caso 3	45
2.2.4.1. Información general	45
2.2.4.2. Resultados y evaluación	47
2.2.4.3. Fotos	50
2.3. Serbia.....	51
2.3.1. Prácticas de mejora de pastizales en Serbia	51
2.3.2. Caso 1	53
2.3.2.1. Información general	53
2.3.2.2. Comparación antes y después	58
2.3.2.3. Resultados y evaluación	59
2.3.2.4. Fotos	62
2.3.3. Caso 2	63
2.3.3.1. Información general	63
2.3.3.2. Comparación antes y después	67
2.3.3.3. Resultados y evaluación	69
2.3.3.4. Fotos	70
2.3.4. Caso 3	72
2.3.4.1. Información general	72
2.3.4.2. Comparación antes y después	75
2.3.4.3. Resultados y evaluación	77
2.3.4.4. Fotos	78





Co-funded by
the European Union

2.4. España	80
2.4.1. Prácticas de mejora de pastizales en España	80
2.4.2. Caso 1	81
2.4.2.1. Información general	81
2.4.2.2. Comparación antes y después	85
2.4.2.3. Resultados y evaluación	87
2.4.2.4. Fotos	89
2.4.3. Caso 2	91
2.4.3.1. Información general	91
2.4.3.2. Comparación antes y después	97
2.4.3.3. Resultados y evaluación	98
2.4.3.4. Fotos	100
2.4.4. Caso 3	102
2.4.4.1. Información general	102
2.4.4.2. Comparación antes y después	111
2.4.4.3. Resultados y evaluación	114
2.4.4.4. Fotos	116
2.5. Turquía	117
2.5.1. Prácticas de mejora de pastizales en Turquía	117
2.5.2. Caso 1	119
2.5.2.1. Información general	119
2.5.2.2. Comparación antes y después	123
2.5.2.3. Resultados y evaluación	123



Co-funded by
the European Union

2.5.2.4. Fotos	124
2.5.3 Caso 2	126
2.5.3.1. Información general	126
2.5.3.2 Comparación antes y después	129
2.5.3.3. Resultados y evaluación	129
2.5.3.4. Fotos	131
2.5.4. Caso 3	133
2.5.4.1. Información general	133
2.5.4.2. Comparación antes y después	138
2.5.4.3. Resultados y evaluación	138
2.5.4.4. Fotos	139
REFERENCIAS	141



Co-funded by
the European Union

AUTORES

Dr. Andreas Schaumberger	AREC Raumberg-Gumpenstein	Austria
Dr. Lukas Gaier	AREC Raumberg-Gumpenstein	Austria
Dr. Andreas Klingler	AREC Raumberg-Gumpenstein	Austria
Dr hab. inż. Barbara Wróbel	Instituto de Tecnología y Ciencias de la Vida - Instituto Nacional de Investigación	Polonia
Dr inż. Anna Paszkiewicz-Jasińska	Instituto de Tecnología y Ciencias de la Vida - Instituto Nacional de Investigación	Polonia
Mgr inż. Wojciech Stopa	Instituto de Tecnología y Ciencias de la Vida - Instituto Nacional de Investigación	Polonia
Dr Dušica Ostojić Andrić	Instituto de Ganadería, Belgrado	Serbia
Dr Violeta Mandić	Instituto de Ganadería, Belgrado	Serbia
Dr Miloš Marinković	Instituto de Ganadería, Belgrado	Serbia
Dr. Francisco A. Galea-Gragera	Área de Pastos y Cultivos Forrajeros CICYTEX	España
Dr. Fernando Llera Cid	Área de Pastos y Cultivos Forrajeros CICYTEX	España
Prof. Dr. Hanife MUT	Universidad Bilecik Şeyh Edebali	Turquía
Prof. Dr. Zeki MUT	Universidad Bilecik Şeyh Edebali	Turquía
Dr. Levent BURGU	Universidad Bilecik Şeyh Edebali	Turquía
Prof. Dr. İlknur AYAN	Universidad Ondokuz Mayıs	Turquía
Fatih KUMBASAR	Universidad Ondokuz Mayıs	Turquía
Muhammet ŞAHİN	Universidad Ondokuz Mayıs	Turquía
Elif ŞAHİN	Universidad Ondokuz Mayıs	Turquía



Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



1. Introducción

Los pastizales constituyen uno de los mayores ecosistemas terrestres de la Tierra. Además de ser la fuente más económica y fundamental de forraje fibroso para los sistemas de producción de rumiantes, estos ecosistemas proporcionan una amplia variedad de servicios ecosistémicos esenciales, entre ellos la conservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático mediante el secuestro de carbono, la prevención de la erosión del suelo y la regulación de los ciclos hidrológicos [1; 2].

Desde una perspectiva mundial, los pastizales y las tierras de pastoreo cubren aproximadamente el 26–30 % de la superficie terrestre libre de hielo del planeta [3; 2]. Estos extensos ecosistemas sustentan directamente los medios de vida de millones de personas en todo el mundo y constituyen un pilar fundamental de la seguridad alimentaria mundial, especialmente en lo relativo a la producción de carne y leche. Sin embargo, los recursos pastorales mundiales se encuentran cada vez más amenazados por procesos de degradación derivados del estrés hídrico inducido por el cambio climático, el sobrepastoreo y los regímenes de pastoreo inadecuadamente gestionados, la expansión agrícola y las políticas inapropiadas de uso del suelo [4; 1].

En el contexto europeo, los pastizales, incluidas las praderas permanentes y los pastos, constituyen un componente esencial de los paisajes agrarios, las economías rurales y la ecología cultural. Según datos de la Unión Europea, las praderas permanentes representan aproximadamente un tercio, en torno al 30–34 %, de la superficie agraria útil total (SAU) del continente [5; 6]. A diferencia de muchas otras regiones del mundo, la gestión de los pastizales en Europa no está orientada exclusivamente a la producción, sino que se encuentra fuertemente respaldada por marcos integrales de protección ambiental. En particular, en el marco de la Política Agrícola Común (PAC), la conservación de los pastizales es un elemento central para alcanzar los objetivos de sostenibilidad ambiental, conservación de la biodiversidad y desarrollo rural [7].

Por tanto, la gestión sostenible y la rehabilitación de los pastizales, tanto en el ámbito mundial como en el contexto europeo, constituyen una prioridad estratégica para mejorar la resiliencia frente a los desafíos ambientales y asegurar el futuro de los sistemas de producción





Co-funded by
the European Union

agraria. Este estudio se centra en prácticas de gestión exitosas y estudios de caso aplicados en ecosistemas de pastizales europeos.



Co-funded by
the European Union

2. Mejores prácticas de gestión de pastizales

2.1. Austria

2.1.1. Prácticas de mejora de pastizales en Austria

Debido a las marcadas diferencias naturales entre las tierras bajas orientales con influencia panónica, las zonas secas de los Alpes interiores y las regiones montañosas con elevada pluviometría, Austria cuenta con pastizales y zonas de pastoreo muy diversos. Las praderas permanentes constituyen un elemento central de la agricultura y de los paisajes culturales austríacos y representan el tipo de uso agrario del suelo más importante o, más bien, el más extenso del país. La agricultura austríaca también se caracteriza en gran medida por estructuras agrarias familiares, lo que significa que los pastizales en Austria son predominantemente de propiedad privada. La propiedad privada también está muy extendida en las zonas de pastos alpinos, aunque los sistemas de propiedad comunal desempeñan un papel importante. Sin embargo, la importancia de los pastizales varía considerablemente entre regiones: mientras que la proporción de pastizales en el este de Austria suele ser inferior al 5 %, en muchas zonas alpinas supera el 90 % [99]. En este contexto, los pastos alpinos tienen una importancia especial. Según AMA (2026), los pastos alpinos, incluidas sus superficies de pastoreo y otros terrenos alpinos, cubren alrededor del 20 % de la superficie catastral total de Austria y tienen una elevada importancia territorial, ecológica y económica.

La superficie de praderas permanentes de Austria ha disminuido considerablemente con el tiempo. Entre 1960 y 2015 se perdió un total de 1,04 millones de hectáreas de praderas permanentes. La mayor parte de esta reducción, que ascendió a 835.000 hectáreas, afectó a pastizales de uso extensivo [101]. Las causas de esta pérdida son diversas: por una parte, algunos pastizales de uso extensivo fueron abandonados o repoblados forestalmente; por otra, algunas superficies fueron intensificadas. Esta evolución pone de manifiesto que los pastizales ecológicamente valiosos y tradicionalmente extensivos se vieron especialmente afectados por los cambios en el uso del suelo.

La evolución de las poblaciones ganaderas relevantes para el pastoreo en Austria también refleja un importante cambio estructural a largo plazo. El número de bovinos aumentó inicialmente de 2,28 millones de animales en 1950 a 2,58 millones en 1990, pero posteriormente disminuyó de forma continua hasta 1,84 millones de animales en 2023 [102]. Esta evolución

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

también es relevante para el uso y la gestión de las zonas de pastoreo, especialmente en regiones donde el mantenimiento de paisajes abiertos está estrechamente ligado a la ganadería.

Los principales desafíos de los sistemas austríacos de pastoreo y pastos alpinos difieren notablemente entre regiones. En las regiones orientales más secas, el estrés hídrico y los déficits de agua están aumentando, mientras que en muchas regiones de montaña el mantenimiento de los pastos alpinos abiertos resulta cada vez más difícil debido al descenso del número de cabezas de ganado, las elevadas necesidades de mano de obra y las difíciles condiciones de gestión. Por consiguiente, los desafíos de la gestión de pastizales y zonas de pastoreo en Austria están fuertemente condicionados por factores naturales, climáticos y estructurales de las explotaciones. En las zonas de producción más favorables, los procesos de intensificación son especialmente relevantes, mientras que en las regiones desfavorecidas tienen mayor importancia el abandono de tierras, la repoblación forestal y los cambios en la composición de la vegetación. En los sistemas de pastos alpinos, la invasión por helecho común también puede convertirse en un problema importante, ya que reduce la calidad del forraje y la posibilidad de aprovechamiento de las tierras de pastoreo y, si se extiende, puede desplazar a especies forrajeras valiosas [103].

La producción basada en el pastoreo tiene una importancia especial en Austria, sobre todo en las explotaciones ecológicas. Esto se debe a que la normativa ecológica de la UE exige que el ganado herbívoro tenga acceso a zonas al aire libre y, preferentemente, a pastos, siempre que las condiciones meteorológicas, las condiciones del suelo y la salud animal lo permitan [104]. Por tanto, para muchas explotaciones ecológicas, el pastoreo no solo es un componente tradicional de la alimentación y del manejo ganadero, sino también un requisito legal y operativo central para cumplir las normas de producción ecológica. Al mismo tiempo, el uso de pastos en explotaciones ecológicas desempeña un papel importante en relación con el bienestar animal, el aprovechamiento de los recursos alimentarios de la propia explotación y la conservación de los ecosistemas de pastizales y zonas de pastoreo.

Como en otros países, la gestión sostenible de pastizales y zonas de pastoreo en Austria requiere planteamientos de aprovechamiento adaptados a cada lugar. Estos incluyen sistemas de pastoreo ajustados a las condiciones regionales, la prevención tanto del sobreuso como del infrauso, medidas adecuadas de mantenimiento y estrategias para conservar una vegetación

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

productiva y ecológicamente valiosa. Ante el cambio climático, la transformación de los sistemas de gestión y el descenso del número de cabezas de ganado, el desarrollo y la aplicación de estrategias de gestión sostenible tienen, por tanto, una importancia central.

En Austria, diversos agentes participan en cuestiones relacionadas con la gestión de pastizales y pastos alpinos. Por una parte, se incluyen las Cámaras de Agricultura, como representación profesional oficial de los agricultores, así como las asociaciones de agricultura ecológica. Por otra parte, las instituciones de investigación dependientes del Ministerio Federal de Agricultura, así como universidades como la Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida de Viena, contribuyen de forma sustancial a la investigación científica sobre cuestiones relacionadas con los pastizales y las zonas de pastoreo.



Co-funded by
the European Union

2.1.2. Caso 1

Caso práctico A: Recogida de datos de campo de referencia en el proyecto SatGrass para el seguimiento en tiempo real mediante satélite de la gestión de pastizales en Austria

El tipo de cultivo “pastizal” resulta algo más difícil y complejo de monitorizar que los cultivos herbáceos, debido a su composición formada por distintas especies vegetales. Las especies presentes en las praderas permanentes tienen ciclos de desarrollo ligeramente diferentes, que se interrumpen repetidamente mediante los cortes. El sistema de siega suele ser específico de cada lugar y describe la frecuencia de aprovechamiento durante la estación de crecimiento. Si este periodo es largo y el clima es favorable para las plantas de los pastizales, la cosecha puede realizarse con mayor frecuencia, lo que también da lugar a variaciones en la composición de especies.

El rendimiento de los pastizales depende de los factores propios del lugar, pero está fuertemente influido por la población vegetal concreta, cuya composición de especies depende tanto del emplazamiento como de las prácticas de gestión, como la fertilización, el mantenimiento y el aprovechamiento [8]. Para poder observar la evolución del rendimiento y de la calidad a lo largo de varios ciclos de crecimiento, se requieren múltiples muestreos durante un mismo ciclo de crecimiento. El rendimiento anual se determina combinando los rendimientos de todos los ciclos de crecimiento, que en Austria oscilan entre 2 y 6 al año en los pastizales productivos.

Un ciclo de crecimiento incluye el crecimiento producido entre dos cortes o, en el caso del primer ciclo de crecimiento, comienza con el inicio de la estación de crecimiento. Por tanto, un parámetro importante para describir el pastizal y su aprovechamiento es la fecha de corte de cada ciclo de crecimiento. Esta fecha debe registrarse meticulosamente en todas las zonas de muestreo incluidas en una red de seguimiento de pastizales. Los modelos desarrollados para estimar las fechas de corte, a menudo basados en datos satelitales, constituyen la base de todos los modelos que incluyen la dinámica del rendimiento y de la calidad, así como la intensidad de manejo [9; 10].

Además del registro de las fechas de corte, las observaciones realizadas durante el ciclo de crecimiento representan la base principal de datos de campo de referencia para el seguimiento de pastizales. Tomando como ejemplo el proyecto SatGrass, se presenta un proceso

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

práctico y normalizado para la recogida de datos de campo de referencia en praderas permanentes. Mediante la demostración de la aplicación móvil de muestreo en el capítulo siguiente, se muestra cómo la recogida sistemática de datos de campo de referencia constituye un paso fundamental y de gran importancia para la aplicación de datos satelitales. A modo de introducción, el siguiente esquema ofrece una visión general del flujo de trabajo y de los posibles parámetros de muestreo adecuados para evaluar la vegetación de una zona de pastizal y utilizarla para interpretar datos multiespectrales de Sentinel-2:

a) **Selección de parcelas de ensayo representativas:** De acuerdo con los principios científicos, el muestreo de una zona de pastizal se realiza por triplicado. Para ello, deben seleccionarse dentro de la zona de muestreo tres parcelas de un metro cuadrado que representen lo mejor posible el conjunto de la superficie. Como se muestra en la Figura 1, la selección debe corresponderse con la población vegetal detectada por el sensor Sentinel-2 en toda la superficie, con el fin de permitir la comparación entre la información de campo de referencia y la información satelital durante la calibración y validación del modelo con el menor error posible. Para una correcta selección se requiere conocimiento especializado en pastizales. En el proyecto SatGrass se establecieron criterios adicionales de garantía de calidad: las parcelas de ensayo deben situarse al menos a 20 metros del límite de la parcela y estar separadas entre sí al menos 10 metros.



Figura 1. Selección de zonas de muestreo por triplicado



Co-funded by
the European Union

b) **Posicionamiento de un marco de muestreo y georreferenciación:** Para determinar con precisión la biomasa de un metro cuadrado, debe establecerse un límite definido para esta parcela de ensayo. En SatGrass se construyó para ello un marco de acero, que se coloca cuidadosamente sobre la población vegetal, incluyendo toda la biomasa aérea situada dentro de dicho marco. Las partes de las plantas que quedan presionadas por el marco deben colocarse manualmente dentro o fuera del marco, según la posición de su eje de crecimiento. Al tomar una fotografía de la población vegetal situada dentro del marco colocado, y con la geolocalización activada en el dispositivo de registro, las coordenadas geográficas se almacenan automáticamente en los datos EXIF de la imagen y posteriormente se transfieren a la base de datos de campo de referencia. El objetivo principal de esta fotografía es documentar la población vegetal que se evaluará más adelante.

c) **Evaluación de la población vegetal:** Dentro de la parcela de ensayo se determina la cobertura proyectiva, entendida como el porcentaje de superficie cubierto por la proyección vertical de las partes aéreas de las plantas [11]. Al observar las plantas desde arriba, pueden identificarse claros en la población vegetal. Una población vegetal bien desarrollada presenta una cobertura protectora superior al 85 %. Posteriormente, se estima la proporción de los grupos de especies —gramíneas, leguminosas y herbáceas de otras familias— en porcentaje en peso, con el fin de evaluar su contribución al rendimiento, siguiendo las directrices de Peratoner y Pötsch (2019).

d) Una población de pastizal equilibrada y de alto rendimiento suele estar compuesta aproximadamente por un 50–70 % de gramíneas, un 10–30 % de herbáceas de otras familias y un 10–30 % de leguminosas. Estos datos solo son válidos si son recogidos por personal formado. Las impresiones subjetivas deben evitarse estrictamente mediante la aplicación de un método normalizado respaldado por una amplia experiencia práctica [11]. El objetivo de estas observaciones, junto con la documentación fotográfica, es evaluar valores extremos de rendimiento y calidad, con el fin de decidir si los datos recogidos en esta parcela de ensayo pueden incluirse en la modelización o deben excluirse como valores atípicos.

e) **Medición de la altura de crecimiento:** La altura de crecimiento permite realizar una estimación aproximada de la biomasa situada dentro de la parcela de ensayo. Dado que la medición es sencilla y rápida, se realiza además de las mediciones de rendimiento,



Co-funded by
the European Union

proporcionando una posible variable de entrada para modelos que son objeto frecuente de estudios científicos [12; 13; 14; 15; 16]. En el proyecto SatGrass, estas mediciones se realizaron utilizando una regla plegable y un medidor de plato ascendente, o *Rising Plate Meter* (RPM). En el método de la regla plegable, se toman tres mediciones de altura de la población vegetal en diferentes posiciones dentro del metro cuadrado de ensayo y posteriormente se calcula la media. Debe asegurarse que no se consideren únicamente las plantas rastreras o las gramíneas altas, sino que se recoja la altura media del conjunto de las plantas. Las mediciones con RPM se realizaron utilizando un medidor electrónico EC09, que calcula automáticamente la media de tres mediciones y muestra un rendimiento estimado de materia seca. El plato desciende a lo largo de una varilla en función de la resistencia de la biomasa, y la distancia al suelo se interpreta como un valor de altura relacionado con el rendimiento (véase la Figura 2, Imagen 1).

f) **Registro de especies vegetales clave:** La información sobre las especies que constituyen la mayor parte de la población vegetal facilita la interpretación de los valores de rendimiento y garantiza la calidad, ya que los resultados del modelo pueden evaluarse a partir de estos registros. En SatGrass podían registrarse e introducirse opcionalmente hasta cinco especies diferentes.

g) **Medición del índice de área foliar (LAI):** En todas las parcelas de muestreo de SatGrass monitorizadas por el personal del proyecto, además de otras observaciones, se midió el índice de área foliar (LAI). Esto requiere equipamiento especializado, que no puede proporcionarse a todos los participantes en una red de muestreo amplia. En SatGrass se utilizó un ceptómetro AccuPAR LP-80 [26], aplicado aproximadamente en la mitad de todos los muestreos. Como muestran Klingler et al. (2020), el LAI es especialmente adecuado como parámetro de vegetación para pastizales, ya que, a diferencia de otros índices de vegetación, no experimenta una rápida saturación de la señal durante el ciclo de crecimiento, lo que permite un seguimiento diferenciado del desarrollo de la biomasa hasta la cosecha. Este parámetro aporta información de gran valor, especialmente para la estimación del rendimiento [17].

h) El AccuPAR LP-80 cuenta con una barra sensora dividida en ocho segmentos y se coloca por debajo del dosel vegetal. Al mismo tiempo, se realiza una medición de referencia o de radiación ambiental mediante un sensor externo de PAR, colocado horizontalmente sobre una varilla metálica por encima del dosel vegetal y utilizado como sensor de referencia. El

dispositivo mide en el intervalo de radiación fotosintéticamente activa, entre 400 y 700 nm, captando la diferencia de radiación entre los sensores situados por debajo y por encima del dosel vegetal. Para obtener información fiable sobre el sombreado se requiere una intensidad de luz solar suficiente, superior a 600 micromoles por metro cuadrado y segundo. Con intensidades luminosas más bajas, la diferencia entre la irradiación y el sombreado detectada por los sensores situados bajo el dosel vegetal resulta demasiado pequeña. Para garantizar una incidencia de la luz lo más vertical posible y una alta intensidad de radiación, las mediciones deben realizarse alrededor del mediodía, cuando el sol se encuentra en su punto más alto, y deben seguir la convención de realizar este tipo de mediciones entre las 9:00 y las 16:00. El dispositivo LAI con el sensor se recoloca para cada una de las tres mediciones repetidas dentro de cada una de las tres parcelas de ensayo. Para evitar proyectar sombras sobre los sensores, es necesario manejar el dispositivo con destreza (véase la Figura 2, Imagen 2).

i) **Cosecha y determinación de la materia fresca:** La biomasa aérea situada dentro del marco de un metro cuadrado se corta a una altura de corte definida, por ejemplo, 5 cm. En el proyecto SatGrass se utilizó para ello un cortasetos (véase la Figura 2, Imágenes 3 y 4). A continuación, el material cosechado debe recogerse cuidadosamente con un rastrillo de jardín, introducirse por completo en una bolsa de muestra etiquetada y pesarse con una balanza de precisión. Este proceso se repite en cada una de las tres parcelas de ensayo y se registran los pesos de materia fresca medidos. Tras registrar los pesos de materia fresca, en el proyecto SatGrass se creó una muestra compuesta a partir de las tres repeticiones.



Figura 2. Mediciones y cosecha de biomasa en la zona de muestreo delimitada con un marco de acero rojo: (1) medición de la altura mediante medidor de plato ascendente; (2) medición del índice de área foliar con el ceptómetro AccuPAR LP-80; (3 y 4) corte y recogida de la biomasa aérea.

Si se dispone de recursos suficientes para el análisis químico, las muestras individuales pueden procesarse por separado sin mezclarlas. Para la muestra compuesta, las tres muestras de

materia fresca se mezclan cuidadosamente en un recipiente adecuado y se trocean utilizando una picadora de muestras (véase la Figura 3). A partir de esta mezcla se toma una muestra exacta de 1.000 gramos y se seca. Posteriormente, el material cosechado seco se muele y se analiza en el laboratorio.



Figura 3. Preparación de la muestra compuesta a partir de la cosecha de una zona de muestreo por triplicado

Todo el flujo de trabajo es comparativamente complejo debido a la variedad de muestreos realizados mediante diferentes métodos y, por tanto, requiere instrucciones precisas si se busca una alta calidad de los datos. Solo con datos sin errores pueden evitarse errores innecesariamente grandes en la modelización, por lo que la garantía de calidad debe recibir una atención especial en los muestreos sistemáticos de campo de referencia. A partir de la experiencia de SatGrass, el uso de una aplicación móvil ha demostrado ser la forma más eficaz de evitar problemas relacionados con la logística de los datos y las incertidumbres en el flujo de trabajo. En el capítulo siguiente se demuestra la implementación de este tipo de aplicación tomando SatGrass como ejemplo.



2.1.3. Caso 2

Caso práctico B: Establecimiento y manejo de zonas de pastoreo sometidas a pisoteo intensivo

2.1.3.1. Información general

Situación inicial

Según los requisitos actuales de producción ecológica establecidos en el Reglamento Bio-VO (UE) 2018/848, todas las explotaciones deben proporcionar acceso al pastoreo a rumiantes y équidos. Como resultado, las zonas de pastoreo próximas a las instalaciones de la explotación suelen utilizarse de forma mucho más intensiva que antes. Estas zonas de pastoreo de tipo cercado o potrero, frecuentadas de manera intensa, plantean al tapiz vegetal exigencias diferentes a las de los sistemas de pastoreo convencionales. En estas situaciones, el alto rendimiento y la máxima calidad del forraje pasan a tener menor importancia, mientras que la estabilidad del tapiz vegetal, la persistencia, la capacidad de regeneración y la resistencia al pisoteo adquieren un papel prioritario. Esto requiere un cambio en la composición botánica hacia gramíneas rastreras y tolerantes al desgaste, que normalmente solo se incluyen en bajas proporciones en las mezclas estándar para pastos. La fuente también señala que una intervención técnica más intensa suele mejorar el establecimiento de las especies objetivo, pero que estas zonas necesitan después más tiempo para volver a ser estables y transitables.

Objetivo

El objetivo fue mejorar zonas de pastoreo ya existentes y sometidas a un uso intenso mediante resiembra con especies de gramíneas más adecuadas. Para ello, se introdujeron nuevas mezclas de semillas en tapices vegetales de pastos ya establecidos en dos explotaciones comerciales. Durante varios años, se compararon tres técnicas de establecimiento y tres mezclas de semillas en condiciones prácticas de explotación. Este enfoque realizado en explotaciones reales permitió evaluar no solo el éxito del establecimiento, sino también la posterior posibilidad de uso, la resiliencia y las implicaciones de manejo de las zonas tratadas.

Aplicación en dos explotaciones

Planteamiento práctico

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

El trabajo se llevó a cabo en dos explotaciones con zonas de pastoreo ya sometidas a una elevada presión de pisoteo por el ganado. En ambas explotaciones se compararon tres métodos de establecimiento y tres mezclas de semillas. Además, se ensayaron tanto la siembra de primavera como la siembra de final de verano. Los resultados mostraron que ambas fechas de siembra eran, en general, adecuadas, aunque el éxito real dependió principalmente de las condiciones meteorológicas durante las semanas inmediatamente posteriores a la siembra. El texto destaca que una humedad suficiente del suelo tras la siembra es uno de los factores decisivos para lograr un buen establecimiento. También señala que, desde un punto de vista práctico, el final del verano suele considerarse favorable porque el riesgo de sequía estival prolongada es menor y las plantas jóvenes pueden establecerse bien antes del invierno [18].

Siembra y manejo inicial

Dado que la mayoría de las especies utilizadas tienen semillas pequeñas y son en gran medida germinadas con necesidad de luz, la profundidad de siembra y el contacto entre la semilla y el suelo fueron aspectos críticos. Las máquinas de resiembra de pastizales equipadas con rodillo posterior resultaron especialmente adecuadas, ya que colocan la semilla cerca de la superficie, la incorporan solo ligeramente y aseguran un buen contacto entre la semilla y el suelo mediante un ligero asentamiento posterior, lo que favorece la germinación. En ambas explotaciones, las zonas recién sembradas no se pastaron inmediatamente después de la siembra, ya que las plántulas jóvenes son muy sensibles a la presión. En su lugar, se recomendó un primer corte de mantenimiento aproximadamente seis semanas después, seguido más adelante de un pastoreo cuidadoso, una vez que el suelo hubiera recuperado suficiente firmeza. Cuando la resiembra se realizó sobre un tapiz vegetal ya existente, no se recomendó fertilizar, porque ello aumentaría la presión competitiva del tapiz antiguo sobre las nuevas plántulas. Estos pasos prácticos están en consonancia con las recomendaciones generales para el establecimiento satisfactorio de pastos y su manejo mediante pastoreo [18; 19].

Métodos de establecimiento comparados

Métodos evaluados

Se compararon tres técnicas de establecimiento relativamente prácticas para su uso en explotación: la grada de púas pesada, la grada rotativa y la grada rotativa inversa. En cada caso, el objetivo fue abrir suficientemente el tapiz vegetal para que las especies deseadas pudieran

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



establecerse, manteniendo al mismo tiempo la zona apta para su posterior uso mediante pastoreo.

Resultados de la comparación de técnicas

Los tres métodos fueron básicamente satisfactorios, pero difirieron en la proporción de gramíneas sembradas deseadas que consiguieron establecerse. La cobertura total de gramíneas se mantuvo en términos generales similar en todos los métodos, en torno al 80 %, pero la grada de púas pesada logró proporciones más bajas de las gramíneas objetivo que la grada rotativa y la grada rotativa inversa. Esto se atribuyó a una menor apertura del suelo y al efecto competitivo más fuerte del tapiz vegetal antiguo que permanecía. La diferencia fue aproximadamente un 10 % y un 7 % inferior respecto a los otros dos métodos.

La grada rotativa inversa proporcionó buenos resultados de establecimiento, pero con un coste claramente más elevado y una menor disponibilidad práctica. La grada rotativa también logró un establecimiento muy satisfactorio, en algunos casos incluso ligeramente mejor, pero dejó la superficie del suelo muy irregular en ambos lugares de ensayo, y esto seguía siendo claramente visible en el tercer año tras la siembra. La grada de púas pesada requirió menos esfuerzo y menor coste, y permitió una vuelta más rápida al uso, pero el menor éxito de establecimiento también supuso una menor resiliencia y capacidad regenerativa del tapiz vegetal tratado.



Figura 4. Grada de púas pesada



Figura 5. Grada rotativa inversa

Mezclas de semillas comparadas

Mezclas utilizadas en las dos explotaciones

En las dos explotaciones se compararon mezclas especialmente formuladas para zonas de pastoreo sometidas a pisoteo intensivo con una mezcla comercial de calidad para pastos. En función de las condiciones del lugar, en las zonas de ensayo se sembraron una mezcla adaptada al emplazamiento, una mezcla universal de uso amplio y la mezcla ÖAG KWEI. El objetivo fue evaluar si era necesario un ajuste específico para cada lugar o si una única mezcla, ampliamente adecuada, podía funcionar bien en distintas condiciones.

2.1.3.2. Resultados y evaluación

Resultados comparativos

Según los resultados, la mezcla KWEI utilizada por sí sola presentó las proporciones más bajas de gramíneas y también la menor presencia de las especies sembradas deseadas. Las mezclas formuladas específicamente para sistemas de pastoreo cercados sometidos a uso intensivo mostraron un comportamiento claramente mejor. A partir de los resultados observados, no se consideró necesaria una diferenciación adicional entre emplazamientos secos y húmedos, y la mezcla universal mostró el mejor comportamiento general entre las alternativas comparadas directamente.



Co-funded by
the European Union

Mezcla recomendada

Para la recomendación práctica final, el texto va más allá de la mezcla universal compuesta únicamente por gramíneas que aparece en la tabla comparativa. Se recomienda una combinación 50:50 de las dos mezclas para pastos ÖAG, KWEI y Dauerweide H, aplicada con una dosis de siembra de 26 kg/ha. Esta recomendación pretende mantener la calidad del forraje y, al mismo tiempo, favorecer el establecimiento de especies especialmente tolerantes al pisoteo y al uso intensivo.

Recomendaciones prácticas de manejo

Las observaciones prácticas realizadas en las dos explotaciones muestran que la mejora satisfactoria de las zonas de pastoreo con alta presión de pisoteo depende de la interacción entre la preparación del suelo, la calidad de la semilla, la técnica de siembra y el manejo posterior. Tras utilizar la grada rotativa inversa o la grada rotativa, el suelo debe quedar suficientemente asentado antes de la siembra. Las máquinas estándar de resiembra equipadas con un rodillo prismático posterior se describen como especialmente adecuadas. Cuando estén disponibles, deben preferirse mezclas ÖAG de alta calidad, ya que su elevada capacidad germinativa permite utilizar dosis de siembra de unos 25–26 kg/ha.

El momento de reanudar el pastoreo es igualmente importante. Las zonas resembradas con una grada de púas deben someterse a un corte, preferiblemente temprano, antes de volver a pastorearse. Las zonas establecidas tras una apertura completa del suelo necesitan más tiempo hasta recuperar una firmeza suficiente. En las siembras de primavera, por lo general, el pastoreo no debería comenzar antes del final del verano siguiente. En las siembras de final de verano, se recomienda al menos un corte en primavera antes de iniciar el pastoreo. Incluso las zonas de pastoreo con alta presión de pisoteo requieren un mantenimiento continuo, que incluye el uso de una rastra ligera o apero de arrastre al inicio de un periodo de descanso, así como el control oportuno de las plantas no deseadas antes de que produzcan semilla. También se recomienda realizar resiembras periódicas con mezclas adecuadas.

Conclusión

La experiencia obtenida en dos explotaciones comerciales muestra que las zonas de pastoreo con alta presión de pisoteo pueden mejorarse satisfactoriamente mediante una

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

resiembrada dirigida, pero que el resultado depende en gran medida de la interacción entre la técnica de establecimiento, la mezcla de semillas y el manejo posterior. Una alteración más intensa del suelo suele mejorar el establecimiento de las especies deseadas, pero también incrementa el coste, retrasa la vuelta al pastoreo y puede dejar la superficie irregular durante más tiempo. Los métodos menos intensivos son más baratos y permiten reincorporar antes la zona al uso, pero normalmente logran un cambio más débil en la composición de especies.

Desde un punto de vista práctico, estas zonas de pastoreo deben gestionarse con prioridades diferentes a las de los pastos forrajeros convencionales. La durabilidad del tapiz vegetal, la capacidad de rebrote y la resistencia al pisoteo pasan a ser los criterios centrales. Una combinación 50:50 de KWEI y Dauerweide H, con una dosis de 26 kg/ha, junto con un establecimiento cuidadoso, un retraso en la reentrada del ganado y un mantenimiento regular ofrece una opción práctica para mejorar zonas de pastoreo sometidas a uso intensivo en condiciones reales de explotación.



2.1.4. Caso 3

Caso práctico C: Seguimiento de *Rhinanthus minor* en pastizales extensivos

2.1.4.1. Información general

Información sobre el pastizal y la especie objetivo

Rhinanthus minor, conocido en inglés como *yellow rattle*, es una especie característica de pastizales gestionados de forma extensiva. Desde el punto de vista botánico, pertenece al grupo de las plantas hemiparásitas. Esto significa que la especie es capaz de realizar la fotosíntesis de forma autónoma, pero también extrae agua y nutrientes minerales de las plantas hospedadoras a través de su sistema radicular. Parasita principalmente gramíneas y leguminosas, mientras que otras especies herbáceas suelen verse menos afectadas [21].

La especie se distribuye ampliamente por las regiones templadas del norte de Europa y Norteamérica, y aparece habitualmente en pastizales naturales y seminaturales [21]. En campo, *Rhinanthus minor* suele identificarse por su crecimiento erecto, tallo cuadrangular y hojas opuestas. Sin embargo, su morfología puede variar considerablemente en función de las condiciones de crecimiento y del grado de parasitismo, lo que puede dificultar su identificación en campo en individuos poco desarrollados [22].

Relevancia para la gestión de pastizales extensivos

Los sistemas extensivos de prados de siega con un primer corte tardío suelen favorecer la diversidad deseada de herbáceas de otras familias. Al mismo tiempo, sin embargo, estas condiciones de manejo también favorecen el desarrollo de *Rhinanthus minor*. Dado que se trata de una especie anual, depende por completo de una producción de semillas satisfactoria cada año. Si la siega se realiza solo después de la maduración de las semillas, la planta puede completar su ciclo de vida y reponer el banco de semillas para la siguiente estación. Las infestaciones intensas se asocian a dos desventajas principales. En primer lugar, el rendimiento forrajero puede disminuir de forma considerable porque las plantas hospedadoras, especialmente las gramíneas, se debilitan por el efecto parasitario de *Rhinanthus minor*. En segundo lugar, las infestaciones graves también pueden influir negativamente en la composición florística del tapiz vegetal, ya que pueden desplazar a especies menos competitivas [23].



Co-funded by
the European Union

Objetivo

El objetivo de este estudio fue evaluar medidas prácticas para limitar la expansión de *Rhinanthus minor* en pastizales extensivos ricos en especies. Se prestó especial atención a la interacción entre la fecha de corte y una fertilización moderada.



Figura 6. Prado extensivo fuertemente infestado por *Rhinanthus minor*

Métodos de mejora aplicados

Diseño experimental

En mayo de 2020 se estableció un ensayo de campo en un prado rico en especies situado a 710 m sobre el nivel del mar. El lugar estaba dominado por mazorra (*Arrhenatherum elatius*) y mostraba una estructura vegetal relativamente uniforme al inicio del estudio [24; 25]. Durante los diez años anteriores, el pastizal se había gestionado sin fertilización mediante un sistema de dos cortes para heno. El ensayo se diseñó para evaluar los efectos combinados de la fertilización y la fecha de corte sobre la presencia de *Rhinanthus minor*.

Tratamientos de fertilización

Control, o tratamiento cero: sin fertilización, mantenido como referencia.

Fertilizante orgánico comercial: 45 kg N ha⁻¹ aplicados como “Provide Verde®”, que contiene microorganismos del suelo, alginatos y materia orgánica.

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

Compost: 45 kg N ha⁻¹ aplicados como compost procedente de estiércol de granja.

Fechas de corte

Corte temprano: siega el 19 de junio de 2020, antes de la maduración de las semillas de *Rhinanthus minor*.

Corte estándar: siega el 8 de julio de 2020, fecha habitual para la producción de heno.

Método de evaluación

Para evaluar los efectos de los tratamientos, se estimó la cobertura proyectiva de los principales grupos de especies presentes en el tapiz vegetal. La evaluación incluyó gramíneas, leguminosas, herbáceas de otras familias y, de forma específica, la cobertura proyectiva de *Rhinanthus minor*, siguiendo el enfoque descrito por Peratoner y Pötsch (2019). El muestreo inicial se realizó en junio de 2020 tanto en parcelas fertilizadas como no fertilizadas, y sirvió como línea de referencia para evaluar los efectos de los diferentes regímenes de corte.

2.1.4.2. Comparación antes y después

Antes de la mejora

Al inicio del ensayo, en 2020, el prado presentaba una composición botánica relativamente uniforme. *Rhinanthus minor* ya estaba presente en el tapiz vegetal y se consideraba una especie relevante para la gestión debido a su posible impacto sobre las gramíneas y leguminosas forrajeras.

Después de la mejora

La comparación entre la línea de referencia de 2020 y la evaluación de 2021 mostró que la respuesta de *Rhinanthus minor* dependió principalmente del momento del primer corte. Las diferencias entre los tratamientos de fertilización fueron menos acusadas para la propia especie parásita, pero la fertilización influyó en la competitividad del tapiz vegetal, especialmente en el componente de gramíneas.



Co-funded by
the European Union

2.1.4.3. Resultados y evaluación

Efecto de la fecha de corte sobre *Rhinanthus minor*

El momento del primer corte resultó ser el factor clave para el control de *Rhinanthus minor*. Cuando la siega se realizó en la fecha tardía habitual, la proporción de *Rhinanthus minor* aumentó notablemente de 2020 a 2021 en todos los tratamientos de fertilización. En cambio, adelantar el primer corte unas tres semanas provocó una clara reducción de la especie parásita en todos los tratamientos. Este efecto fue especialmente evidente en el control sin fertilización. Con el corte temprano, la proporción de *Rhinanthus minor* al año siguiente se redujo al 2,5 %, mientras que con el corte tardío estándar habría aumentado hasta el 15,8 %. Estos resultados muestran que un corte temprano realizado en el momento adecuado puede interrumpir eficazmente el ciclo de vida de esta especie anual al impedir la producción de semillas.

Efecto sobre los grupos funcionales de plantas

El primer corte temprano no solo redujo la presencia de *Rhinanthus minor*, sino que también afectó a la composición general del tapiz vegetal de una forma favorable para la producción forrajera.

Gramíneas: La proporción de gramíneas aumentó significativamente con el corte temprano, mientras que se mantuvo sin cambios o incluso disminuyó con el corte más tardío.

Leguminosas: Las leguminosas, incluidas las especies de trébol, también se beneficiaron de la fecha de siega más temprana y mostraron incrementos significativos en todos los tratamientos de fertilización.

Herbáceas de otras familias: La respuesta del resto de herbáceas de flor fue más diferenciada. Esto pone de manifiesto que los cambios en la fecha de corte influyen no solo en las especies problemáticas, sino también en el equilibrio ecológico general de los pastizales ricos en especies.



Efectos de la fertilización

No se observó un efecto directo de la fertilización sobre *Rhinanthus minor*. La especie parásita apareció en niveles comparables en el control, el tratamiento con compost y el tratamiento con fertilizante orgánico.

Sin embargo, la fertilización tuvo una influencia indirecta a través de su efecto sobre la competitividad de las plantas hospedadoras. Las parcelas fertilizadas mostraron una proporción significativamente mayor de gramíneas, ya que estas respondieron positivamente a una mayor disponibilidad de nitrógeno. La proporción de herbáceas de otras familias, excluido *Rhinanthus minor*, fue más baja en el tratamiento con compost.

Discusión y recomendaciones prácticas

Los resultados demuestran que un único corte temprano, realizado en el momento adecuado, constituye una medida a corto plazo muy eficaz para reducir *Rhinanthus minor* en pastizales extensivos. Al segar antes de la maduración de las semillas, se interrumpe el ciclo reproductivo anual de la especie y se evita la reposición del banco de semillas del suelo.

Al mismo tiempo, deben tenerse en cuenta varios aspectos prácticos y ecológicos.

Sostenibilidad a largo plazo: La repetición de cortes tempranos puede alterar gradualmente la comunidad vegetal. En particular, las especies de floración tardía con alto valor ecológico pueden verse impedidas de producir semilla, lo que podría provocar su disminución con el tiempo.

Fertilización como herramienta de manejo: Aunque la fertilización no suprime directamente *Rhinanthus minor*, puede reforzar la capacidad competitiva de las gramíneas. Sin embargo, desde el punto de vista de la biodiversidad, los aportes de nutrientes deben mantenerse en niveles muy moderados. En pastizales extensivos ricos en especies, se recomienda no fertilizar o aplicar únicamente cantidades muy restringidas de fertilizante orgánico.

Producción de heno frente a acolchado: La producción tradicional de heno suele ser preferible al acolchado, ya que la siega, el manejo y la retirada del material cosechado pueden favorecer la dispersión de semillas de especies deseables. No obstante, las poblaciones de

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Rhinanthus minor deben vigilarse de cerca para que, si fuera necesario, puedan realizarse siegas correctoras en el momento oportuno.

Conclusión

En pastizales gestionados de forma extensiva, *Rhinanthus minor* puede controlarse eficazmente ajustando el momento de la siega. Un único corte antes de la madurez de las semillas puede reducir de forma considerable los niveles de infestación en el año siguiente. Sin embargo, esta medida debe utilizarse de forma selectiva y con precaución. Puede no estar permitida en todas las superficies, especialmente cuando existan restricciones de manejo relacionadas con la conservación, y no debe repetirse con demasiada frecuencia para evitar efectos negativos sobre especies pratenses de alto valor ecológico. En la práctica, el corte temprano es, por tanto, una herramienta eficaz, pero debe adaptarse siempre a las condiciones del lugar y a los objetivos de gestión.



2.2. Polonia

2.2.1. Prácticas de mejora de pastizales en Polonia

Se estima que más del 50 % de las praderas permanentes de Polonia están degradadas, lo que da lugar a bajos rendimientos, de aproximadamente 5,0 t ha⁻¹ de materia seca, por debajo del potencial productivo de la mayoría de los hábitats, y a una calidad forrajera insatisfactoria en relación con las necesidades nutricionales de los rumiantes. El factor clave que determina la producción de forraje de alto valor nutritivo a partir de praderas permanentes es una composición adecuada de especies en el tapiz vegetal del pastizal. Un método relativamente económico y eficaz para mejorar el estado de las praderas permanentes es la resiembra directa, que consiste en sembrar semillas de leguminosas (Fabaceae) y especies de gramíneas valiosas adaptadas a las condiciones locales de suelo y agua. Otro método para mejorar la composición florística del tapiz vegetal es el método de cultivo completo. Este método implica la destrucción completa del tapiz vegetal antiguo y una nueva siembra. El método de cultivo completo solo se utiliza cuando otros métodos de renovación no resultan eficaces [28, 29, 30, 31, 33].

Los ejemplos presentados de mejora del estado de las praderas permanentes en Polonia se obtuvieron como resultado de un estudio plurianual realizado entre 2011 y 2015 con el título “Producción de forraje de alta calidad a partir de praderas permanentes”, desarrollado por el Instituto de Tecnología y Ciencias de la Vida - Instituto Nacional de Investigación. El programa fue financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Como parte del programa, se seleccionaron tres explotaciones privadas ubicadas en diferentes localidades, Dymnik, Kąty Milewskie y Kodeń, en el noreste y este de Polonia. En estas explotaciones se llevaron a cabo medidas destinadas a mejorar el estado de los pastizales.



Co-funded by
the European Union

2.2.2. Caso 1

2.2.2.1. Información general

Localización

Dymnik (53°58'N, 19°28'E), voivodato de Varmia y Masuria, condado de Elbląg, parte septentrional del Distrito Lacustre de Ilawa.

Características de las praderas permanentes

Las praderas permanentes situadas en una explotación de Dymnik se utilizaban para siega y pastoreo. La explotación se dedicaba a la cría de ganado vacuno de carne.

Las praderas sometidas a restauración se encontraban sobre suelo pardo lixiviado, formado a partir de arcilla limosa ligera, con contenidos variables de fósforo y potasio, de medios a muy altos. La pradera se había establecido varios años antes sobre tierras de cultivo. Se utilizaban en un sistema de pastoreo con siega. Antes de la renovación, el suelo era muy ácido y presentaba un alto contenido en magnesio (Mg).

Según la clasificación de prados utilizada, se trata de praderas secas situadas sobre suelo mineral. Las comunidades de gramíneas y herbáceas de otras familias estaban dominadas por *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Festuca arundinacea* y *Elymus repens*.

Métodos de mejora aplicados

En la localidad de Dymnik, la renovación de praderas permanentes en una explotación se llevó a cabo mediante dos métodos:

- método de renovación completa mediante laboreo,
- método de siembra directa.

Además, se dejó una zona control sin intervenir, en la que no se realizó ninguna renovación.

Todas las praderas destinadas a la renovación fueron encaladas en otoño de 2011 debido a la elevada acidez del suelo ($\text{pH} < 4,5$).

El prado destinado a la renovación mediante el método de renovación completa con laboreo se preparó en otoño de 2011: se realizaron el encalado y el arado. En primavera de 2012



Co-funded by
the European Union

se llevó a cabo una labor previa a la siembra y, el 20 de abril, se sembró una mezcla de gramíneas y leguminosas con una sembradora de cereales, a una dosis de siembra de 40 kg ha⁻¹, sin cultivo protector (fotos 1 y 2).

La renovación mediante siembra directa se realizó el 13 de abril de 2012 utilizando una sembradora Väderstad Rapid (foto 3), con una dosis de siembra de 20 kg ha⁻¹. La mezcla de semillas estaba adaptada a las condiciones locales de suelo y agua y al uso variable del tapiz vegetal (tabla 1, fotos 4, 5 y 6). En todos los años solo se utilizaron fertilizantes minerales en forma de polifosfato y nitrato amónico. Las dosis medias anuales de fertilizantes fueron aproximadamente de 116 kg N, 20 kg P y 50 kg K ha⁻¹.

Table 1. Composición de las mezclas de semillas utilizadas para la renovación del tapiz vegetal del prado en Dymnik

Especies	Renovación completa mediante laboreo		Siembra directa	
	Variedad	Proporción [%]	Variedad	Proporción [%]
<i>Festulolium x hybridum</i> (4n)	-	-	Sulino	15
<i>Festuca pratensis</i>	Pasja	20	Pasja	15
<i>Dactylis glomerata</i>	Berta	5	Berta	5
<i>Phleum pratense</i>	-	-	Kaba	15
<i>Poa pratensis</i>	Skiz	15	Skiz	10
<i>Lolium perenne</i>	Bajka	15	Bajka	10
<i>Lolium perenne</i> (4n)	Jaran	15	Jaran	10
<i>Lolium x hybridum</i> (4n)	Nadzieja	5	-	-
<i>Lolium multiflorum</i>	Turtetra	5	-	-
<i>Trifolium pratense</i>	-	-	Rozeta	10
<i>Trifolium repens</i>	Romena	20	Romena	10

Fuente: Estudio de los autores.

Condiciones meteorológicas

En el año de la renovación (2012), tras los tratamientos realizados en abril, se observó una rápida emergencia de las especies sembradas gracias a las buenas condiciones de humedad del suelo. Sin embargo, en mayo se produjo una sequía que provocó la muerte de parte de las plántulas y limitó los efectos de la renovación. En 2013, la cantidad y distribución de las precipitaciones fueron favorables y no limitaron el crecimiento de la biomasa de la cubierta vegetal. En 2014, las condiciones de humedad fueron desfavorables. La precipitación total



Co-funded by
the European Union

durante la estación de crecimiento fue un 29 % inferior a la media de largo plazo del periodo 1971–2000. Aunque los totales mensuales de precipitación en abril y mayo fueron superiores a las medias de largo plazo, se produjeron déficits hídricos importantes entre julio y octubre. El año 2015 también se caracterizó por condiciones pluviotérmicas desfavorables. En mayo, junio y agosto se registraron condiciones secas o extremadamente secas, lo que redujo los rendimientos de los rebrotes posteriores del tapiz vegetal (tabla 2).

Tabla 2. Condiciones pluviotérmicas extremas en Dymnik durante la estación de crecimiento (2012–2015), expresadas mediante el coeficiente de Selyaninov (k)

Meses	Años							
	2012		2013		2014		2015	
	Valor k	Periodo	Valor k	Periodo	Valor k	Periodo	Valor k	Periodo
Abril	2,55	Muy húmedo	2,41	Húmedo	1,03	Algo seco	3,32	Extremadament e húmedo
Mayo	0,58	Muy seco	1,36	Óptimo	1,42	Óptimo	0,91	Seco
Junio	2,23	Húmedo	0,97	Seco	2,24	Húmedo	0,89	Seco
Julio	1,98	Algo húmedo	3,09	Muy húmedo	0,47	Muy seco	1,35	Óptimo
Agosto	1,09	Algo seco	0,95	Seco	1,04	Algo seco	0,2	Extremadament e seco
Septiembre	0,91	Seco	2,67	Muy húmedo	0,7	Muy seco	2,35	Húmedo

Fuente: Estudio de los autores basado en datos de la Estación Agro-Meteorológica de Helenowo, municipio de Elbląg. Valor HTC (periodo): <0,41: extremadamente seco; 0,41–0,70: muy seco; 0,71–1,00: seco; 1,01–1,30: algo seco; 1,31–1,60: óptimo; 1,61–2,00: algo húmedo; 2,01–2,50: húmedo; 2,51–3,0: muy húmedo; >3,00: extremadamente húmedo.

2.2.2.2. Resultados y evaluación

Composición botánica del tapiz vegetal

El análisis de la composición de especies del tapiz vegetal del pastizal mostró que, tras la resiembra realizada en abril de 2012, se produjo un incremento de varios puntos porcentuales en la proporción de raigrás inglés y de otros componentes de la mezcla, especialmente *Festulolium x hybridum* y *Festuca pratensis*, que se mantuvieron en los años posteriores. Por otra parte, la proporción de gramíneas nativas disminuyó ligeramente y la proporción de malas hierbas dicotiledóneas se redujo de forma significativa. Como consecuencia de la eficacia limitada del enriquecimiento del tapiz vegetal con leguminosas, solo produjo una ligera mejora de su valor de uso, expresado mediante el índice Unv. Este tapiz vegetal, al igual que la zona control, fue calificado como “bueno” según el método de Filipek [32].

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

El tapiz vegetal de las parcelas sometidas a renovación completa mediante laboreo estuvo dominado por la mezcla de gramíneas y leguminosas. En 2013–2014, las gramíneas nativas y las malas hierbas dicotiledóneas representaron solo unos pocos puntos porcentuales del tapiz vegetal. En 2015 se mantuvo una elevada proporción de todos los componentes sembrados, con predominio del raigrás inglés y del raigrás híbrido. En total, en el último año del estudio, las gramíneas representaron el 62 % del rendimiento.

Como resultado de la sequía registrada en agosto y septiembre tanto en 2014 como en 2015, la proporción de trébol blanco en el tapiz vegetal disminuyó desde alrededor del 45 % en 2014 hasta aproximadamente el 18 % en 2015. El valor de uso del tapiz vegetal (Unv) tras la renovación completa mediante laboreo pasó de una calificación media a “muy bueno”.

Por tanto, el índice de valor de uso (Unv) puede ser un indicador útil para evaluar la eficacia del enriquecimiento de la composición florística del tapiz vegetal mediante diferentes métodos (tabla 3).

Tabla 3. Influencia del método de renovación del tapiz vegetal sobre la participación de los grupos de plantas en el primer corte del prado en los años siguientes

Grupos de plantas	Control				Siembra directa				Renovación completa mediante laboreo			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
Gramíneas	60	59	78	57	64	70	84	61	82	50	54	62
Legumbres	10	6	3	2	15	5	3	12	16	45	46	18
Herbáceas de otras familias y malas hierbas	30	35	19	41	21	25	13	27	2	5	0	20
Índice Unv	7.2	6.6	7.2	6.3	8.1	7.4	7.3	7.1	9.6	9.5	9.6	8.4

Fuente: Estudio de los autores; Unv: valor de uso del tapiz vegetal según el método de Filipek [1973]. Unv: 10–8,1: valor de uso muy bueno; 8,0–6,1: valor de uso bueno; 6,0–3,1: valor de uso medio; ≤ 3,0: valor de uso bajo.

Rendimiento del tapiz vegetal y valor alimenticio

La renovación de las praderas permanentes, tanto con siembra directa como con renovación completa con laboreo, incrementó significativamente los rendimientos en comparación con la parcela control, que no fue sometida a ningún tratamiento.

El rendimiento de materia seca en el tapiz vegetal control fue de 6,17 t ha⁻¹. La siembra

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

directa produjo un aumento hasta 8,68 t ha⁻¹, lo que representó el 140 % del valor del control, (un aumento del 40 % con respecto al control), mientras que con la renovación completa mediante laboreo el rendimiento alcanzó las 8,15 t·ha⁻¹ (un aumento del 32 % con respecto al control).

Se observaron tendencias similares en los rendimientos de los componentes de calidad. El rendimiento de proteína total en el tapiz vegetal control fue de 857 kg ha⁻¹, mientras que tras la resiembra aumentó hasta 1.263 kg ha⁻¹ y, tras la renovación completa mediante laboreo, hasta 1.361 kg ha⁻¹. El rendimiento de azúcares simples también fue mayor en el tapiz vegetal renovado: 918 kg ha⁻¹ con resiembra y 987 kg ha⁻¹ con renovación completa mediante laboreo, frente a 702 kg ha⁻¹ en el control (tabla 4).

Tabla 4. Rendimiento del prado y calidad del forraje en la explotación de Dymnik (media de 2012–2014, en t MS ha⁻¹)

	Siega y pastoreo		
	Control (sin resiembra)	Siembra directa	Renovación completa mediante laboreo
Rendimiento [t MS ha⁻¹]	6,17	8,68	8,15
Valor relativo [%]	-	140	32
Rendimiento de proteína total [kg ha⁻¹]	857	1.263	1.361
Rendimiento de azúcares simples [kg ha⁻¹]	702	918	987

Fuente: Estudio de los autores.

En resumen, ambos métodos de renovación mejoraron significativamente tanto la cantidad como la calidad de los rendimientos. La resiembra superó ligeramente a la renovación completa mediante laboreo en rendimiento de materia seca, mientras que la renovación completa mediante laboreo produjo mayores rendimientos de proteína total y azúcares simples.



Co-funded by
the European Union

2.2.2.3. Fotos



Campo preparado para la siembra de una mezcla de gramíneas y leguminosas (foto: K. Terlikowska)

Efecto de la renovación mediante el método de renovación completa con laboreo [30]



Sembradora directa Väderstad Rapid preparada para el trabajo (photo: K. Terlikowska)

Resiembra directa en la explotación de Dymnik (photo: K. Terlikowska)



Resultado de la siembra directa en la explotación de Dymnik (photo: K. Terlikowska)

Pastizal sembrado en primavera de 2012 (photo: J. Terlikowski)



Co-funded by
the European Union

2.2.3. Caso 2

2.2.3.1. Información general

Localización

Kały Milewskie (53°22'N, 22°59'E), voivodato de Podlaquia, condado de Mońki.

Características de las praderas permanentes

Las praderas permanentes sometidas a renovación en una explotación de Kały Milewskie se utilizaban para la producción de heno o para pastoreo. La explotación estaba especializada en la cría de ganado vacuno de carne.

La mayor parte de la superficie de pradera destinada a la producción de heno se encontraba sobre suelo pardo lixiviado formado a partir de arcilla media, principalmente con alto contenido de fósforo y bajo contenido de potasio, el pH del suelo era muy ácido ($\text{pH} < 4,5$). La parte restante, utilizada para pastoreo, se encontraba sobre suelo pardo lixiviado formado a partir de arcilla ligera, con contenido bajo o medio de fósforo y bajo contenido de potasio. Las praderas se clasificaban principalmente como prados secos situados sobre suelo mineral.

El tapiz vegetal del prado, de 15 años de antigüedad, estaba dominado por *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra* y *Poa pratensis*, con una elevada proporción de plantas dicotiledóneas. El pasto estaba dominado por *Poa pratensis* y *Trifolium pratense*.

Métodos de mejora aplicados

En la explotación situada en Kały Milewskie, la pradera se renovó mediante dos métodos:

- renovación completa mediante laboreo,
- siembra directa,

Además, se dejó una zona control sin intervenir, en la que no se realizó ninguna renovación.

Antes del tratamiento, la pradera fue encalada en otoño de 2011. La resiembra con una mezcla de semillas de gramíneas y leguminosas se llevó a cabo al final de la primera decena de abril, utilizando una sembradora Vredo equipada con rejas de disco.



Co-funded by
the European Union

Como parte del método de renovación completa mediante laboreo, en primavera de 2013 se estableció un nuevo prado en una superficie de 2 ha mediante la siembra de una mezcla de gramíneas y leguminosas con un 30 % de leguminosas, destinada a suelos compactos y medianamente compactos. La dosis de siembra fue de 20 kg ha⁻¹ para la resiembra y de 40 kg ha⁻¹ para la renovación completa mediante laboreo (tabla 5).

Tabla 5. Composición de las mezclas de semillas utilizadas para la renovación del prado en Kały Milewskie

Especies	Resiembra		Renovación completa mediante laboreo	
	Variedad	Proporción [%]	Variedad	Proporción [%]
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	Amera	5
<i>Festuca pratensis</i>	Passion	15	Pasja	20
<i>Poa pratensis</i>	Skiz	5	Skiz	10
<i>Lolium perenne</i> (2n)	Bajka	10	-	-
<i>Lolium perenne</i> (4n)	Jaran	10	Jaran	10
<i>Phleum pratense</i>	Skala	15	Skala	10
<i>Lolium x hybridum</i> (4n)	Gosia	5	-	-
<i>Festulolium x hybridum</i>	Felopa	10	Felopa	15
<i>Arrhenatherum elatius</i>		10	-	-
<i>Trifolium pratense</i>	Bona	15	Bona	25
<i>Trifolium repens</i>	Romena	5	-	-
<i>Lotus corniculatus</i>	-	-		5

Fuente: Estudio de los autores.

Se utilizaron tanto fertilizantes minerales como fertilizantes orgánicos para la fertilización de la pradera. La dosis media anual de nitrógeno fue de 100 kg N ha⁻¹. En primavera se utilizó urea para la fertilización, a una dosis de 46 kg N ha⁻¹, y después de los rebrotes o cortes posteriores se aplicó dos veces una cantidad total aproximada de 60 kg N ha⁻¹ en forma de nitrato amónico. La fertilización fosfórica y potásica se aplicó principalmente en forma de polifosfato, a una dosis de 30 kg P ha⁻¹ y 70 kg K ha⁻¹. En las superficies fertilizadas con fertilizantes orgánicos no se aplicó la primera dosis de nitrógeno.

Condiciones meteorológicas

En Kały Milewskie, en 2012, tras la siembra, se produjeron condiciones pluviotérmicas favorables para la germinación de las semillas y para el crecimiento y desarrollo de las plántulas de gramíneas y leguminosas (tabla 6). Al año siguiente, tanto la cantidad como la distribución de las precipitaciones no limitaron el crecimiento de la biomasa de la cubierta vegetal. Sin embargo, en 2014, las buenas condiciones de humedad se produjeron únicamente durante los

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

meses de primavera, mientras que, en verano, en julio, agosto y septiembre, se registraron precipitaciones significativamente más bajas, lo que pudo limitar el crecimiento de la cubierta vegetal. En 2015 se produjeron condiciones pluviotérmicas muy variables: abril y mayo fueron óptimos, pero desde junio hasta el final de la estación de crecimiento se registró sequía, lo que limitó el rendimiento de los rebrotes posteriores de la cubierta vegetal del prado y provocó la ausencia de un rebrote en el pasto.

Tabla 6. Condiciones pluviotérmicas extremas en Kały Milewskie (experimento II) durante la estación de crecimiento (2012–2015), expresadas mediante el coeficiente de Selyaninov (k) [34]

Meses	Años							
	2012		2013		2014		2015	
	Valor k	Periodo	Valor k	Periodo	Valor k	Periodo	Valor k	Periodo
Abril	1,89	Algo húmedo	3,18	Extremadamente húmedo	0,79	Seco	1,59	Óptimo
Mayo	1,22	Algo seco	1,95	Algo húmedo	1,60	Óptimo	2,92	Muy húmedo
Junio	1,95	Algo húmedo	1,42	Óptimo	1,88	Algo húmedo	0,55	Muy seco
Julio	1,46	Óptimo	1,62	Algo húmedo	1,13	Algo seco	1,15	Algo seco
Agosto	2,14	Húmedo	1,20	Algo seco	1,12	Algo seco	0,12	Extremadamente seco
Septiembre	0,63	Muy seco	4,61	Extremadamente húmedo	0,49	Muy seco	0,81	Seco

Fuente: Estudio de los autores basado en datos de la Estación Meteorológica de Białystok. Valor HTC (periodo): <0,41: extremadamente seco; 0,41–0,70: muy seco; 0,71–1,00: seco; 1,01–1,30: algo seco; 1,31–1,60: óptimo; 1,61–2,00: algo húmedo; 2,01–2,50: húmedo; 2,51–3,0: muy húmedo; >3,00: extremadamente húmedo.

2.2.3.2. Resultados y evaluación

Composición botánica del tapiz vegetal

Como resultado de la resiembra de prados y pastos realizada en abril de 2012, durante el periodo 2013–2015 se observó un aumento significativo en la proporción de dos especies de gramíneas: *Lolium perenne*, que pasó del 2 % al 9 %, y *Festuca pratensis*, que aumentó del 4 % al 7 %. También se registró en el pasto un incremento superior al 3 % en la proporción de *Phleum pratense*. Al mismo tiempo, disminuyó la proporción de gramíneas nativas, herbáceas de otras familias y malas hierbas dicotiledóneas, lo que resulta deseable desde el punto de vista del rendimiento y del valor de uso del tapiz vegetal.

Las especies de gramíneas y leguminosas sembradas en las mezclas de semillas (*Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Trifolium repens* y *Trifolium*

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

pratense) ya estaban presentes en el tapiz vegetal antes de la siembra, aunque en cantidades mucho menores que después de la renovación, lo que dificultó distinguirlas de los ecotipos locales. No obstante, la resiembra contribuyó a mejorar el valor de uso del tapiz vegetal (UNv), especialmente en el caso del tapiz vegetal del pasto. El efecto positivo de la resiembra del prado fue menor: un aumento significativo de la proporción de herbáceas de otras familias y malas hierbas en 2015 hizo que el valor de uso del tapiz vegetal (UNv) en la zona resembrada aumentara solo 0,9 unidades respecto al tapiz vegetal control. Cabe destacar que, tras la siembra directa, la proporción de leguminosas también aumentó, con una disminución simultánea de la proporción de herbáceas dicotiledóneas y malas hierbas. La comparación de la composición botánica del tapiz vegetal no sembrado y sembrado muestra que el enriquecimiento tanto del tapiz vegetal del prado como del pasto con trébol y especies de gramíneas valiosas tuvo un efecto positivo.

El tapiz vegetal de la zona sometida a renovación completa mediante laboreo estuvo dominado por los componentes de la mezcla sembrada de gramíneas y leguminosas. En 2013–2014, las gramíneas nativas y las malas hierbas dicotiledóneas representaron solo unos pocos puntos porcentuales del tapiz vegetal. En 2015 se mantuvo una elevada proporción de especies sembradas, con predominio de leguminosas, aproximadamente el 40 % del rendimiento, *Lolium perenne*, entre el 10 % y el 16 %, y *Festuca pratensis* junto con otras gramíneas utilizadas en la mezcla, entre el 20 % y el 25 %. El valor de uso del tapiz vegetal del prado (UNv) tras la renovación mediante el método de renovación completa con laboreo fue calificado como muy bueno, con valores de UNv entre 9,2 y 9,5 (tablas 7 y 8; fotos 9–14).

Tabla 7. Influencia del método de renovación del tapiz vegetal sobre la proporción (%) de los grupos de plantas en el primer corte del prado en los años posteriores

Grupo de plantas	Método de renovación											
	Control				Resiembra				Renovación completa mediante laboreo			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
Gramíneas	58	68	65	66	63	66	68	67	-	58	56	50
Legumbres	5	6	6	3	18	22	18	13	-	42	43	45
Herbáceas de otras familias y malas hierbas	37	26	29	31	19	12	14	20	-	0	1	5
Unv	7,4	7,2	7,2	7,0	8,5	8,5	8,4	7,9	-	9,5	9,4	9,2

Fuente: Estudio de los autores; Unv: valor de uso del tapiz vegetal según el método de Filipek [1973]. Unv: 10–8,1: valor de uso muy bueno; 8,0–6,1: valor de uso bueno; 6,0–3,1: valor de uso medio; ≤ 3,0: valor de uso bajo.

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Tabla 8. Influencia del método de renovación del tapiz vegetal sobre la proporción (%) de los grupos de plantas en el primer corte del pasto en los años posteriores.

Grupo de plantas	Métodos de renovación							
	Control				Resiembra			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
Gramíneas	55	61	60	58	61	65	66	72
Legumbres	20	14	7	6	25	23	13	15
Herbáceas de otras familias y malas hierbas	25	25	33	36	14	12	21	13
Unv	7,9	7,7	7,0	6,6	8,7	8,8	8,1	8,6

Fuente: Estudio de los autores; Unv: valor de uso del tapiz vegetal según el método de Filipek [1973]. Unv: 10–8,1: valor de uso muy bueno; 8,0–6,1: valor de uso bueno; 6,0–3,1: valor de uso medio; ≤ 3,0: valor de uso bajo.

Rendimiento del tapiz vegetal y valor alimenticio

La renovación de las praderas permanentes en Kaş, tanto mediante resiembra como mediante renovación completa con laboreo, mejoró significativamente los rendimientos en comparación con la zona control, que no fue sometida a ningún tratamiento.

En el aprovechamiento mediante siega, el rendimiento de materia seca en la parcela control fue de 6,03 t ha⁻¹, mientras que tras la resiembra aumentó hasta 7,30 t ha⁻¹ (un incremento del 21%) y, tras la renovación completa mediante laboreo alcanzó 9,22 t ha⁻¹ (un incremento del 53%). El rendimiento de proteína total en el tapiz vegetal del prado aumentó de 758 kg ha⁻¹ en el control a 968 kg ha⁻¹ tras la resiembra y a 1.153 kg ha⁻¹ tras la renovación completa mediante laboreo. Los rendimientos de azúcares simples también aumentaron significativamente: de 573 kg ha⁻¹ en el control a 844 kg ha⁻¹ tras la resiembra y a 1.275 kg ha⁻¹ tras la renovación completa mediante laboreo.

Se observó una tendencia similar en el aprovechamiento mediante pastoreo, aunque los efectos fueron algo menores. El rendimiento de materia seca aumentó de 5,67 t ha⁻¹ en el control a 6,69 t ha⁻¹ tras la resiembra, lo que supone el 118 % del control. El rendimiento de proteína total aumentó de 929 a 1.122 kg ha⁻¹, y el rendimiento de azúcares simples de 550 a 594 kg ha⁻¹ (tabla 9).



Co-funded by
the European Union

Tabla 9. Rendimientos de prados y pastos en la explotación de Kaçy Milewskie (media de 2012–2014, en t MS ha⁻¹) y su valor alimenticio

	Aprovechamiento mediante siega			Aprovechamiento mediante pastoreo	
	control	Resiembra	Renovación completa mediante laboreo	control	Resiembra
Rendimiento [t MS ha⁻¹]	6,03	7,30	9,22	5,67	6,69
Valor relativo [%]	-	21	53	-	18
Rendimiento de proteína total [kg ha⁻¹]	758	968	1153	929	1122
Rendimiento de azúcares simples [kg ha⁻¹]	573	844	1275	550	594

Fuente: Estudio de los autores.

En resumen, ambos tratamientos de renovación mejoraron la cantidad y la calidad de los rendimientos. Los mayores incrementos de materia seca, proteína total y azúcares simples se obtuvieron en el prado tras la renovación completa mediante laboreo, mientras que la resiembra proporcionó efectos moderados, pero claramente beneficiosos, especialmente en los pastos.



Co-funded by
the European Union

2.2.3.3 Fotos



Sembradora utilizada para la resiembra directa



Resiembra directa del pasto con sembradora en la explotación de Katy (foto: J. Barszczewski)



Tapiz vegetal después del pase de la sembradora en la explotación de Katy (foto: J. Barszczewski)



Efecto de la renovación mediante resiembra directa en Katy, pasto: (a) 2015; (b) 2014 (Foto: B.Wróbel)

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union



Efecto de la renovación mediante resiembra directa en Kaçy: tapiz vegetal antes del segundo corte (renovación completa mediante laboreo, prado, 2013) (foto: B. Wróbel).



Efecto de la renovación mediante renovación completa con laboreo en Kaçy (prado, 2014) (foto: B. Wróbel).



Co-funded by
the European Union

2.2.4. Caso 3

2.2.4.1. Información general

Localización

Kodeń (51°54'N, 23°36'E), voivodato de Lublin, condado de Biała Podlaska.

Características de las praderas permanentes

Las praderas renovadas se encontraban en la localidad de Kodeń. La explotación estaba especializada en la cría de ganado vacuno de carne. Tanto las praderas permanentes como las praderas temporales se utilizaban para siega y pastoreo. La mayoría de estas praderas se clasificaban como hábitats característicos de robledal-carpinal típico, mientras que el resto se localizaba en hábitats de robledal-carpinal empobrecido. El suelo, formado a partir de arena media o suelta, se clasificaba como pseudopodzólico, con un contenido medio de fósforo y bajo contenido de potasio.

El pH del suelo era muy ácido ($\text{pH} < 4,5$). El contenido de fósforo variaba de medio a muy alto, mientras que el contenido de potasio se mantenía muy alto. Debido al pH ácido, las praderas fueron encaladas en otoño de 2011.

Para fertilizar las praderas se utilizaron fertilizantes minerales, aplicados en dos o tres dosis, en cantidades aproximadas de 60 kg N, 30 kg P y 60 kg K ha^{-1} . Los fertilizantes orgánicos, estiércol o purín, se aplicaron anualmente en una superficie aproximada de 4 ha, cada vez en una parcela diferente. Tras la aplicación de fertilizantes orgánicos en estas parcelas, no se realizó fertilización mineral de primavera.

La comunidad de gramíneas y herbáceas de otras familias estaba dominada por *Poa pratensis*, *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata* y *Holcus lanatus*, con una proporción significativa de herbáceas de otras familias y malas hierbas, principalmente *Taraxacum officinale*. La composición florística del prado se mejoró mediante resiembra en el decimoséptimo año de uso y mediante renovación completa con laboreo en el decimoctavo año.



Co-funded by
the European Union

Métodos de mejora aplicados

En la explotación, la renovación de praderas permanentes se llevó a cabo mediante dos métodos:

- renovación completa mediante laboreo,
- resiembra directa.

Además, se dejó una zona control sin intervenir, en la que no se realizó ninguna renovación.

Para la resiembra de las praderas en Kodeñ se utilizó una sembradora Vredo equipada con rejas de disco. La resiembra con una mezcla de semillas de gramíneas y leguminosas se realizó al final de la primera decena de abril. En la explotación se araron 1,8 ha de pastos. A continuación, se sembraron con una mezcla de gramíneas y leguminosas destinada a suelos minerales ligeros, con la misma composición de especies que la de la tabla 10.

Tabla 10. Composición de las mezclas de semillas utilizadas para la renovación del prado en Kodeñ

Especies	Resiembra		Renovación completa mediante laboreo	
	Variedad	Proporción [%]	Variedad	Proporción [%]
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	Amera	5
<i>Festuca pratensis</i>	Pasja	15	Pasja	20
<i>Poa pratensis</i>	Skiz	5	Skiz	10
<i>Lolium perenne</i> (2n)	Bajka	10	-	-
<i>Lolium perenne</i> (4n)	Jaran	10	Jaran	10
<i>Phleum pratense</i>	Skala	15	Skala	10
<i>Lolium x hybridum</i> (4n)	Gosia	5	-	-
<i>Festulolium x hybridum</i>	Felopa	10	Felopa	15
<i>Arrhenatherum elatius</i>		10	-	-
<i>Trifolium pratense</i>	Bona	15	Bona	25
<i>Trifolium repens</i>	Romena	5	-	-
<i>Lotus corniculatus</i>	-	-		5

Fuente: Estudio de los autores.

Condiciones meteorológicas

En Kodeñ, en 2012, durante el periodo de emergencia, se produjeron condiciones pluviotérmicas muy desfavorables (tabla 11). La cantidad y distribución de las precipitaciones desde abril hasta finales de julio fueron inferiores a las medias de largo plazo, lo que se convirtió en un factor limitante importante tanto para la emergencia como para el desarrollo de las

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

plántulas de gramíneas y leguminosas. En los años posteriores, 2013–2015, las condiciones de humedad durante los meses de primavera fueron favorables para el crecimiento de la biomasa en el primer y segundo corte. Sin embargo, los graves déficits hídricos registrados en verano fueron la principal causa de un rebrote más débil en el tercer corte.

Tabla 11. Condiciones pluviotérmicas extremas en Kodeń durante la estación de crecimiento (2012–2015), expresadas mediante el coeficiente de Selyaninov (k)

Meses	Años							
	2012		2013		2014		2015	
	Valor k	Periodo	Valor k	Periodo	Valor k	Periodo	Valor k	Periodo
Abril	1,2	Algo seco	2,59	Muy húmedo	0,72	Seco	1,33	Óptimo
Mayo	0,65	Muy seco	2,06	Húmedo	2,55	Extremadamente húmedo	2,57	Muy húmedo
Junio	0,96	Seco	1,46	Óptimo	2,15	Húmedo	0,34	Extremadamente seco
Julio	0,58	Muy seco	0,57	Muy seco	0,51	Muy seco	0,81	Seco
Agosto	1,94	Algo húmedo	0,23	Extremadamente seco	1,15	Algo seco	0,09	Extremadamente seco
Septiembre	0,47	Muy seco	2,75	Muy húmedo	0,65	Muy seco	2,25	Húmedo

Fuente: Estudio de los autores basado en datos de la Estación Meteorológica de Włodawa. Valor HTC (periodo): <0,41: extremadamente seco; 0,41–0,70: muy seco; 0,71–1,00: seco; 1,01–1,30: algo seco; 1,31–1,60: óptimo; 1,61–2,00: algo húmedo; 2,01–2,50: húmedo; 2,51–3,0: muy húmedo; >3,00: extremadamente húmedo.

2.2.4.2. Resultados y evaluación

Composición botánica del tapiz vegetal

En la explotación, como resultado de la resiembra, se registró en el primer año posterior al tratamiento un aumento del 5 % en la proporción de *Festuca pratensis*, y en los años siguientes esta proporción llegó a ser más del doble. En el primer y segundo año tras la resiembra también se observó un aumento de la proporción de *Dactylis glomerata* en el tapiz vegetal, del 5 % y el 4 %, respectivamente. Sin embargo, no se observaron en el tapiz vegetal algunas de las especies sembradas en la mezcla de semillas: *Lolium perenne*, *Lolium x hybridum*, *Festulolium x hybridum*, *Arrhenatherum elatius*, *Phleum pratense*.

La resiembra con una mezcla que contenía *Poa pratensis* produjo un aumento marcado de su proporción en el tapiz vegetal en 2013 y 2014, es decir, en el primer y segundo año

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

posteriores al tratamiento. Al mismo tiempo, la resiembra redujo significativamente la proporción de herbáceas de otras familias y malas hierbas en comparación con la zona control. El enriquecimiento del tapiz vegetal del prado con gramíneas productivas de corta persistencia, como *Festulolium × hybridum* y *Lolium × hybridum*, y con leguminosas mediante siembra directa en suelos ligeros y arenosos no tuvo un efecto significativo en la mejora del valor de uso del tapiz vegetal (UNV). El ligero aumento del índice de valor de uso del tapiz vegetal (UNV) se debió principalmente al incremento de la proporción de *Festuca pratensis*, *Poa pratensis* y *Dactylis glomerata*.

El método de renovación completa mediante laboreo en praderas secas, situadas sobre suelos minerales formados por arena ligeramente arcillosa y arena arcillosa ligera, en condiciones secas, mostró una implantación desigual de las especies sembradas. No se detectaron *Lolium × hybridum* ni *Festulolium × hybridum* entre los componentes establecidos, mientras que *Lolium perenne* apareció solo en cantidades mínimas. Aparte de *Festuca pratensis* y *Poa pratensis*, el tercer componente dominante del pastizal fue *Phleum pratense*, aunque solo representaba el 5 % de la mezcla. En las condiciones de hábitat de este prado, se logró una mejora significativa del valor de utilidad del pastizal mediante el uso del método de cultivo completo (Tabla 12).

Tabla 12. Influencia del método de renovación del tapiz vegetal sobre la participación de los grupos de plantas en el primer corte en los años posteriores.

Fuente: Estudio de los autores; Unv: valor de uso del tapiz vegetal según el método de Filipek [1973]. Unv: 10–8,1: valor de uso muy bueno; 8,0–6,1: valor de uso bueno; 6,0–3,1: valor de uso medio; ≤ 3,0: valor de uso bajo.

Grupo de plantas	Control				Resiembra				Renovación completa mediante laboreo			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
Gramíneas	60	63	64	76	65	71	75	77	-	85	80	78
Legumbres	20	8	6	5	20	8	5	4	-	13	10	9
Herbáceas de otras familias	20	29	30	19	15	21	20	19	-	2	10	13
Unv	7,9	7,2	7,0	7,2	8,2	7,9	8,3	7,5	-	9,3	8,8	8,7



Co-funded by
the European Union

Rendimiento del tapiz vegetal y valor alimenticio

En la explotación, la renovación de las praderas permanentes produjo resultados diferentes según el método utilizado. En las superficies aprovechadas para siega, el rendimiento de materia seca en la parcela control fue de 6,48 t ha⁻¹. Tras la resiembra, el rendimiento disminuyó ligeramente hasta 6,26 t ha⁻¹ (una disminución del 3,4% con respecto al control), mientras que tras la renovación completa mediante laboreo alcanzó 7,80 t ha⁻¹ (un aumento del 20% con respecto al control). El rendimiento de proteína total en el tapiz vegetal del prado aumentó significativamente solo tras la renovación completa mediante laboreo, pasando de 742 kg ha⁻¹ en el control a 965 kg ha⁻¹, mientras que tras la resiembra disminuyó ligeramente hasta 727 kg ha⁻¹. Se observó una tendencia similar en los rendimientos de azúcares simples: en el control alcanzaron 655 kg ha⁻¹, tras la resiembra 662 kg ha⁻¹ y tras la renovación completa mediante laboreo aumentaron hasta 838 kg ha⁻¹ (tabla 13).

Tabla 13. Rendimientos de prados y pastos en la explotación de Kodeñ (media de 2012–2014, en t MS ha⁻¹)

	Aprovechamiento mediante siega		
	control	Resiembra	Renovación completa mediante laboreo
Rendimiento [t MS ha⁻¹]	6,48	6,26	7,80
Aumento/disminución con respecto al grupo de control [%]	-	-3,4	20
Rendimiento de proteína total [kg ha⁻¹]	742	727	965
Rendimiento de azúcares simples [kg ha⁻¹]	655	662	838

Fuente: Estudio propio.

En resumen, en el experimento de Kodeñ, el método de renovación completa mediante laboreo mejoró tanto la cantidad como la calidad del tapiz vegetal, asegurando mayores rendimientos de materia seca, proteína total y azúcares simples. La resiembra no aportó beneficios claros en comparación con la parcela control y, en el caso del rendimiento de materia seca, incluso produjo una ligera disminución.





Co-funded by
the European Union

2.2.4.3. Fotos



Efecto de la renovación mediante resiembra directa en Kodeń (método de resiembra directa, prado, 2013) (photo: B. Wróbel)



Efecto de la renovación mediante renovación completa con laboreo en Kodeń (prado, 2014) (photo: B. Wróbel).



Ganado vacuno en el cercado incluido en el estudio en una de las explotaciones participantes en el proyecto (Foto: J.Barszczewski)



Co-funded by
the European Union

2.3. Serbia

2.3.1. Prácticas de mejora de pastizales en Serbia

Los pastizales en Serbia se extienden desde las zonas de llanura hasta las áreas de alta montaña y ocupan aproximadamente 469.228 ha [35]. Representan un recurso alimenticio importante para los animales domésticos y silvestres y, como tales, constituyen un requisito clave para la producción ganadera. Más allá de su función productiva, los pastizales serbios desempeñan un papel ecológico destacado al sustentar la biodiversidad y pueden actuar como comunidades fuente para la reintroducción de especies raras o amenazadas. Sus densos sistemas radicales contribuyen a la estabilización del suelo, por lo que el establecimiento y mantenimiento de pastizales constituye también una medida eficaz frente a la erosión [36]. En las regiones de colina y montaña, los rendimientos suelen ser bajos, con producciones medias de heno de 1,6–2,2 t ha⁻¹ en prados y de 1,2–1,8 t ha⁻¹ en pastos (Anuario Estadístico de la República de Serbia, 2025). La baja productividad se asocia con frecuencia a una fertilidad desfavorable del suelo, especialmente a una baja disponibilidad de fósforo, así como a otras limitaciones propias del emplazamiento [37; 38].

Muchas asociaciones, como *Agrostidetum-Juncetum effusi*, *Beckmanietum erucaeformis*, *Deschampsietum caespitosae*, *Molinietum coeruleae*, *Phalaridetum arundinaceae* y *Caricetum vulpinae-ripariae*, son características de zonas húmedas. Las regiones de valle y llanura están dominadas por *Agrostidetum albae*, *Agrostidetum vulgariae*, *Alopecuretum pratensis*, *Arrhenatheretum elatioris*, *Festucetum pratensis*, *Festucetum pseudovinae* y *Cynosuretum cristati*; las zonas de colina, por *Agrostidetum vulgariae*, *Agrostideto-Chrysopogonetum grylli*, *Brometum erecti*, *Danthonietum calycinae*, *Festucetum vallesiaca* y *Chrysopogonetum grylli*; y las regiones montañosas, por *Agrostidetum vulgariae*, *Brometum erecti*, *Danthonietum calycinae*, *Festuco-Armerietum canescentis*, *Festucetum rubra-fallax*, *Festucetuma spam strictae*, *Festucetum sulcate-Festucetum vallesiaca*, *Nardetum strictae*, *Potentilla rectae* y *Poetum violaceae*. Los rendimientos de heno varían: los pastizales de zonas húmedas producen 3,5–4,5 t ha⁻¹, los pastizales de valle y llanura 2,0–3,2 t ha⁻¹, los pastizales de colina 0,9–1,6 t ha⁻¹ y los pastizales de montaña 0,7–1,2 t ha⁻¹ [38].



Co-funded by
the European Union

Las medidas de mejora de pastizales se aplican para mejorar la composición florística y optimizar su aprovechamiento, especialmente en pastizales seminaturales de bajo rendimiento donde los insumos de manejo son limitados [36]. El objetivo principal fue cuantificar los efectos de la fertilización, el encalado y el momento de la siega, considerado en dos estados fenológicos, sobre la composición florística, el rendimiento de biomasa y la calidad de la biomasa de los pastizales de *Danthonietum calycinae* [36]. La comunidad *Danthonietum calycinae* se describe como ampliamente distribuida en Serbia y especialmente característica de las regiones de colina y montaña [39; 40; 41]. Se prestó especial atención a los cambios funcionales orientados hacia una mayor proporción de leguminosas y gramíneas de mayor calidad, así como a una menor proporción de especies con bajo valor económico. El proyecto también evaluó las respuestas de la abundancia microbiana del suelo y de determinados indicadores químicos edáficos, con el fin de apoyar una valoración de la seguridad ecológica junto con las mejoras productivas [36].



Co-funded by
the European Union

2.3.2. Caso 1

2.3.2.1. Información general

El estudio de mejora de pastizales se llevó a cabo en Mitrovo Polje, en las laderas del monte Goč (Serbia), dentro de la comunidad vegetal *Danthonietum calycinae* y a una altitud de 684 m.

La superficie experimental ocupaba un total de 1.400 m² y se localiza en las coordenadas 43°30'17" N, 20°52'24". El emplazamiento se caracteriza por un clima templado de montaña, con una temperatura media anual del aire, calculada para un periodo de 10 años, de 8,56 °C y una precipitación media anual de 908 mm [36].

El suelo donde se aplicó la mejora del pastizal era extremadamente ácido, sin carbonatos, muy pobre en fósforo y potasio, y rico en humus (tabla 14).

Tabla 14. Características químicas del suelo [36]

pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Total N mg/100g	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	Humus %	CaCO ₃ %
5,58	4,06	0,29	2,65	7,96	8,29	0,00

Un inventario fitocenológico previo al experimento registró 51 especies vegetales. Según el relevé fitocenológico realizado mediante el método de Braun-Blanquet [36], *Danthonia calycina* presentó el mayor valor de abundancia/cobertura (2.2), seguida de *Agrostis capillaris* (2.1). Varias gramíneas, como *Festuca rubra* (1.1), *Cynosurus cristatus* (1.1) y *Sieglingia decumbens* (1.+), así como leguminosas (*Trifolium* spp.), estuvieron presentes principalmente con baja cobertura (+) o como presencias raras (R), lo que indica una comunidad rica en especies, con unas pocas especies dominantes y numerosas especies acompañantes [36].

La especie edificadora *Danthonia calycina* y el patrón de dominancia registrado indican la presencia de la asociación vegetal *Danthonietum calycinae*, que aparece en hábitats secos, moderadamente húmedos y húmedos. Esta asociación suele ser estable debido a la dominancia de gramíneas perennes, que representan entre el 58 % y el 80 % de la composición florística [42; 43]. *Danthonia calycina* es una especie termófila asociada habitualmente a suelos esqueléticos y arenosos [44]. Además, se registró la presencia de *Danthonia cornubiensis*.





Figura 7. *Danthonia calycina* (Vill.) Rchb., sinónimo de *Danthonia alpina* Vest.

Actualmente resulta difícil encontrar comunidades bien desarrolladas y “verdaderas” o climácicas de *Danthonietum calycinae* [36]. En su lugar, la mayoría de los emplazamientos representan vegetación de transición entre *Danthonietum* y *Agrostietum*, lo que sugiere que la comunidad original ha sido modificada por el uso y manejo previo del pastizal. Esta transición refleja un alejamiento de la composición original presumible, más que un proceso de invasión por matorral. El uso histórico de Mitrovo Polje para la producción de alimento para el ganado probablemente contribuyó a este cambio, favoreciendo gramíneas como *Agrostis capillaris* y leguminosas como el trébol rojo y el trébol blanco (*Trifolium* spp.) y la cuernecilla (*Lotus corniculatus*). Otras especies destacables que indican una influencia antrópica previa son *Centaurea jacea* y *Rumex acetosella* [36].

No se describió una presencia destacada de arbustos ni plantas leñosas en el emplazamiento; sin embargo, *Rosa canina* fue registrada como rara (R) en el inventario previo al experimento, lo que indica una presencia leñosa solo esporádica [36]. El rendimiento de heno en estos pastizales suele oscilar entre 1,5 y 2,85 t ha⁻¹, y puede superar las 8 t ha⁻¹ con una fertilización adecuada [45; 46].

Ganado que aprovecha el pastizal

El estudio seleccionado señala que el aprovechamiento principal del pastizal fue la siega para producción de heno, con cortes realizados en estados fenológicos definidos, sin aportar

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

información sobre manejo del pastoreo, número de cabezas de ganado, unidades de ganado mayor (UGM) ni temporada de pastoreo. A pesar de una revisión amplia de la bibliografía disponible sobre pastizales serbios, no fue posible identificar un estudio de caso que proporcionara de forma coherente estos parámetros relacionados con el pastoreo para este emplazamiento, lo que limitó la información disponible.

Métodos de mejora aplicados

El emplazamiento experimental ocupó 1.400 m². El sitio se estableció y el estado inicial de la vegetación, o línea de referencia, se registró en otoño de 2012. Posteriormente, se aplicaron los tratamientos de mejora y se realizó un seguimiento durante un periodo de tres años, de 2013 a 2015. El estudio utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones. El tamaño básico de la parcela fue de 10 m² (5 × 2 m). Las zonas de separación fueron de 1 m entre repeticiones y de 0,5 m entre tratamientos dentro de cada repetición [36].

El enfoque de mejora del estudio seleccionado se basó en el manejo de nutrientes, mediante fertilización mineral y, cuando correspondía, enclado, combinado con el manejo de la siega, mediante cortes en estados fenológicos definidos. No se indicaron otras medidas de mejora, como eliminación de matorral, laboreo, resiembra, aireación, gradeo, pase de rulo o rastra, infraestructura para pastoreo, cerramientos, sombra o establecimiento de pastos sembrados.

La fertilización se aplicó anualmente durante todo el estudio utilizando una dosis base de P-K de P60K60 combinada con diferentes niveles de N (N0, N60, N120, N180) y, en algunos tratamientos, inoculantes microbianos (P60K60 con *Klebsiella planticola* o *Bacillus subtilis*). El nitrógeno se aportó en forma de nitrato amónico (33 % N), el fósforo como superfosfato simple (SSP; 18,5 % P₂O₅) y el potasio como KCl (60 %); los inoculantes se aplicaron superficialmente al inicio del periodo vegetativo (Enteroplantin, 15 L ha⁻¹; Extrasol, 20 L ha⁻¹), diluidos 1:30 con agua [36].

La siega se aplicó como medida de manejo mediante el corte del tapiz vegetal en dos estados fenológicos de las especies dominantes de la comunidad: (a) inicio del espigado, o emergencia de la panícula, y (b) plena floración.



Co-funded by
the European Union

Para el encalado se utilizó cal viva molida (óxido de calcio, CaO) a una dosis de 1.000 kg ha⁻¹, distribuida manualmente sobre la superficie del pastizal en otoño de 2012.

Plan de pastoreo rotacional

El pastoreo rotacional no se aplicó en el estudio de caso seleccionado; sin embargo, se midieron el rendimiento de materia seca y la dinámica estacional de rebrote bajo un manejo controlado de defoliación y fertilización. Por tanto, estos resultados empíricos se utilizaron como base de evidencia para plantear un plan análogo o simulado de pastoreo rotacional, coherente con el potencial productivo del emplazamiento y con las limitaciones estacionales de rebrote descritas en el estudio de caso.

A partir de los resultados de productividad medidos en 2014, la superficie de pastoreo se dividió conceptualmente en 10 parcelas de pastoreo o potreros para la simulación. Dado que el diseño del pastoreo rotacional depende fundamentalmente de (a) el momento y la frecuencia de defoliación y (b) la capacidad de rebrote bajo las limitaciones climáticas del emplazamiento, se utilizó el nivel de fertilización económicamente justificado como “mejora óptima” para elaborar una simulación conservadora de pastoreo rotacional coherente con la evidencia del estudio de caso. Los objetivos de carga ganadera se derivaron del rendimiento de materia seca de 2014 mediante un enfoque basado en la oferta de forraje y un factor de utilización conservador ($U = 0,50$), que tiene en cuenta la biomasa residual y las pérdidas inevitables.

La simulación de pastoreo rotacional se estructura en tres periodos estacionales y especifica el tiempo previsto de permanencia, en días, en cada parcela:

Periodo temprano (30 de abril–20 de junio): debido al elevado potencial de rebrote primaveral observado en 2014, asociado a condiciones favorables de humedad y temperatura, el plan simulado plantea una rotación rápida, con 2 días de permanencia por parcela, equivalente a un ciclo aproximado de 20 días en 10 parcelas. La carga ganadera objetivo se fija en 2,0 UGM ha⁻¹, de acuerdo con la elevada disponibilidad de forraje prevista bajo el nivel de fertilización identificado en el estudio como la opción de mejora económicamente más justificada.

Periodo medio (20 de junio–10 de agosto): dado que el estudio de caso indica que las condiciones estivales pueden limitar el rebrote y reducir la capacidad del pastizal para soportar defoliaciones repetidas, la rotación simulada se ralentiza para favorecer la recuperación del



tapiz vegetal. En este periodo se plantea una permanencia de 3 días por parcela, equivalente a un ciclo aproximado de 30 días. La carga ganadera objetivo se reduce a 1,4 UGM ha⁻¹, aproximadamente un 30 % menos que en primavera, con el fin de adaptar la presión de pastoreo al mayor riesgo de sequía y menor rebrote.

Periodo tardío (10 de agosto–30 de septiembre): al final de la estación de crecimiento, el plan prioriza el mantenimiento de biomasa residual suficiente y la prevención del agotamiento del tapiz vegetal. Por ello, la rotación simulada establece el mayor tiempo de permanencia, con 4 días por parcela, equivalente a un ciclo aproximado de 40 días. La carga ganadera objetivo se fija en 1,6 UGM ha⁻¹, por debajo de los niveles de primavera, permitiendo un aprovechamiento prudente cuando la recuperación de final de estación sea suficiente.

Plan de fertilización

Durante 2013–2015, la fertilización se aplicó anualmente de acuerdo con el plan experimental. Cada parcela experimental medía 10 m² (5 × 2 m). Los nutrientes minerales se aportaron en forma de nitrato amónico (AN, 33 % N) para el nitrógeno, superfosfato simple (SSP, 18,5 % P₂O₅) para el fósforo, y cloruro potásico (KCl, 60 % K₂O) para el potasio.

En general, la base PK, y la fracción otoñal de nitrógeno cuando correspondía, se aplicó en otoño; la fracción principal de nitrógeno, cuando correspondía, se aplicó al inicio del periodo vegetativo en primavera; y una fracción adicional de nitrógeno se aplicó después del primer corte en los tratamientos fertilizados con N (N60/N120/N180).

En conjunto, el estudio incluyó seis tratamientos de fertilización y un control, cada uno con cuatro repeticiones [36]. Los tratamientos de fertilización se expresaron como kg ha⁻¹ de nutrientes puros:

1. N0P0K0 (control): no se aplicaron fertilizantes.
2. N0P60K60 (PK): la dosis total P60K60 se aplicó en otoño.
3. N0P60K60 + *Klebsiella planticola* (Kp): P60K60 se aplicó en otoño, seguido de una inoculación primaveral con Enteroplantin (15 L ha⁻¹; dilución 1:30), aplicado sobre la superficie del tapiz vegetal al inicio del periodo vegetativo.



Co-funded by
the European Union

4. N0P60K60 + *Bacillus subtilis* (Bs): P60K60 se aplicó en otoño, seguido de una inoculación primaveral con Extrasol (20 L ha⁻¹; dilución 1:30), aplicado sobre la superficie del tapiz vegetal al inicio del periodo vegetativo.
5. N60P60K60 (N60): se aplicó N20P60K60 en otoño, N20 al inicio del periodo vegetativo en primavera y N20 después del primer corte.
6. N120P60K60 (N120): se aplicó N20P60K60 en otoño, N80 al inicio del periodo vegetativo en primavera y N20 después del primer corte.
7. N180P60K60 (N180): se aplicó N20P60K60 en otoño, N140 al inicio del periodo vegetativo en primavera y N20 después del primer corte.

Nota: El índice que acompaña a la designación de cada nutriente indica la cantidad de nutriente puro en kg ha⁻¹.

2.3.2.2. Comparación antes y después

En este estudio no se aportó un conjunto real de datos previo al tratamiento correspondiente a 2012, como el rendimiento de heno por corte. Por ello, la comparación antes-después debe interpretarse como una comparación entre las parcelas control sin mejora (N0P0K0), sin fertilización ni encalado, y las parcelas que recibieron medidas de mejora, como fertilización, encalado y/o inoculación microbiana, todas ellas manejadas bajo el mismo régimen de siega.

Antes de la mejora

Las parcelas control sin fertilización ni encalado (N0P0K0) se utilizaron como línea de referencia sin mejora. Durante los tres años experimentales, la proporción de especies con valor económico fue del 32–47 %, mientras que las especies de bajo valor o sin valor económico representaron el 48–68 %.

En términos de producción de heno, el rendimiento total de materia seca en las parcelas control fue de 3,26 t ha⁻¹ en el primer año y de 5,32 t ha⁻¹ en el segundo año; ambos valores reflejan el régimen de siega utilizado en el experimento. En el primer corte, el control produjo 3,05 t ha⁻¹, mientras que el contenido de proteína bruta osciló entre 76 y 85 g kg⁻¹ y la celulosa bruta entre 322 y 365 g kg⁻¹ durante el periodo de tres años.



Co-funded by
the European Union

Dado que el manejo mediante pastoreo no se incluyó en el estudio y el emplazamiento se aprovechó mediante siega para producción de heno, la presión de pastoreo no fue indicada y se considera no aplicable.

Después de la mejora

Tras la aplicación de las medidas de mejora, fertilización $\pm$ encalado y/o inoculación microbiana, bajo el mismo régimen de siega, las características florísticas y productivas del pastizal evolucionaron hacia un mayor valor forrajero.

Durante el periodo de tres años, la proporción de especies con valor económico osciló entre el 48 % y el 68 %, mientras que la proporción de especies de bajo valor o sin valor económico osciló entre el 29 % y el 52 % en los tratamientos de mejora. Esto indica un cambio hacia una mayor proporción de especies con valor económico y una menor proporción de especies de bajo valor o sin valor económico.

El rendimiento total de materia seca aumentó respecto al control, situándose entre 3,37 y 5,86 t ha⁻¹ en el primer año y entre 5,69 y 9,50 t ha⁻¹ en el segundo año, según el tratamiento. En cuanto a la calidad de la biomasa en el primer corte, el tratamiento N180P60K60 produjo valores de proteína bruta de entre 84 y 99 g kg⁻¹ durante los tres años; la celulosa bruta en ese mismo tratamiento osciló entre 351 y 391 g kg⁻¹ [36].

La sostenibilidad no se cuantificó directamente; sin embargo, puede interpretarse como la obtención de mejoras en productividad y valor forrajero mediante aportes de nutrientes y manejo de la siega, en comparación con la línea de referencia control [36].

2.3.2.3. Resultados y evaluación

Los resultados se evalúan en relación con el control sin fertilización ni encalado, utilizado como línea de referencia sin mejora bajo el mismo régimen de siega. En conjunto, el manejo de nutrientes, especialmente la aplicación de nitrógeno junto con fósforo y potasio, favoreció un cambio florístico hacia una mayor proporción de especies con valor económico, sobre todo gramíneas de calidad media, y redujo la contribución de especies de bajo valor o sin valor económico pertenecientes a otras familias. Los tratamientos basados en PK, así como PK combinado con inoculantes microbianos (*Klebsiella planticola* o *Bacillus subtilis*), mejoraron el valor forrajero de la biomasa principalmente mediante un aumento de la proporción de

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

leguminosas y una reducción de las especies de bajo valor o sin valor. Además, la siega al inicio de la emergencia de la panícula, es decir, al comienzo del espigado, incrementó de forma constante el valor forrajero de la biomasa durante los tres años, lo que respalda su recomendación para una aplicación práctica más amplia [36].

Las medidas de mejora agrotécnica también dieron lugar a un claro aumento del rendimiento de biomasa a lo largo de los años experimentales. La fertilización mineral con nitrógeno sobre una base constante de PK (P60K60) produjo rendimientos significativamente superiores a los tratamientos solo con PK, con o sin inoculación. El aumento del nitrógeno hasta 120 kg ha⁻¹ (N120P60K60) provocó un incremento lineal del rendimiento, mientras que elevar la dosis de 120 a 180 kg ha⁻¹ no generó una ganancia adicional proporcional, lo que indica rendimientos decrecientes con dosis altas de N. El encalado, aunque no mejoró el valor forrajero del pastizal ni la calidad de la biomasa, puede recomendarse por sus efectos positivos sobre el rendimiento de biomasa y la abundancia de determinados grupos microbianos [36].

Desde una perspectiva ecológica, la fertilización mineral no redujo el número total de microorganismos ni la abundancia de hongos, actinomicetos o *Klebsiella planticola*, lo que sugiere que una fertilización adecuadamente gestionada puede considerarse segura para los grupos microbianos estudiados. La inoculación microbiana con *Klebsiella planticola* no produjo un efecto significativo, mientras que *Bacillus subtilis* incrementó el rendimiento de biomasa en el tercer año; sin embargo, el aumento asociado en el rendimiento de proteína fue pequeño, por lo que este tipo de inoculación no se recomienda para una aplicación práctica más amplia [36]. El estudio concluye que la mejor respuesta productiva y forrajera de este tipo de pastizal se obtuvo con N120P60K60 combinado con siega temprana, al inicio de la emergencia de la panícula o comienzo del espigado [36].

Los resultados indican que un manejo dirigido de nutrientes, combinado con una siega realizada en el momento adecuado, puede aumentar la productividad y desplazar la composición de especies hacia grupos funcionales con mayor valor económico, sin efectos adversos sobre las comunidades microbianas estudiadas. Al mismo tiempo, la disminución de la respuesta productiva por encima de N120 pone de manifiesto la importancia de optimizar los aportes de nitrógeno para equilibrar las mejoras de productividad con la eficiencia en el uso de insumos y la responsabilidad ambiental [36].



Co-funded by
the European Union

Las administraciones locales y los servicios de asesoramiento agrario pueden apoyar la mejora sostenible de estos pastizales promoviendo dosis de fertilización basadas en evidencias, evitando aportes innecesarios de N por encima del nivel económicamente justificado, fomentando la siega en el momento adecuado como herramienta práctica de manejo e integrando el encalado en los planes de mejora cuando la estabilidad del rendimiento sea una prioridad. De forma paralela, las actividades de extensión pueden ayudar a trasladar estas medidas a recomendaciones aplicables en las explotaciones y a rutinas de seguimiento adaptadas a las condiciones locales de suelo y clima [36].



Co-funded by
the European Union

2.3.2.4. Fotos



Estado del pastizal antes de la mejora



Estado del pastizal después de la mejora



Actividades de mejora durante el estudio: muestreo de suelo para análisis químico y microbiológico.



Co-funded by
the European Union

2.3.3. Caso 2

2.3.3.1. Información general

Suva Planina es un macizo montañoso situado en el sureste de Serbia y representa una de las zonas de pastizales de montaña más importantes de los Balcanes centrales. Sus pastos de elevada altitud sustentan la producción ganadera tradicional y proporcionan hábitat a diversas comunidades vegetales características de los pastizales seminaturales de montaña [47].

Estos pastizales se desarrollaron a lo largo de siglos de pastoreo extensivo y siega. Sin embargo, durante las últimas décadas, muchos de estos pastos se han visto amenazados por el declive de la ganadería tradicional, lo que favorece la expansión del matorral, la sucesión vegetal progresiva y la pérdida de hábitats abiertos de pastizal.

Por tanto, el uso sostenible de los pastos de Suva Planina depende del mantenimiento de los sistemas tradicionales de pastoreo, que permiten conservar tanto la biodiversidad como la producción ganadera.

Este estudio de caso presenta la mejora basada en el manejo de un pasto de montaña de 280 ha situado cerca de la localidad de Kosmovac, en Suva Planina [48].

Información sobre el pastizal mejorado

Nombre / localización del pastizal:

Pasto en las proximidades de la localidad de Kosmovac.

<https://maps.app.goo.gl/HDN9YLYAWNy53xjY7>

Superficie (ha): 280 ha

Altitud (m): 800–1.200 m

Precipitación anual: 700–900 mm

Estructura del suelo:

La estructura del suelo de los pastizales seminaturales de montaña, principalmente de origen secundario, situados en torno a la localidad de Kosmovac refleja la diversa base geológica de la zona de transición de Suva Planina, situada entre 700 y 1.200 m s. n. m. [47].





Co-funded by
the European Union

Las zonas calizas se caracterizan por perfiles poco profundos y pedregosos, con excelente drenaje. Estas condiciones xerotérmicas favorecen una vegetación resistente a la sequía, aunque la sequedad estival limita la productividad. Las laderas más suaves presentan suelos negros de montaña más profundos, conocidos como *planinska crnica* (“crnitsa de montaña”), que ofrecen una mayor retención de humedad y una mejor disponibilidad de nutrientes para las asociaciones dominadas por gramíneas [45].

La proximidad al río Crvena y a manantiales naturales garantiza un suministro de agua fiable, lo que mejora la viabilidad del pasto a pesar de las limitaciones propias del terreno kárstico.

Vegetación antes de la mejora

Los pastos de Kosmovac, en la montaña de Suva Planina, estaban cubiertos por pastizales seminaturales de montaña, principalmente de origen secundario. La vegetación incluía comunidades de pastizal xerotérmico características de hábitats calizos abiertos, dominadas por gramíneas perennes y leguminosas, mientras que las formaciones de tipo prado, más productivas, aparecían solo localmente en los emplazamientos más favorables.

Debido a la reducción de la presión de pastoreo, algunas zonas del pasto se vieron afectadas por la expansión del matorral y la sucesión natural, lo que provocó el declive gradual de los hábitats abiertos de pastizal [45].

Ganado que aprovecha el pasto

Los sistemas pastorales tradicionales han desempeñado históricamente un papel clave en la configuración de los paisajes de pastizal de Suva Planina, y todavía están presentes en algunas zonas de este macizo.

Las especies ganaderas habituales incluyen ovejas, bovinos y caballos, siendo las ovejas la especie ganadera dominante.

Ovejas (número / UGM): 100 / 10

Bovinos (número / UGM): 30 / 30

Caballos (número / UGM): 6 / 4,8

UGM total: 44,8

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Temporada de pastoreo: mayo–octubre, con posible prolongación hasta noviembre, en consonancia con el periodo de crecimiento vegetativo de las asociaciones xerotérmicas de Suva Planina.

El ganado se desplaza estacionalmente hacia pastos de mayor altitud durante la temporada estival de pastoreo, siguiendo patrones tradicionales de trashumancia.

Métodos de mejora aplicados

Año de inicio y finalización de la aplicación de la mejora:

Año de inicio: 2021 Año de finalización: 2023

Eliminación de matorral:

Eliminación manual periódica del matorral en las zonas donde comienza la invasión, con el fin de mantener una estructura abierta del pasto.

Ajuste óptimo de la carga ganadera:

Al inicio del proceso de mejora, el número de animales registrado como situación de referencia en 2020 era de 100 ovejas, 30 bovinos y 6 caballos, lo que correspondía a 44,8 UGM o 0,16 UGM ha⁻¹ en una superficie de 280 ha. Esta presión de pastoreo se situaba por debajo del nivel necesario para un mantenimiento adecuado del pasto. Con el apoyo de las autoridades locales, el número de animales aumentó en 2021 hasta 250 ovejas, 50 bovinos y 8 caballos, lo que correspondía a 81,4 UGM o 0,29 UGM ha⁻¹. Este nivel entró dentro del intervalo objetivo para una gestión sostenible del pastoreo y se mantuvo durante el periodo posterior, permitiendo que los efectos del pastoreo equilibrado y del reciclado natural de nutrientes se establecieran en el conjunto del sistema de pastos.

Manejo sostenible del pastoreo:

La carga ganadera ajustada se aplicó dentro de un sistema tradicional de pastoreo extensivo, lo que ayudó a mantener los hábitats abiertos de pastizal y favoreció una gestión más equilibrada de la vegetación.



Co-funded by
the European Union

Mantenimiento del pasto

Las rutas tradicionales de pastoreo y el uso estacional de los pastos fueron mantenidos por las comunidades locales de pastores, contribuyendo a asegurar un uso regular del pasto y una distribución más homogénea de la presión de pastoreo.

Puntos de agua

Se construyeron depósitos para la recogida de agua de lluvia en el pasto, con el fin de asegurar agua para los animales en pastoreo. En periodos de sequía prolongada, estos depósitos se rellenan mediante camiones cisterna.

Otros aspectos: reciclado natural de nutrientes

El reciclado natural de nutrientes se produce mediante la redistribución de nutrientes asociada al pastoreo altitudinal estacional. Ovejas, bovinos y caballos pastan progresivamente desde cotas más bajas hacia zonas de mayor altitud durante la primavera y el verano, y después regresan gradualmente a las zonas bajas a medida que se aproxima el invierno, contribuyendo así a la redistribución de nutrientes en el conjunto del sistema de pastos.

Plan de pastoreo rotacional

Aunque no se aplica estrictamente un esquema formal de pastoreo rotacional, el pastoreo sigue un patrón estacional basado en la altitud:

Periodo temprano (mayo–junio)

Se utilizan los pastos de montaña de menor altitud.

Periodo medio (junio–agosto)

El ganado pasta en las mesetas montañosas de mayor altitud, donde la productividad de la vegetación alcanza su máximo.

Periodo tardío (septiembre–octubre)

El ganado regresa gradualmente a los pastos de menor altitud antes del invierno.



Co-funded by
the European Union

Plan de fertilización

No se aplica fertilización mineral en estos pastizales de montaña debido al estatus protegido del Parque Natural de Suva Planina, donde la fertilización artificial está prohibida para preservar la integridad de los hábitats naturales y la biodiversidad.

La productividad del pastizal se mantiene mediante el reciclado natural de nutrientes asociado a los sistemas de pastoreo extensivo: el estiércol del ganado aporta nutrientes esenciales (N, P, K), mientras que una densidad de carga ganadera controlada, de 0,25–0,4 UGM ha⁻¹, evita la sobrefertilización y favorece la regeneración sostenible de los pastizales xerotérmicos.

2.3.3.2. Comparación antes y después

Antes de la mejora

Producción de heno:

Biomasa forrajera utilizable estimada: 1,2–1,8 t MS ha⁻¹.

El pasto presentaba, en general, una calidad forrajera baja a moderada, característica de los pastizales xerotérmicos de montaña. La vegetación estaba dominada por comunidades xerotérmicas como *Mirsinetum-Ischaemetum* y *Potentillato-Caricetum humilis*, caracterizadas por plantas duras y lignificadas, con valor nutritivo limitado. Las condiciones de pastoreo eran más favorables en primavera y otoño, mientras que la calidad del forraje disminuía notablemente durante el verano debido a la sequía y a los suelos calizos poco profundos. Las comunidades de tipo prado más productivas, como *Teucrieto-Chrysopogonetum*, aparecían localmente sobre sustratos silíceos, pero su escasa extensión no mejoraba de forma significativa el potencial global del pasto [47].

Presión del pastoreo:

La carga ganadera era baja, de 0,16 UGM ha⁻¹, equivalente a 44,8 UGM en 280 ha, y se situaba por debajo del intervalo óptimo necesario para el mantenimiento del pasto. Este infrapastoreo favoreció la expansión del matorral, redujo la estabilidad de las comunidades abiertas de pastizal y contribuyó a la degradación progresiva del estado del pasto.

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Después de la mejora

Producción de heno:

Biomasa forrajera utilizable estimada: 2,0–2,5 t MS ha⁻¹ (+30–40 %).

Cambio en la vegetación:

La estructura de la vegetación mejoró gracias a la reducción de la expansión del matorral, una mejor cobertura del suelo y una distribución más homogénea de la biomasa en el conjunto del pasto. La proporción de especies deseables características de los pastizales xerotérmicos abiertos, como *Bromus erectus* y *Festuca valesiaca*, aumentó entre un 25 % y un 35 %, mientras que disminuyó la presencia de vegetación de menor valor, incluidos musgos competitivos y malas hierbas. La estructura de la vegetación también se volvió más diversa: la altura del tapiz vegetal aumentó de 15–20 cm a 40–50 cm, la cobertura del suelo mejoró del 65 % al 85 %, y las zonas desnudas disminuyeron del 20 % a menos del 5 %. Como resultado, el pasto se mantuvo abierto, funcionalmente más estable y mejor adaptado al pastoreo extensivo.

Biodiversidad:

El manejo activo mejoró tanto la biodiversidad como la estructura del hábitat. Un régimen de pastoreo altitudinal estacional, combinado con cargas ganaderas controladas de 0,25–0,4 UGM ha⁻¹, 0,29 UGM ha⁻¹ en 2021, contribuyó a conservar el valor ecológico de Suva Planina y, al mismo tiempo, a aumentar la productividad del pastizal.

Sostenibilidad:

El manejo del pastoreo aplicado sugiere una vía sostenible a largo plazo, al basarse exclusivamente en el reciclado natural de nutrientes a través del estiércol del ganado, reducir la dependencia de insumos externos y lograr mejoras de productividad y biodiversidad.

La mejora de la productividad del pasto permitió un aumento gradual de la carga ganadera y apoyó un uso ecológico y económico más equilibrado del sistema de pastos de 280 ha.



Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

2.3.3.3. Resultados y evaluación

Logros: El manejo del pastoreo aplicado mejoró el rendimiento del pasto aproximadamente entre un 30 % y un 40 %, mejoró la estructura de la vegetación y la biodiversidad, y mantuvo el cumplimiento de la normativa de espacios protegidos al basarse exclusivamente en el reciclado natural de nutrientes, sin fertilización mineral.

Impacto sobre la sostenibilidad: La optimización de la presión de pastoreo, con valores de 0,25–0,4 UGM ha⁻¹, contribuye a prevenir la expansión del matorral, favorece la regeneración de la vegetación, conserva la biodiversidad xerotérmica y apoya la preservación a largo plazo de los pastizales seminaturales sobre sustratos frágiles calizos y silíceos.

Papel de la gobernanza local: Gracias al apoyo de las autoridades locales y a las ayudas para la cría de ganado, especialmente de razas autóctonas, el número de animales ha aumentado. Al mismo tiempo, los servicios de asesoramiento han ofrecido formación sobre el aprovechamiento óptimo de los pastos, acercando la presión de pastoreo a los niveles adecuados para mantener los pastizales seminaturales y conservar la biodiversidad.



Co-funded by
the European Union

2.3.3.4. Fotos



Estado del pastizal antes de la mejora [48]



Co-funded by
the European Union



Estado del pastizal después de la mejora [48]



Actividades de mejora durante el proceso [48]

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844

2.3.4. Caso 3

2.3.4.1. Información general

Los pastizales arenosos son un tipo específico de hábitat seminatural ampliamente distribuido en la región biogeográfica panónica de Europa. En Serbia, aparecen principalmente en los paisajes arenosos del norte de Voivodina, especialmente en las arenas de Subotica y las arenas de Deliblato, donde forman un valioso mosaico de hábitats abiertos con elevada diversidad biológica. Estos ecosistemas albergan numerosas especies vegetales y animales especializadas y, por tanto, tienen una gran importancia para la conservación [49].

La zona presenta un clima continental templado, con veranos cálidos y secos e inviernos fríos. La temperatura media anual se sitúa en torno a 11 °C, mientras que la precipitación anual oscila entre 550 y 600 mm [50].

En algunas partes de las arenas de Subotica, determinadas superficies de pastizal permanecieron sin manejo activo durante unos 20 años, lo que provocó procesos de sucesión secundaria y el desarrollo gradual de vegetación arbustiva y de estepa forestal. Para revertir estos procesos y apoyar la restauración de los pastizales arenosos naturales, en 2002 se iniciaron actividades de restauración del hábitat, incluida la eliminación de arbustos y vegetación leñosa, así como la reconversión de antiguos huertos frutales y viñedos [51].

Las actividades de manejo se aplican dentro del área protegida “Arenas de Subotica”, de acuerdo con el plan oficial de gestión y la legislación nacional de protección de la naturaleza [51], con la participación de instituciones y organizaciones profesionales relevantes [49].

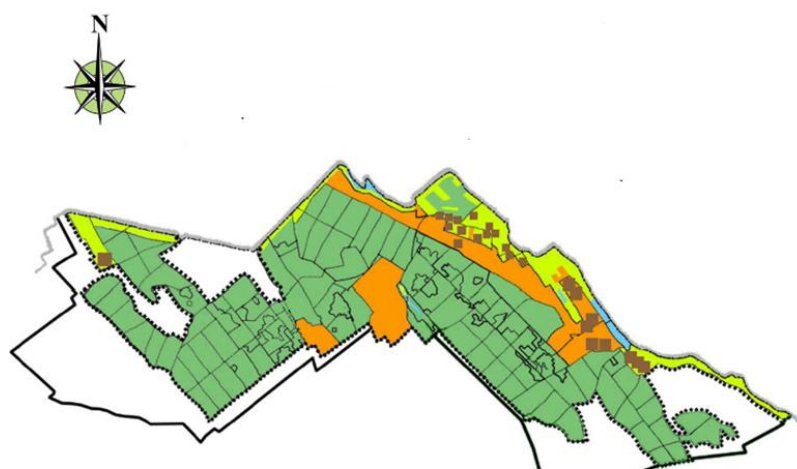


Figura 8. Pastizales y pastos —zonas en verde claro— dentro del área protegida de las Arenas de Subotica
Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

Información sobre el pastizal mejorado

Nombre / localización del pastizal:

Paisaje Protegido de Características Excepcionales “Arenas de Subotica” / Ciudad de Subotica, Provincia Autónoma de Voivodina, República de Serbia.

<https://maps.app.goo.gl/71JDHZJqQgYiqatB6>

Superficie bajo manejo activo: 230 ha

Altitud: 102–132 m a.s.l.

Precipitación anual: 550–600 mm

Estructura del suelo:

La zona se caracteriza por suelos arenosos de origen eólico con horizontes húmicos poco desarrollados. Estos suelos son muy permeables, presentan baja capacidad de retención de agua, fertilidad natural limitada y una textura ligera. Como resultado, son sensibles a la degradación de la vegetación, la invasión por matorral y la erosión eólica [49].

Vegetación antes de la mejora

Antes de la introducción de medidas de manejo activo, los pastizales estaban experimentando procesos de sucesión, con una importante expansión del matorral, por ejemplo, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa* y *Rosa canina*, y una transición gradual hacia vegetación de estepa forestal. El abandono prolongado de las prácticas tradicionales de uso del suelo, especialmente el pastoreo y la siega, contribuyó al aumento de la cobertura de vegetación leñosa, a la fragmentación de los hábitats abiertos de pastizal y al declive de las especies típicas de la estepa panónica [49].

Ganado que aprovecha la zona de pasto

Ovejas (número / UGM): prácticamente nulo.

UGM total: prácticamente nulo.

Carga ganadera: prácticamente nulo.

Temporada de pastoreo: no aplicable.





Antes de la aplicación de las medidas de manejo, la zona no estaba sometida a un pastoreo sistemático, lo que contribuyó a acelerar la sucesión vegetal y a la pérdida gradual de la estructura abierta del pastizal [49].

Métodos de mejora aplicados

Año de inicio y finalización de la aplicación de la mejora: 2002–actualidad

La restauración del pastizal se inició en 2002, mientras que la siega periódica y el pastoreo controlado con ovejas se introdujeron en 2017 y, desde entonces, se han mantenido como parte del régimen de manejo activo.

Se aplicaron medidas de manejo de bajos insumos para restaurar y mantener zonas abiertas de pastizal aptas para el pastoreo ovino. Al mismo tiempo, el pastoreo controlado se utilizó como herramienta de manejo para apoyar el mantenimiento a largo plazo de los hábitats abiertos y prevenir una nueva expansión del matorral [49]. Las principales medidas incluyen:

- **Eliminación de matorral:** Los arbustos y la vegetación leñosa fueron eliminados mecánicamente en las zonas invadidas para restaurar los pastizales abiertos. Desde comienzos de la década de 2000, este proceso también incluyó antiguos huertos frutales y viñedos, que fueron devueltos progresivamente a condiciones de hábitat más naturales. El proceso fue apoyado mediante siegas periódicas y pastoreo controlado [50].
- **Laboreo:** En 2002 se realizó el laboreo de antiguas parcelas de huertos frutales y viñedos como medida técnica inicial para preparar estas zonas para el restablecimiento de condiciones de pastizal abierto.
- **Siega:** La siega periódica se aplicó como medida de manejo de bajos insumos para eliminar el exceso de biomasa y mantener la estructura abierta del pastizal. Por lo general, se realizaba dos veces al año, normalmente en junio y septiembre.
- **Pastoreo:** El pastoreo extensivo controlado con ovejas se introdujo en 2017 como medida clave de manejo para mantener la vegetación del pastizal y prevenir una nueva sucesión.



Co-funded by
the European Union

Plan de pastoreo rotacional

Dado que estos pastos son terrenos agrarios situados dentro de un espacio natural protegido, la legislación nacional permite el pastoreo controlado exclusivamente con ovejas, no con ganado bovino, bajo condiciones de manejo reguladas [51]. Por tanto, dentro del proyecto de restauración de pastizales no se contempla un pastoreo rotacional convencional. En su lugar, desde 2017 se aplica pastoreo controlado durante el periodo vegetativo bajo supervisión de pastores, con rotación espacial entre zonas de pastoreo designadas. Durante la evaluación de 2021, la carga ganadera real fue de 0,12 UGM ha⁻¹, correspondiente a 270 ovejas, equivalentes a 27 UGM, en una superficie de 230 ha [50].

Plan de fertilización

No se prevé fertilización dentro del proyecto de restauración de pastizales, de acuerdo con la legislación regional que restringe el uso de fertilizantes en espacios naturales protegidos [51].

2.3.4.2. Comparación antes y después

Antes de la mejora

Producción de heno:

Antes de la introducción de las medidas de restauración, la productividad del pastizal era baja debido al abandono prolongado y a la expansión del matorral. La vegetación estaba cada vez más dominada por especies leñosas como *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina* y *Fraxinus ornus*, mientras que las especies típicas de pastizal disminuían [50].

La cobertura vegetal era heterogénea y estaba cada vez más afectada por la sucesión vegetal. En el estado previo al manejo, la altura de la vegetación alcanzaba hasta 80 cm, mientras que la densa cobertura arbustiva reducía la extensión de los hábitats abiertos de pastizal [50].



Co-funded by
the European Union

Calidad de la vegetación:

La biodiversidad del pastizal y la calidad del hábitat disminuyeron a medida que las especies arbustivas y forestales se hicieron cada vez más dominantes. La estructura de la vegetación cambió gradualmente desde un pastizal arenoso panónico abierto hacia comunidades arbustivas y de estepa forestal [50].

Presión de pastoreo: Antes del programa de restauración, el pastoreo tradicional estaba prácticamente ausente, lo que permitió el avance de la sucesión vegetal y de la expansión del matorral en la zona.

Después de la mejora

Producción de heno:

El manejo activo del pastizal restauró la estructura abierta del hábitat y aumentó la disponibilidad de biomasa apta para el pastoreo y, de forma ocasional, para la producción de heno. En las zonas pastoreadas, la altura de la vegetación se redujo aproximadamente a 12–30 cm, lo que mejoró la accesibilidad del forraje [50].

La cobertura vegetal mejoró significativamente en las zonas manejadas, con valores entre el 10 % y el 100 %, alcanzando hasta el 100 % en algunas áreas. Al mismo tiempo, la estructura abierta del pastizal se mantuvo mediante siega y pastoreo controlado, lo que favoreció el uso productivo continuado de la zona [50].

Cambio en la vegetación:

Los datos de campo confirmaron diferencias claras en la estructura de la vegetación entre los distintos regímenes de manejo. La altura máxima de la vegetación (MVH) osciló entre 12 y 80 cm, con los valores más bajos registrados en las zonas pastoreadas y los más altos en el estado previo al manejo, reflejando el avance de la sucesión vegetal [3]. El mayor número de especies vegetales se registró en las zonas segadas, con 115 especies, seguido de las zonas pastoreadas, con 85 especies, mientras que en el estado previo al manejo solo se registraron 59 especies vegetales. En todos los emplazamientos, especialmente en los sometidos a pastoreo, predominaron las especies de la familia Poaceae, y *Festuca* fue el género dominante [50].



Co-funded by
the European Union

Sostenibilidad:

La introducción de pastoreo controlado y siega consiguió detener los procesos de sucesión vegetal y contribuyó a la restauración de los hábitats típicos de pastizal arenoso panónico. Actualmente, la zona es pastoreada por aproximadamente 270 ovejas en unas 230 ha, lo que corresponde a una carga ganadera real de 0,12 UGM ha⁻¹ y apoya el mantenimiento a largo plazo de los ecosistemas abiertos de pastizal arenoso [50].

2.3.4.3. Resultados y evaluación

Logros: Las medidas de restauración permitieron mejorar la cobertura vegetal, reducir la presión erosiva y aumentar la disponibilidad de forraje. Al mismo tiempo, favorecieron la recuperación de hábitats abiertos de pastizal arenoso y contribuyeron al mantenimiento de la ganadería ovina extensiva en el área protegida de las Arenas de Subotica [48; 49]. El manejo activo mediante pastoreo controlado, siega y eliminación de matorral también dio lugar a una estructura del hábitat más favorable y a una mayor biodiversidad en comparación con la situación previa al manejo.

Biodiversidad: La combinación de pastoreo controlado y siega periódica fue especialmente importante para limitar la expansión del matorral y favorecer la diversidad vegetal y animal. En total, se registraron 164 especies de plantas vasculares, 31 especies de polinizadores y 61 especies de aves en el área de estudio, lo que confirma el efecto positivo del manejo activo de los pastizales.

Impacto sobre la sostenibilidad: La introducción de pastoreo controlado y siega consiguió detener los procesos de sucesión vegetal y contribuyó a la restauración de los hábitats típicos de pastizal arenoso panónico.

Papel de la gobernanza local: La zona se gestiona dentro del plan de manejo del área protegida de las Arenas de Subotica. El pastoreo, la siega y la eliminación de matorral son coordinados por los gestores del área protegida en cooperación con los ganaderos locales, de acuerdo con los objetivos de conservación de la biodiversidad.



Co-funded by
the European Union

2.3.4.4. Fotos



Estado del pastizal antes de la mejora [48]



Estado del pastizal después de la mejora [48]

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union



Actividades de mejora durante el proceso [1]

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

2.4. España

2.4.1. Prácticas de mejora de pastizales en España

Los pastizales mediterráneos semiáridos de Extremadura, desarrollados habitualmente sobre Cambisoles ácidos y pobres en nutrientes, presentan deficiencias estructurales de fósforo que limitan el crecimiento de leguminosas de alta calidad [53]. En un clima caracterizado por una intensa sequía estival y una elevada variabilidad interanual, el estrato herbáceo está dominado por especies anuales, o terófitos, lo que hace que la persistencia del pasto dependa de mecanismos eficaces de autorresiembr a [54].

Para aumentar la resiliencia del ecosistema, la intervención combina la fertilización fosfórica con el pastoreo adaptativo. La corrección del fósforo permite superar las limitaciones edáficas y favorece el desarrollo y la persistencia de leguminosas anuales con capacidad de autorresiembr a [55]. De forma complementaria, el manejo adaptativo, que incluye el pastoreo rotacional y el reciclado de nutrientes mediante majadeo ovino, resulta esencial para regular la producción de semillas y mantener una composición de especies deseable [56]. Este enfoque sinérgico mitiga la variabilidad de la biomasa y refuerza la sostenibilidad del pastizal mediante un uso más eficiente de los procesos ecológicos.



Co-funded by
the European Union

2.4.2. Caso 1

2.4.2.1. Información general

Nombre / localización del pastizal:

Dehesa de Sijuela, Monterrubio de la Serena (Badajoz, Extremadura, España).

Localización: <https://maps.app.goo.gl/xePHZv2AsdEdoNa87>

Superficie (ha): 250,54

Altitud (m): 460–570

Precipitación anual: ~550 mm

Estructura del suelo: El pastizal se asienta sobre Cambisoles ácidos derivados de pizarras paleozoicas, caracterizados por bajo contenido de materia orgánica y deficiencias estructurales de fósforo que limitan la persistencia de las leguminosas [53]. Como se muestra en la tabla 15, los análisis de suelo revelan heterogeneidad espacial, con texturas predominantemente franco-arcillo-arenosas y valores de pH medio de 5,86, que indican acidez. Los niveles de fósforo varían desde deficientes (<15 ppm) hasta moderados, lo que confirma la necesidad de una fertilización fosfórica ajustada a las condiciones del suelo.

Tabla 15. Resumen de las propiedades físicas y químicas del suelo (12 cercados).

Parámetros	Media	Rango
Arcilla (%)	24,39	20,0 – 38,0
Limo (%)	27,58	20,50 – 36,5
Arena (%)	48,03	31,57 – 55,57
Textura USDA	Predominantemente franco-arcillo-arenosa; también franca	—
pH (H ₂ O)	5,86	5,21 – 6,26
Conductividad eléctrica (dS/m)	0,08	0,03 – 0,13
Materia orgánica (%)	1,70	0,97 – 3,86
P disponible (ppm)	22,82	8,78 – 53,06
CIC (meq/100 g)	18,00	14,34 – 27,03

Vegetación antes de la mejora: La composición de la vegetación está determinada por la profundidad del suelo. Los suelos de profundidad media están dominados por gramíneas anuales, mientras que las especies perennes, como *Dactylis glomerata* y *Phalaris* spp., quedan restringidas a micrositios favorables [54]. Las leguminosas anuales de alto valor, como *Trifolium subterraneum*, *Medicago* spp., *Ornithopus* spp. y *Biserrula pelecinus*, están



Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

presentes, pero limitadas por la baja fertilidad [56; 57]. De acuerdo con las normas técnicas regionales, esta proporción de leguminosas clasifica el pasto como “mejorable”, lo que identifica la fertilización y el manejo como la intervención necesaria, en lugar de la resiembra [56]. Los suelos más profundos presentan mayor diversidad botánica. Antes de la mejora no se realizó eliminación de matorral ni laboreo.

Ganado que aprovecha el pasto

Bovinos (número / UGM): ninguno.

Ovejas (número / UGM): antes de la mejora: 550 / 55. Después de la mejora: 750 / 75.

Cabras (número / UGM): ninguna.

UGM total: antes de la mejora: 55. Después de la mejora: 75.

Temporada de pastoreo: Se practica pastoreo durante todo el año, con ajustes estacionales basados en la fenología del pasto [53]:

- Otoño: se mantiene una baja presión de pastoreo para permitir el establecimiento de las plántulas y el desarrollo radicular.
- Invierno: la intensidad aumenta para controlar las gramíneas competitivas y favorecer la ramificación de las leguminosas.
- Primavera: la carga ganadera se reduce al inicio de la floración para reponer el banco de semillas y asegurar la persistencia [55].
- Verano: una presión elevada permite consumir la biomasa seca, contribuyendo a la prevención de incendios, y facilita el contacto semilla-suelo mediante el pisoteo [54].

Este manejo adaptativo es fundamental para regular la composición botánica en condiciones mediterráneas.



Co-funded by
the European Union

Métodos de mejora aplicados

Año de inicio y finalización de la aplicación de la mejora: 2019–a la actualidad.

Eliminación de matorral: Ninguna. Se conserva el estrato arbustivo existente para mantener la diversidad estructural y proteger el suelo.

Laboreo del suelo: Ninguno. Se conserva el perfil del suelo y el banco de semillas autóctono sin realizar arado.

Resiembra: Ninguna. La presencia inicial de leguminosas, del 23 %, clasificó el pasto como “mejorable” y no como “pobre” [56], por lo que la estrategia se basa en estimular la comunidad vegetal autóctona mediante la corrección nutricional.

Fertilización: Corrección continua de fósforo mediante superfosfato de cal (18 % P_2O_5) [3]:

- Año 1: 27 kg P_2O_5 ha⁻¹ (150 kg ha⁻¹) para activar el desarrollo de las leguminosas.
- Años posteriores: 18 kg P_2O_5 ha⁻¹ (100 kg ha⁻¹) como mantenimiento.

Aireación: Ninguna.

Gradeo: Ninguno.

Rulo: Ninguno.

Arrastre / rastra: Ninguno.

Puntos de agua: 12 abrevaderos con boya garantizan la disponibilidad continua de agua para el pastoreo rotacional.

Cerramientos / sombra: 12 cercados con árboles de *Quercus ilex* que proporcionan sombra natural.

Establecimiento de pastos sembrados: Ninguno.

Otros aspectos: majadeo y reciclado de nutrientes. Las ovejas se confinan durante la noche en rediles portátiles para concentrar el estiércol y facilitar la incorporación de semillas mediante el pisoteo, mejorando así la fertilidad [56].



Co-funded by
the European Union

Plan de pastoreo rotacional

El sistema emplea un esquema rotacional en 12 cercados, adaptando las cargas ganaderas a la fenología del pasto [55; 58]. La estrategia estacional se define del siguiente modo:

- **Otoño (20 de septiembre–20 de diciembre):** baja presión de pastoreo, aproximadamente 4 días por cercado, para permitir el establecimiento de las plántulas.
- **Invierno (21 de diciembre–21 de marzo):** la intensidad aumenta, aproximadamente 8 días por cercado, para controlar la competencia de las gramíneas frente a las leguminosas [58].
- **Primavera (22 de marzo–22 de junio):** se reduce la presión, aproximadamente 4 días por cercado, para favorecer la reposición del banco de semillas.
- **Verano (23 de junio–19 de septiembre):** alta intensidad, aproximadamente 8 días por cercado, para eliminar biomasa seca y mejorar el contacto semilla-suelo mediante el majadeo.

Además, se definen subperiodos funcionales específicos para ajustar con mayor precisión el ciclo:

- **Periodo temprano (30 de abril–20 de junio):** el pastoreo controlado permite asegurar la floración y la producción de semilla.
- **Periodo medio (20 de junio–10 de agosto):** el pastoreo intenso reduce la acumulación de materia seca.
- **Periodo tardío (10 de agosto–30 de septiembre):** el pastoreo regulado mantiene la cobertura del suelo antes de las lluvias otoñales para prevenir la erosión.

Plan de fertilización

Para corregir las limitaciones estructurales de fósforo en los suelos ácidos desarrollados sobre pizarras y favorecer la persistencia de las leguminosas, se diseñó una estrategia de fertilización de bajos insumos [59]. Las aplicaciones se realizaron a comienzos de otoño para sincronizar la disponibilidad de nutrientes con la germinación de las leguminosas anuales [55].

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

La estrategia siguió las recomendaciones técnicas regionales en dos fases [55]:

- Fase correctiva (2019): aplicación uniforme de 27 kg P_2O_5 ha⁻¹ (150 kg ha⁻¹ de superfosfato) en toda la finca para activar el establecimiento de las leguminosas.
- Fase de mantenimiento (2020–en curso): aplicación rotacional anual de 18 kg P_2O_5 ha⁻¹ (100 kg ha⁻¹ de superfosfato) siguiendo un ciclo de tres años (tabla 16).

Tabla 16. Calendario de fertilización fosfórica por año y superficie tratada

Año	Dosis de P_2O_5 (kg ha ⁻¹)	Superficie tratada (ha)	Tipo de aplicación
2019	27	250,54	Correctiva: toda la finca
2020	18	84,39	Grupo rotacional A
2021	18	64,40	Grupo rotacional B
2022	18	101,75	Grupo rotacional C
2023	18	84,39	Repetición de la rotación (A)
2024	18	64,40	Repetición de la rotación (B)
2025	18	101,75	Repetición de la rotación (C)

Esta estrategia rotacional optimiza los aportes de fertilizante, al tiempo que asegura una fertilidad sostenida, aspecto clave para mejorar la resiliencia del pasto frente a la variabilidad climática.

2.4.2.2. Comparación antes y después

La recuperación de pastos en dehesas mediterráneas debe abordar las deficiencias estructurales de fósforo y la intensa variabilidad climática, factores que aceleran los procesos de degradación [53]. Una restauración eficaz requiere un manejo adaptativo que permita estabilizar la producción frente al estrés climático. Evidencias recientes confirman que el pastoreo rotacional amortigua los efectos del calentamiento sobre la calidad del pasto [59] y favorece el almacenamiento de carbono orgánico asociado a minerales (MAOC, por sus siglas en inglés) [61].

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





En consecuencia, la estrategia de mejora tuvo como objetivos:

- Estabilizar los rendimientos y optimizar el aprovechamiento de la biomasa primaveral frente a la variabilidad climática.
- Corregir los déficits de proteína mediante la promoción de leguminosas anuales productivas y su persistencia a largo plazo [54].
- Aumentar la resiliencia mediante el desplazamiento de la composición botánica desde especies indicadoras de degradación hacia leguminosas autóctonas de alta calidad [55].

Antes de la mejora

Producción forrajera: 1.750 kg MS ha⁻¹, valor de referencia correspondiente a 2018–2019. La productividad estaba limitada por la variabilidad estacional de las precipitaciones y por las limitaciones nutricionales del suelo [54].

Cobertura del pasto: 75 %. La cobertura heterogénea dejaba el suelo más expuesto a la erosión y limitaba el almacenamiento de carbono orgánico particulado (POC, por sus siglas en inglés) y MAOC [61].

Calidad de la vegetación: La proteína bruta media era del 10 % y la proporción de leguminosas alcanzaba el 23 %. Sin embargo, las especies anuales de mayor calidad, como *Trifolium subterraneum* y *Medicago* spp., eran escasas debido a la deficiencia estructural de fósforo y al estrés climático [56; 57; 60].

Presión de pastoreo: Moderada, con una capacidad de carga inicial de 55 UGM. Sin embargo, la falta de periodos estratégicos de descanso reducía la eficiencia del aprovechamiento y dificultaba la autorresiembr de las especies deseables, limitando la resiliencia a largo plazo [61].

Después de la mejora:

Producción forrajera: 2.310 kg MS ha⁻¹, media de 2024–2025. Este incremento confirma el efecto combinado de la corrección fosfórica y el pastoreo adaptativo sobre la estabilidad del rendimiento en condiciones de elevada variabilidad de las precipitaciones [54; 60].



Co-funded by
the European Union

Cobertura del pasto: 95 %. La cobertura continua reduce la erosión y favorece el almacenamiento de carbono orgánico asociado a minerales (MAOC) mediante procesos mediados por la interacción planta-microorganismo [61].

Cambio en la vegetación: La proteína bruta aumentó hasta el 13 % y la proporción de leguminosas hasta el 32 %. El desplazamiento desde especies indicadoras de condiciones degradadas hacia leguminosas anuales productivas confirma la respuesta a los aportes sostenidos de fósforo y al manejo rotacional [58]. Véase la tabla 17.

Sostenibilidad: La capacidad de carga aumentó de 55 a 75 UGM (+36 %) sin intensificación externa. La mayor contribución de leguminosas refuerza la resiliencia del pasto y su capacidad de recuperación tras episodios de sequía [61].

Tabla 17. Evolución temporal de la composición de leguminosas (% de la composición botánica total; agrupación de indicadores según [57], basada en [58])

Especies	Grupo indicador	Año 2019 (Antes) %	Año 2022 (Transición) %	Año 2025 (Después) %
<i>Trifolium arvense</i>	Indicadora de pasto degradado	7	3	1
<i>Trifolium campestre</i>	Indicadora de pasto degradado	5	2	1
<i>Trifolium cherleri</i>	Indicadora de fase de mejora	2	4	4
<i>Trifolium glomeratum</i>	Indicadora de fase de mejora	1	4	3
<i>Trifolium striatum</i>	Indicadora de fase de mejora	1	3	3
<i>Ornithopus</i> spp.	Indicadora de fase de mejora	3	2	3
<i>Trifolium subterraneum</i>	Pasto mejorado, productiva	3	6	10
<i>Medicago polymorpha</i>	Pasto mejorado, productiva	1	4	7
Total legumbres		23%	28%	32%

2.4.2.3. Resultados y evaluación

Logros: la corrección fosfórica y el pastoreo adaptativo mejoraron significativamente el funcionamiento del ecosistema. La producción forrajera aumentó un 32 %, pasando de 1.750 a 2.310 kg MS ha⁻¹, en consonancia con los efectos de mejora asociados al incremento de leguminosas en pastos arbolados mediterráneos [54]. La cobertura del suelo aumentó del 75 % al 95 %, reduciendo el riesgo de erosión y favoreciendo la estabilización del carbono del suelo,

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

especialmente del MAOC [61]. La composición botánica evolucionó hacia una mayor presencia de leguminosas productivas, que aumentaron del 23 % al 32 % (Tabla 17), sustituyendo progresivamente a especies indicadoras de condiciones degradadas [56], de acuerdo con [57]. Como consecuencia, la proteína bruta aumentó del 10 % al 13 %, impulsada por descansos estratégicos durante la primavera [60; 62]. Estas mejoras permitieron incrementar la capacidad de carga un 36 %, de 55 a 75 UGM, lo que demuestra un uso más eficiente de los procesos ecológicos.

Sostenibilidad: desde el punto de vista ecológico, los pastos ricos en leguminosas favorecen la fijación de nitrógeno y la resiliencia frente a la sequía [54], mientras que una mayor cobertura del suelo reduce la erosión y potencia la estabilización del MAOC [60]. Desde el punto de vista productivo, se alcanzaron mayores rendimientos forrajeros y mayores niveles de proteína sin recurrir al laboreo del suelo, en consonancia con principios de conservación que priorizan la integridad edáfica [53]. En cuanto a la resiliencia, el pastoreo rotacional adaptativo amortiguó la variabilidad climática al regular la competencia entre plantas y favorecer la recuperación tras episodios de sequía [60; 61]. Además, la estrategia escalonada de fertilización fosfórica optimizó los aportes de nutrientes, reduciendo los riesgos ambientales y mejorando al mismo tiempo la fertilidad [55]. En conjunto, la intervención demuestra que una gestión eficiente de los recursos naturales permite mejorar los pastizales mediterráneos, aumentando su productividad y reforzando su resiliencia biológica frente a la variabilidad climática.

Papel de la gobernanza local: El modelo de mejora se alinea con las políticas regionales de gestión sostenible de pastos de secano [55]. Los mecanismos de gobernanza local desempeñan un papel clave al facilitar los servicios de asesoramiento técnico y la adopción de innovaciones [63], al tiempo que promueven el pastoreo adaptativo para aumentar la resiliencia climática [64]. De forma especialmente relevante, la intervención apoya la transición hacia regímenes agroambientales basados en resultados, que recompensen el secuestro de carbono y la prevención de incendios en lugar de basarse únicamente en la tenencia de la tierra [65; 66]. Al asegurar la coexistencia entre productividad e integridad ecosistémica mediante un manejo de baja perturbación [53], este estudio de caso constituye un modelo demostrativo escalable para futuros ecorregímenes en el marco de la Política Agrícola Común (PAC).





Co-funded by
the European Union

2.4.2.4. Fotos



Estado del pastizal antes de la mejora



Estado del pastizal después de la mejora



Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union



Actividades de mejora durante el proceso



Co-funded by
the European Union

2.4.3. Caso 2

2.4.3.1. Información general

El proyecto europeo LIFE MONTADO & CLIMATE - A NEED TO ADAPT (LIFE15 CCA/PT/000043) promueve la adaptación de dehesas y montados en la península ibérica mediante estrategias innovadoras de manejo a escala de explotación [67]. Su enfoque central es la aplicación de Sistemas Integrados de Gestión de la Dehesa (SIGD), diseñados para mejorar de forma integrada la sostenibilidad ambiental, social y económica de estos ecosistemas [68; 69].

La dehesa es un sistema agrosilvopastoral multifuncional cuya persistencia depende del equilibrio entre arbolado, pastizal, suelo y manejo del pastoreo, en unas condiciones mediterráneas cada vez más áridas y climáticamente variables [70; 71]. En este contexto, la Dehesa del Guijo constituye un área demostrativa relevante, donde se aplicaron medidas orientadas a mejorar la productividad del pasto, conservar el suelo y el agua, favorecer la regeneración del arbolado y diversificar la producción de la explotación [69]. La evaluación económico-financiera concluyó que el sistema aplicado representa una inversión estratégica a largo plazo, con resultados netos positivos a partir de 2021, consolidando así su valor como modelo de sostenibilidad transferible [72].

Información sobre el pastizal mejorado

Nombre / localización del pastizal:

Dehesa del Guijo de los Frailes (DDG), situada en el término municipal de Malpartida de Plasencia, provincia de Cáceres, Extremadura, España [69]. La finca está incluida en la Red Natura 2000 y en la Reserva de la Biosfera de Monfragüe, y parte de su superficie se encuentra dentro del Parque Nacional de Monfragüe.

Superficie: La finca ocupa una superficie total de 3.227 ha, de las cuales 100 ha se incluyeron en el proyecto para la aplicación de medidas de adaptación [72].

Altitud: La dehesa presenta un relieve ondulado, con una altitud máxima de 379 m sobre el nivel del mar [73].



Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844

Precipitación anual: La zona presenta un clima mediterráneo con marcada variabilidad interanual. La precipitación media anual se sitúa en torno a 550 mm, concentrada principalmente en otoño e invierno, con periodos críticos de déficit hídrico durante la estación de crecimiento [69].



Figura 9. Mapa del Sistema Integrado de Gestión de la Dehesa (SIGD) de la Dehesa del Guijo [3].

Estructura del suelo: Los suelos dominantes son Regosoles dístricos desarrollados sobre pizarras y esquistos, generalmente someros o muy someros, con abundantes fragmentos rocosos en superficie y textura limosa a limo-arcillosa [73]. Son suelos ácidos, con baja capacidad de intercambio catiónico, niveles muy bajos de fósforo extraíble y compactación apreciable por debajo de los 5 cm de profundidad. Los niveles de potasio oscilan entre medios y altos, mientras que los niveles de hierro son elevados y el manganeso muestra una fuerte variabilidad, con posibles efectos tóxicos sobre la vegetación [73].

Vegetación antes de la mejora: La finca está dominada por una dehesa mixta de encina y alcornoque, con alrededor de 1.846 ha de pastos arbolados, que incluyen 1.398 ha de dehesa de encina y 448 ha de dehesa de alcornoque, con densidades de 30–40 árboles ha⁻¹ [3]. En la parcela de estudio, la formación corresponde a un encinar maduro, con solo alrededor de un 2 % de alcornoques, regeneración natural muy limitada y claros signos de presión por pastoreo e intervenciones previas [73]. La zona oriental presenta buena cobertura arbórea, pasto y uso ganadero, mientras que la zona occidental muestra menor cobertura arbórea, vegetación arbustiva densa y pendientes más acusadas. Además, la biomasa del pasto se mantuvo por

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

debajo de su potencial en varios momentos del seguimiento, lo que refleja limitaciones edáficas e hídricas junto con una elevada presión de uso [73].

Ganado que aprovecha el pasto

Bovinos (número / UGM): La finca mantiene de forma permanente 180 vacas nodrizas, equivalentes aproximadamente a 180 UGM [69].

Ovejas (número / UGM): Alrededor de 1.000 ovejas de carne pastorean de forma permanente en la finca, equivalentes aproximadamente a 150 UGM [69].

Cabras (número / UGM): Actualmente no se indica la presencia de cabras en la finca. No obstante, el pastoreo caprino formó parte del uso tradicional de la propiedad debido a la baja fertilidad de sus suelos, aunque posteriormente fue sustituido por ganado bovino y ovino [73].

UGM total: La carga ganadera permanente de la finca es aproximadamente de 330 UGM, correspondiente al ganado bovino y ovino propiedad de la explotación [69].

Temporada de pastoreo: El ganado bovino y ovino pasta en la finca durante todo el año. Además, entre 350 y 450 cerdos ibéricos aprovechan el pasto y las bellotas mediante un acuerdo de arrendamiento durante el periodo de montanera, que se extiende de noviembre a marzo [68; 69].

Métodos de mejora aplicados

Año de inicio y finalización de la aplicación de la mejora: La aplicación de las medidas de mejora se llevó a cabo entre octubre de 2018 y enero de 2022 [69].

Eliminación de matorral: No se realizó una eliminación generalizada del matorral. Las intervenciones se limitaron a zonas específicas destinadas a diversificación o plantación, manteniendo la cobertura vegetal para prevenir la erosión del suelo [69].

Laboreo del suelo: Se crearon surcos discontinuos mediante subsolador siguiendo las curvas de nivel, con el objetivo de mejorar la infiltración de agua, reducir la escorrentía y limitar los procesos erosivos en zonas con pendiente [69].



Co-funded by
the European Union

Resiembra: Se establecieron pastos permanentes biodiversos mediante mezclas dominadas por leguminosas, con el objetivo de aumentar la cobertura del suelo y mejorar la calidad forrajera [69].

Fertilización: Se aplicó fertilización fosfórica con superfosfato para corregir las deficiencias del suelo y favorecer el establecimiento y la productividad de las leguminosas [69].

Aireación: No indicada.

Gradeo: No indicado específicamente para las zonas de pasto; solo se realizó una preparación menor del suelo en parcelas destinadas a actividades de diversificación [69].

Rulo: No indicado.

Arrastre / rastra: No indicado.

Puntos de agua/gestión hídrica: La gestión del agua se mejoró mediante la instalación de plataformas flotantes de corcho con vegetación acuática, favoreciendo la calidad del agua y apoyando la biodiversidad [69].

Cerramientos / sombra: Se instalaron más de 3.000 m de vallado eléctrico para facilitar el manejo adaptativo del pastoreo y proteger las zonas mejoradas. Las condiciones de sombra siguieron dependiendo de la cobertura arbórea existente.



Figura 10. Vallado eléctrico utilizado para el manejo adaptativo del pastoreo en la Dehesa del Guijo.

Establecimiento de pastos sembrados: Se establecieron pastos permanentes ricos en leguminosas para mejorar la productividad y la fertilidad del suelo mediante fijación biológica de nitrógeno [73].

Otros: Las medidas adicionales incluyeron la instalación de 50 cajas nido para favorecer la fauna insectívora y el uso de protectores individuales de árboles, tubos de PVC y sistemas tipo “cactus”, para asegurar la regeneración del arbolado bajo presión de pastoreo.



Figura 11. Caja nido instalada en la Dehesa del Guijo para favorecer la fauna insectívora y el control biológico de plagas.

Plan de pastoreo rotacional

El pastoreo rotacional adaptativo se aplicó en la Dehesa del Guijo a partir de la campaña 2018–2019, apoyado por la instalación de más de 3.000 m de vallado eléctrico móvil, lo que permitió subdividir la zona de intervención de 100 ha en múltiples parcelas de pastoreo [69].

Año y número de parcelas de pastoreo: Desde 2019, el sistema de pastoreo se organizó en cercados temporales definidos mediante vallado eléctrico móvil, con una subdivisión flexible en función de la disponibilidad de forraje y de las necesidades de manejo. Este enfoque permitió aplicar periodos cortos de pastoreo y tiempos adecuados de recuperación, mejorando la eficiencia del aprovechamiento del pasto y los procesos de restauración del suelo [68; 69].

Periodos de pastoreo y número de días en cada parcela

El manejo del pastoreo siguió la dinámica estacional de los pastos mediterráneos, con periodos cortos de ocupación, generalmente de 1 a 5 días por parcela, y periodos de descanso variables en función de las condiciones climáticas y del crecimiento del pasto.

Periodo temprano (30 de abril–20 de junio): El pastoreo se reguló cuidadosamente para evitar una presión excesiva durante la fase reproductiva de las especies clave, permitiendo

que gramíneas y leguminosas alcanzaran la floración y la producción de semillas, aspecto esencial para la resiembra natural y la persistencia del pasto [68].

Periodo medio (20 de junio–10 de agosto): Se aplicó un pastoreo de alta densidad y corta duración para eliminar biomasa seca y favorecer la incorporación de semillas al suelo mediante el pisoteo, junto con el aporte de estiércol y la acción de las pezuñas, contribuyendo así a la fertilidad del suelo y a los procesos de regeneración [69].

Periodo tardío (10 de agosto–30 de septiembre): La intensidad de pastoreo se redujo y controló para mantener una cobertura vegetal mínima, protegiendo el suelo frente a la radiación solar y la erosión antes de las lluvias otoñales.



Figura 12. Vallado eléctrico utilizado para el manejo adaptativo del pastoreo en la Dehesa del Guijo.

Plan de fertilización

La fertilización en la Dehesa del Guijo se diseñó como parte de una estrategia más amplia de restauración del suelo, centrada en corregir deficiencias estructurales de nutrientes y potenciar los procesos biológicos, en lugar de recurrir a un uso intensivo de insumos [68; 69].

Año: Las principales aplicaciones se realizaron durante la fase inicial de implantación, 2018–2019, con estrategias de mantenimiento basadas en la respuesta del suelo y en el desarrollo de la vegetación.

Superficie de las parcelas: La fertilización se aplicó de forma selectiva en las áreas destinadas a la mejora de pastos dentro de la zona de intervención de 100 ha, en especial en parcelas anteriormente degradadas o de baja fertilidad.

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Nitrógeno (N): No se aplicó fertilización nitrogenada directa. Los aportes de nitrógeno procedieron principalmente de la fijación biológica realizada por las especies de leguminosas sembradas, contribuyendo a la mejora de la fertilidad del suelo a largo plazo [69].

Fósforo (P_2O_5): El fósforo se aportó mediante aplicación de superfosfato, con el objetivo de corregir las deficiencias estructurales típicas de los suelos de dehesa y apoyar el establecimiento de leguminosas.

Potasio (K_2O): No se indicó una fertilización potásica específica, ya que los niveles del suelo se consideraron adecuados o no limitantes para el desarrollo del pasto.

Tipo de fertilizante: Fertilización mineral, mediante superfosfato, combinada con reciclado orgánico de nutrientes a través del pastoreo, incluyendo la deposición de estiércol y los efectos del pisoteo.

Momento de aplicación: Las aplicaciones de fertilizante se realizaron en otoño, antes del inicio de las lluvias estacionales, para mejorar la disponibilidad de nutrientes durante el establecimiento del pasto y las primeras fases de crecimiento.

2.4.3.2. Comparación antes y después

Antes de la mejora

Producción forrajera: En 2018, la zona de estudio presentaba valores de biomasa del pasto relativamente bajos, por debajo de su potencial productivo y de los valores de referencia esperados para este tipo de dehesa [72; 73].

Calidad de la vegetación: En 2018 se identificaron 40 taxones en la finca. Sin embargo, la cobertura de pastos, la productividad herbácea y la calidad funcional general se vieron limitadas por la baja fertilidad del suelo, la escasa disponibilidad de agua, la intensa presión de pastoreo, el deterioro del arbolado y la regeneración insuficiente del estrato arbóreo. En conjunto, estos factores redujeron la estabilidad ecológica del sistema [72,73].

Presión de pastoreo: La finca estaba sometida a una elevada presión de pastoreo, asociada a la presencia permanente de ganado bovino y ovino y al uso intensivo general de la dehesa. Esta situación limitaba la recuperación del pasto y la regeneración natural, y contribuía a la compactación y degradación del suelo en algunas zonas [72; 73].



Co-funded by
the European Union

Después de la mejora

Producción forrajera: Tras la aplicación de las medidas de adaptación y manejo, la biomasa del pasto alcanzó en 2021 valores situados dentro del rango de referencia para este tipo de ecosistema, lo que indica una mejora funcional respecto a la situación inicial [73].

Cambio en la vegetación: Las medidas aplicadas contribuyeron a mantener la cubierta vegetal y a mejorar la protección del suelo, especialmente mediante el establecimiento de pastos permanentes con gran biodiversidad, la reducción de la erosión y la mejora de la infiltración y la retención de agua [68,69]. El seguimiento también reveló un enriquecimiento de la capa herbácea en 2021, con la aparición de nuevos taxones en comparación con 2018. Sin embargo, este aumento de la diversidad no implicaba necesariamente una mayor calidad de los pastos, ya que algunas de las especies recién identificadas eran taxones nitrófilos asociados al pastoreo [73].

Sostenibilidad: La intervención mejoró el funcionamiento general del sistema y consolidó un modelo de adaptación económicamente viable. La evaluación económico-financiera concluyó que la estrategia aplicada debe entenderse como una inversión estratégica a largo plazo y que la finca presentó resultados netos positivos a partir de 2021, reforzando su valor como ejemplo transferible de sostenibilidad y resiliencia climática [72].

2.4.3.3. Resultados y evaluación

Logros: La aplicación del SIGD en la Dehesa del Guijo dio lugar a resultados operativos positivos a partir de 2021, confirmando la viabilidad inicial del modelo [72]. Entre los principales logros se incluyen la diversificación productiva mediante la introducción de cultivos aromáticos y la mejora de los recursos forrajeros, así como la creación de una empresa derivada basada en una tecnología de fitorremediación desarrollada durante la intervención [69; 72]. También se consolidaron medidas e infraestructuras de apoyo, como muros de piedra seca para reducir la erosión en cárcavas, cajas nido para fauna auxiliar y protectores individuales para favorecer la regeneración del arbolado [69].

Impacto sobre la sostenibilidad: La evaluación económico-financiera indica que el sistema aplicado debe entenderse como una inversión estratégica a largo plazo, con proyecciones positivas para la explotación [72]. Desde una perspectiva ambiental, las medidas



Co-funded by
the European Union

contribuyeron a mejorar el funcionamiento del sistema mediante la conservación del suelo y del agua, el aumento de la biodiversidad y una mayor resiliencia frente a la sequía y las temperaturas extremas, pese a algunas limitaciones observadas en las plantaciones arbustivas [69].

Papel de la gobernanza local: El caso de la Dehesa del Guijo se apoyó en la colaboración entre la propiedad de la finca, la Universidad de Extremadura y Associação de Defesa do Património de Mértola (ADPM), combinando manejo práctico, seguimiento técnico y planificación adaptativa [69]. Este modelo refuerza el valor de las fincas demostrativas como espacios para validar y transferir soluciones de adaptación climática a otros propietarios de dehesas y gestores del territorio [68].



Co-funded by
the European Union

2.4.3.4. Fotos

Estado del pastizal antes de la mejora



Estado inicial del pastizal en la Dehesa del Guijo (2017–2018), mostrando baja biomasa herbácea y una regeneración muy limitada del arbolado joven.

Estado del pastizal después de la mejora



Estado del ecosistema en 2021 tras la aplicación del SIGD, mostrando un estrato herbáceo denso y un sistema de dehesa bien estructurado, con mejora del vigor del arbolado.



Co-funded by
the European Union

Actividades de mejora durante el proceso



Instalación de protectores individuales de árboles para favorecer la regeneración del arbolado en condiciones de pastoreo.



Co-funded by
the European Union

2.4.4. Caso 3

2.4.4.1. Información general

El proyecto LIFE Regenerate (LIFE16 ENV/ES/000276) revitaliza los sistemas agro-silvo-pastorales mediterráneos, dehesas y montados, actualmente en declive debido al abandono rural y a la baja productividad. Su objetivo principal es demostrar un modelo de negocio sostenible para pequeñas y medianas explotaciones mediante regeneración natural, pastoreo rotacional multiespecie y reciclado de biomasa [74]. Aplicado en las fincas piloto de Muñovela (España) y Elighes Uttiosos (Italia), el proyecto comenzó con un estudio de referencia completo. Este informe detalla el seguimiento agroecológico realizado en Muñovela para comparar el impacto del pastoreo rotacional, Adaptive Multi-Paddock (AMP; pastoreo adaptativo en múltiples cercados), frente al manejo control [75], con el objetivo de asegurar la resiliencia de estos sistemas de alto valor natural frente al cambio global [76; 77].

Información sobre el pastizal mejorado

Nombre / localización del pastizal:

La finca de Muñovela se encuentra en el municipio de Barbadillo, provincia de Salamanca, oeste de España (40°54'00''N, 5°45'30''O; Figura 13). Perteneció al Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca (IRNASA-CSIC), que la gestiona con fines experimentales desde 1954 [78].

Superficie (ha): En 2018, la finca ocupaba 72 ha, utilizadas principalmente como pradera permanente y tierra de cultivo (Figura 13) [78].

Altitud: La finca se sitúa a 817 m sobre el nivel del mar, en una zona de pendientes suaves. La pendiente media es de 3°, con un rango entre 0° y 20° [78].



Figura 13. Vista aérea de la finca piloto de Muñovela tomada mediante UAV el 2 de febrero de 2018.

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844

Precipitación anual: Los datos climáticos proceden de la estación meteorológica situada en la propia finca, a 817 m sobre el nivel del mar, en una zona llana cercana al arroyo. Para el periodo 1976–2003, la precipitación media anual fue de 476,9 mm y la temperatura media anual de 11,5 °C. Las temperaturas medias fueron de 20,6 °C en julio y agosto, y de 3,4 °C en enero (Figura 14) [78].

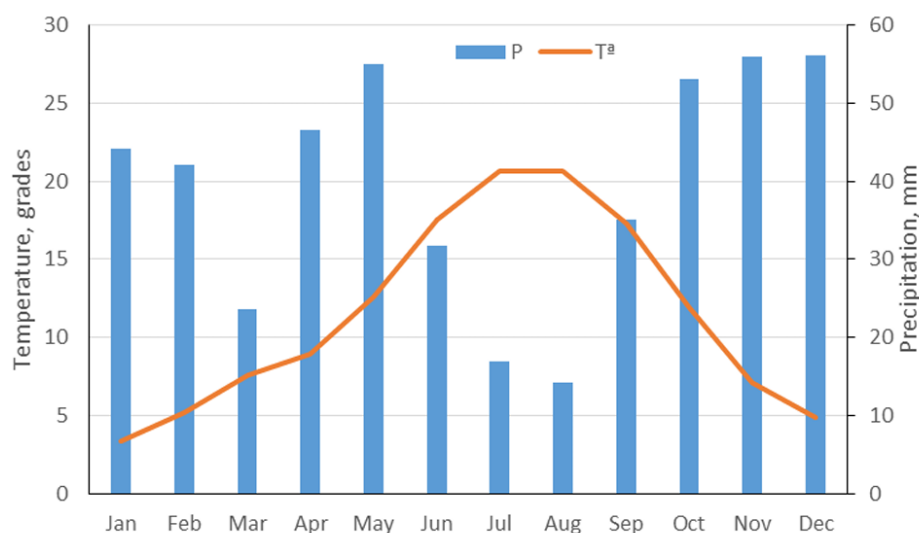


Figura 14. Climodiagrama de la finca de Muñovela para el periodo 1976–2003.

Estructura del suelo: Los suelos se desarrollaron principalmente sobre sedimentos miocenos con conglomerados rojos y una matriz rica en arcilla. En la finca pueden distinguirse cuatro unidades principales de suelo: una zona alta dominada por Luvisoles crómicos gléyicos; zonas escalonadas erosionadas con Regosoles cálcicos de muy baja fertilidad; una llanura de regadío con Cambisoles eútrico-crómicos; y pastos abiertos situados en una terraza aluvial, dominados por Fluvisoles cálcicos y Cambisoles gléyicos (Figura 15) [78].

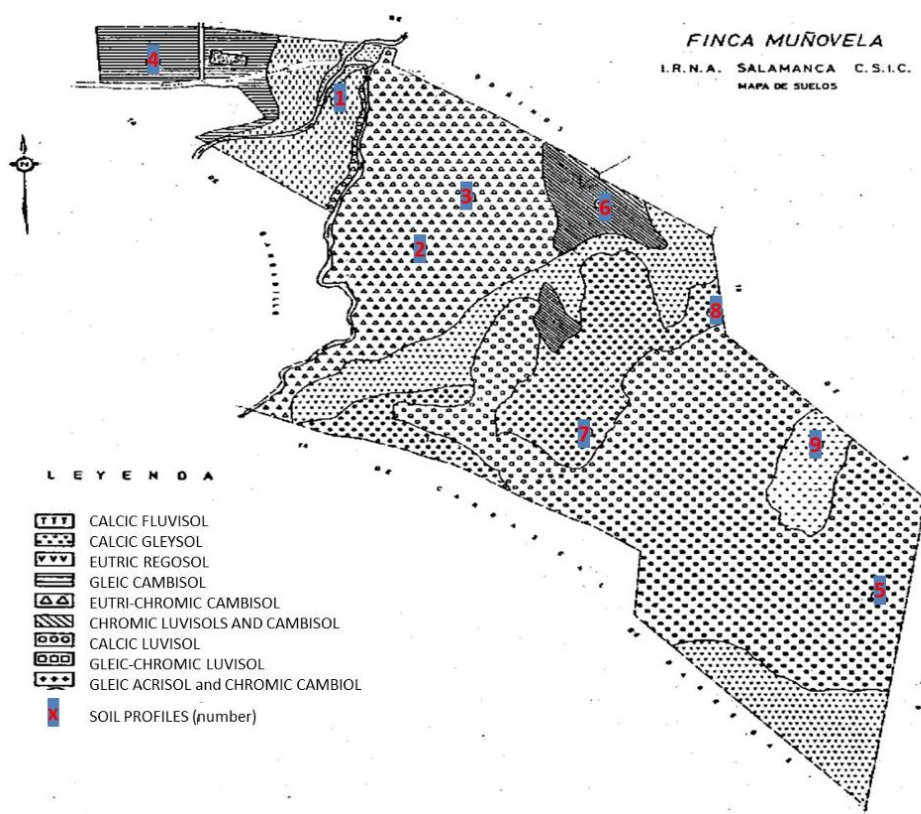


Figura 15. Mapa de suelos de la finca de Muñovela.

Vegetación antes de la mejora: La finca incluye cultivos de regadío, principalmente cultivos forrajeros (12,4 ha), cultivos de secano, en su mayoría cereales (30,0 ha), y zonas de pastoreo utilizadas por ovejas y bovinos de la propia finca. Estas zonas de pastoreo forman un mosaico de pastos abiertos (4,7 ha), pastos arbolados o dehesa (18 ha) y bosque (2 ha). También existe una pequeña zona de frutales sin orientación comercial [78].

Ganado que aprovecha el pasto

Bovinos (número / UGM): La unidad experimental AMP estuvo formada por 1 toro, 16 vacas y 16 terneros menores de 6 meses, manejados en 20,75 ha divididas en 10 cercados principales (Figura 17). El grupo control se manejó en 14,17 ha distribuidas en dos zonas: una zona húmeda de pastizal de ribera (4,67 ha) y una zona de dehesa (9,5 ha) bajo pastoreo continuo. De acuerdo con la tabla de composición ganadera, el grupo control incluyó 1 toro, 11 vacas y 11 terneros menores de 6 meses [78].

Ovejas (número / UGM): El grupo AMP también incluyó 9 ovejas, 1 carnero y 9 corderos, integrados en el sistema de pastoreo rotacional [78].



Co-funded by
the European Union

Cabras (número / UGM): Ninguna.

UGM total: La carga ganadera total fue de 17,40 UGM en el grupo AMP y de 12,22 UGM en el grupo control (Tabla 18) [78].

Temporada de pastoreo: En los ecosistemas mediterráneos pueden distinguirse una estación de crecimiento y una estación sin crecimiento. En Muñovela, bajo condiciones meteorológicas normales, la estación de crecimiento se extiende aproximadamente desde mediados de octubre hasta mediados de junio, con un periodo de ralentización invernal desde principios de noviembre hasta mediados de febrero [78].

Tabla 18. UGM total en los grupos AMP y control.

	AMP GROUP						CONTROL GROUP		
	Toro	Vaca	Ternero <6 meses	Carnero	Oveja	Cordero	Toro	Vaca	Ternero <6 months
Número	1	16	16	1	9	9	1	11	11
Valor UGM	1	0.66	0.36	0.09	0.07	0.04	1	0.66	0.36
UGM Total	1	10.56	5.76	0.09	0.63	0.36	1	7.26	3.96
TOTAL GRUPO	17,40							12,22	

Métodos de mejora aplicados

Año de inicio y finalización de la aplicación de la mejora: noviembre de 2017–junio de 2022.

Eliminación de matorral: Ninguna.

Laboreo del suelo: Sí; se aplicó laboreo Keyline en los cercados 3 y 4 [78].

Resiembra / establecimiento de pastos: Durante los primeros años del proyecto fue necesaria la producción de forraje en tierras de cultivo, ya que la producción del pasto no era

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



suficiente para alimentar al rebaño. Parte de estas superficies de cultivo se transformó en pasto permanente y se incorporó al sistema rotacional. Las parcelas P1, P2, P3, P4 y P9 correspondían a antiguas tierras de cultivo convertidas en pasto (Figuras 17 y 18) [78].



Figura 16. Siembra directa de praderas en Muñovela, octubre de 2018.

Fertilización: La mejora de la fertilidad del suelo se incluyó como parte del establecimiento de los pastos, combinando siembra directa, laboreo reducido y aplicación de estiércol y compost orgánico. Estas medidas tuvieron como objetivo mejorar la salud y productividad del suelo y apoyar el establecimiento del pasto [78].

Aireación: No indicada.

Gradeo: No indicado.

Rulo: Se utilizó únicamente en los cercados 3 y 4 durante el establecimiento del pasto. El plan de manejo no aporta más detalles técnicos [78].

Arrastre / rastra: No indicado.

Abrevaderos: Se utilizaron depósitos portátiles de agua para suministrar agua de bebida al ganado en los cercados AMP. El mismo sistema se empleó también para el riego suplementario de algunos árboles plantados durante el verano cuando fue necesario.

Cerramientos / sombra: El sistema AMP se organizó en 10 cercados principales delimitados por cerramientos fijos y subdivididos posteriormente mediante vallado móvil o eléctrico. En las antiguas parcelas de cultivo incorporadas al sistema también se planificó la plantación perimetral de árboles para proporcionar sombra y refugio al ganado.

Establecimiento de pastos sembrados: Sí. Cuando el banco de semillas existente se consideró insuficiente, se planificó la siembra de especies herbáceas, con especial énfasis en



Co-funded by
the European Union

pastos permanentes ricos en leguminosas. La siembra se planificó en las parcelas 1, 2, 3 y 4 dentro del área AMP, y en la parcela 21 para el rebaño control.

Otros: También se incluyó un pequeño grupo inicial de 5 pavos de dehesa, 4 hembras y 1 macho, en el sistema AMP para pastorear en los cercados de ensayo. Esta medida fue coherente con el enfoque de pastoreo multiespecie del plan y con su posible contribución al control biológico y al reciclado de estiércol y nutrientes.

Plan de pastoreo rotacional

Los pastos manejados bajo el sistema AMP se compararon con una superficie similar manejada bajo pastoreo continuo. El área AMP ocupaba 20,75 ha, divididas en 10 cercados principales, mientras que el área control ocupaba 14,17 ha en dos zonas: pastizales húmedos de ribera (4,67 ha) y una zona de dehesa (9,5 ha) [78].

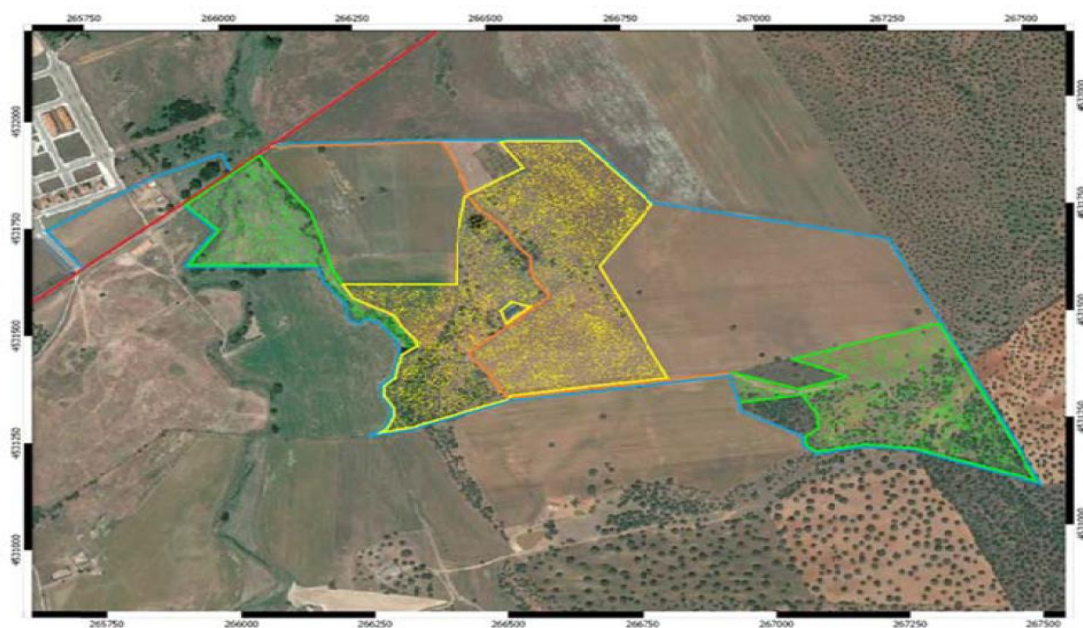


Figura 17. Finca de Muñovela con la zona manejada bajo pastoreo rotacional (amarillo) y la zona manejada bajo pastoreo continuo (verde).

El grupo AMP estuvo formado por 17 bovinos, 16 vacas madres y 1 toro semental, mientras que el grupo control incluyó 12 bovinos, 11 vacas madres y 1 toro semental. Los cercados principales del sistema AMP se subdividieron adicionalmente mediante vallado móvil o eléctrico para ajustar la rotación y el tiempo de ocupación [78].



Figura 18. Distribución de los 10 cercados principales en el área de pastoreo AMP.

Cada subcercado fue pastoreado durante periodos cortos, seguidos de largos periodos de descanso para permitir la recuperación completa del pasto tras episodios breves de pastoreo intenso. Durante la estación de crecimiento, o periodo abierto, el periodo estimado de pastoreo por subcercado osciló entre 2 y 10 días, dependiendo del número de divisiones disponibles [78].

Las cargas ganaderas se registraron entre 2019 y 2022, y los valores medios mensuales muestran que los niveles anuales de carga fueron muy similares en ambos tratamientos, manteniendo así la comparabilidad del ensayo (Tabla 19) [78].



Co-funded by
the European Union

Table 19. Cargas ganaderas medias en los tratamientos AMP y control entre 2019 y 2022.

Año	Tratamiento	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	UGM/Ha
19-20	AMP	17,4	18,8	18,7	18,7	18,3	15,8	15,8	16	16	16	16,4	19	0,85
19-20	Control	12,22	13	13	13	13,8	12,2	11	10,6	10,6	10,6	10,6	10,8	0,83
20-21	AMP	14,85	16,21	19,3	19,1	19,5	17,6	17,2	17,8	18,3	17,1	19,1	18,7	0,90
20-21	Control	16,7	12,1	12,1	10,5	10,6	9,4	10,7	10,7	10,7	10,7	13,1	13,9	0,83
21-22	AMP	19,4	19,2	19,6	21,1	19,9	18,3	15,6					0,91	
21-22	Control	14,8	15,8	15,8	15,4	10,6	7,4	7,4					0,91	

La planificación temporal mediante gráficos u hojas de cálculo fue un elemento clave del manejo del pastoreo AMP [78].

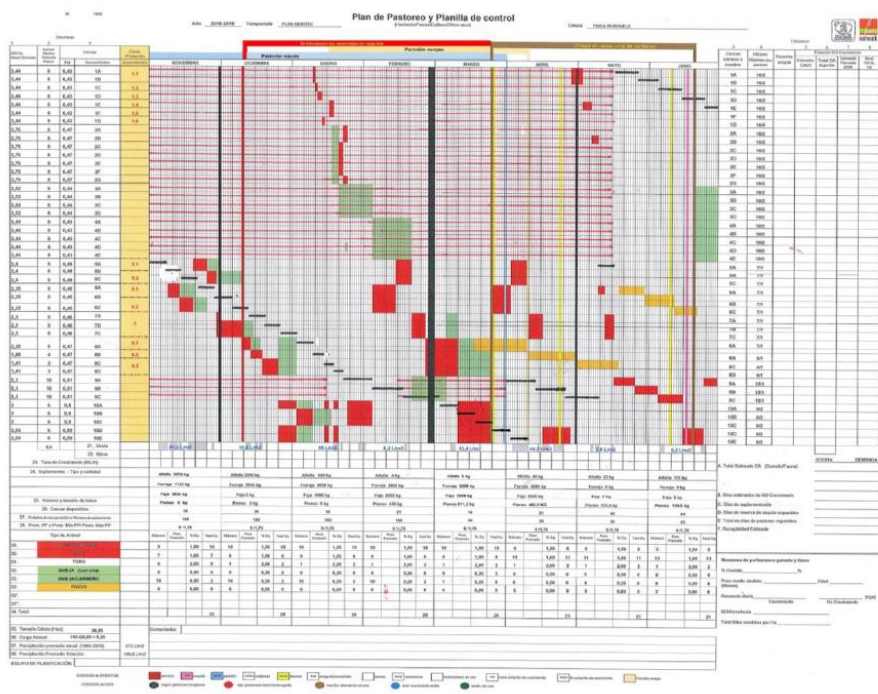


Figura 19. Gráfico del periodo abierto de pastoreo AMP.

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Plan de fertilización

La fertilización se aplicó selectivamente en determinados cercados AMP y en una parcela control, principalmente para apoyar el establecimiento y la productividad de los nuevos pastos sembrados sobre antiguas tierras de cultivo. Las aplicaciones variaron según el año, el mes, la parcela y el tipo de fertilizante, combinando fertilizantes compuestos NPK con fuentes nitrogenadas como nitrato amónico cálcico y nitrato amónico. El calendario de aplicación se resume en la Tabla 20.

Tabla 20. Calendario de fertilización aplicado en los cercados AMP y en la parcela control de Muñovela.

Año	Mes	AMP 1-2	AMP 3-4	AMP 9	Parcela CONTROL 2
2017	Octubre	No aplicado	0-18-0 NPK	No aplicado	No aplicado.
2018	Octubre	No aplicado	No aplicado	NPK 0-7-14; 1,000 kg/ha	3-16-7 NPK (con MgO y B); 350 kg/ha
2019	Marzo	3-16-7 NPK (con MgO y B); 350 kg/ha	3-16-7 NPK (con MgO y B); 350 kg/ha	NH ₄ NO ₃ 27%; 220 kg/ha	No aplicado.
2019	Octubre	No aplicado.	No aplicado.	No aplicado.	8-15-15 NPK; 250 kg/ha
2020	Febrero	8-18-0 NPK; 300 kg/ha	8-18-0 NPK; 300 kg/ha	Nitrato amónico cálcico (27% N); 250 kg/ha	Nitrato amónico cálcico (27% N); 125 kg/ha
2020	Noviembre	0-14-7 NPK; 690 kg/ha	0-14-7 NPK; 750 kg/ha	0-14-7 NPK; 750 kg/ha	0-14-7 NPK; 400 kg/ha
2021	Mayo	No aplicado.	No aplicado.	NAC 27; 150 kg/ha	No aplicado.
2021	Agosto	No aplicado.	No aplicado.	NAC 27; 400 kg/ha	No aplicado.
2022	Marzo	No aplicado.	No aplicado.	Nitrato amónico cálcico (27% N); 190 kg/ha	No aplicado.

Nota: AN: nitrato de amonio. CAN: nitrato de amonio cálcico. La abreviatura en español “NAC 27” utilizada en la fuente original se refiere a CAN con un 27 % de N. AN y CAN son fertilizantes nitrogenados diferentes, aunque ambos productos aplicados en este caso contenían un 27 % de N. Las clasificaciones NPK indican el porcentaje en masa de nitrógeno (N), fósforo expresado como P₂O₅ y potasio expresado como K₂O, respectivamente. “Sin aplicación” indica que no se aplicó ningún fertilizante.



Co-funded by
the European Union

2.4.4.2. Comparación antes y después

Antes de la mejora:

Producción forrajera: No se disponía de datos directos de referencia sobre rendimiento del pasto o equivalente en heno antes de la mejora. Tras un periodo seco prolongado, incluido el otoño de 2017, y una primavera retrasada, la biomasa del pasto era muy baja el 5 de abril de 2018.

Cobertura y productividad del pasto: No se disponía de un valor específico de referencia. La evaluación inicial de campo indicó una baja cobertura vegetal y una situación inicial degradada.

Calidad de la vegetación: La evaluación de referencia realizada el 5 de abril de 2018 mediante el Índice de Salud del Pastizal (RHI, por sus siglas en inglés) mostró valores negativos en todos los puntos de seguimiento, con puntuaciones totales entre -10 y -25, lo que indica una condición inicial degradada. El uso del RHI es coherente con enfoques de campo establecidos para interpretar el estado de los pastizales mediante indicadores cualitativos [6]. Los valores detallados de los indicadores se presentan en la Tabla 21, mientras que las puntuaciones generales de referencia para los seis puntos de seguimiento se resumen en la Figura 20 [78].

Tabla 21. Evaluación inicial del estado del pasto en los puntos de seguimiento de Muñovela, abril de 2018

No.	Proceso/Estado	Indicador	1 Control 1	2 Control 2	3 Control 3	4 Ensayo 1	5 Ensayo 2	6 Ensayo 3
1	Suelo desnudo	% cobertura del suelo por plantas	0	-10	-10	0	0	-10
2	Compactación del suelo	Costra superficial	0	0	0	0	-5	0
3	Erosión del suelo	Regueros y cárcavas	0	0	0	0	0	0
4	Vida del suelo	Actividad, hormigas y lombrices	0	0	0	0	0	0
5	Descomposición del estiércol	Antigüedad de las deyecciones	5	5	0	5	0	0
6	Gramíneas perennes	Cobertura y vigor	0	0	0	0	0	0
7	Leguminosas	Cobertura y vigor	0	0	0	0	0	0

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



8	Matorrales	Cobertura y vigor	0	0	0	0	0	0
9	Árboles	% Árboles sanos	10	10	10	10	10	10
10	Regeneración arbórea	Abundancia y altura	-20	-20	-20	-20	-20	-20
11	Productividad vegetal	% del potencial para tres estratos	-5	-5	-5	-5	-5	-5
		Puntuación total	-10	-20	-25	-10	-20	-25

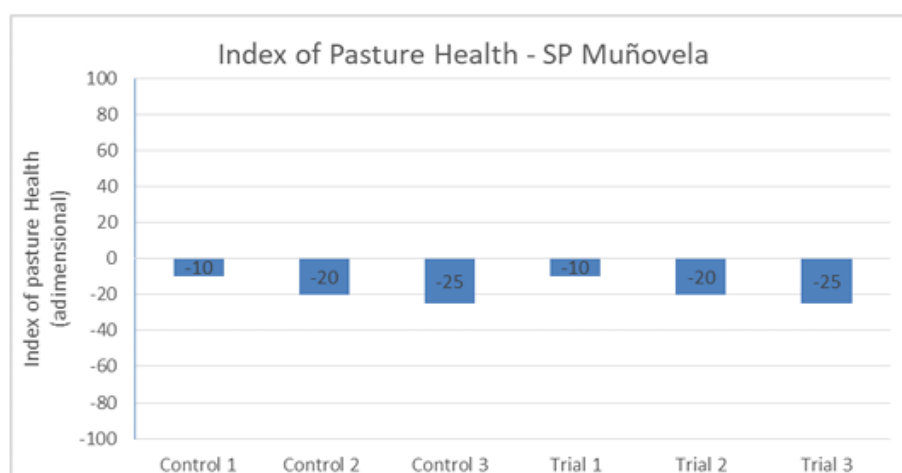


Figura 20. Valores iniciales del Índice de Salud del Pastizal (RHI) en seis puntos de seguimiento de la finca de Muñovela.

Presión de pastoreo: Antes de la aplicación del sistema AMP, la finca seguía el manejo habitual de pastoreo continuo en las zonas control. No se disponía de un valor específico de presión de pastoreo de referencia para la evaluación de abril de 2018.

Después de la mejora:

Producción: El rendimiento del pasto se registró en primavera entre 2018 y 2022 y se resume en la Tabla 22 [78]. En conjunto, se observó una tendencia hacia mayores rendimientos bajo manejo AMP que bajo el tratamiento control, aunque la producción fue baja en ambos tratamientos en 2021 y 2022 debido a las condiciones meteorológicas. No obstante, la disminución fue menos acusada en AMP que en el control.



Co-funded by
the European Union

Cobertura y productividad del pasto: No se disponía de un único indicador específico como tasa de cobertura de producción de heno. Sin embargo, tras el tratamiento, la cobertura vegetal se mantuvo generalmente alta en las parcelas monitorizadas. Esto es coherente con la respuesta positiva de la vegetación observada tras la aplicación del sistema AMP.

Tabla 22. Rendimiento del pasto en la finca piloto de Muñovela

Materia seca del pasto (t ha ⁻¹)	Control	AMP Dehesa	AMP cultivos herbáceos (secano/regadío)
Periodo referencia (1986-1993)	1,33		
Periodo referencia (2015)	1,50	1,52	
Primavera 2018	1,11	1,19	
Primavera 2019	0,44	0,62	
Primavera 2020	2,15	2,48	
Primavera 2021	1,62	2,20	6,48 / 12,18
Primavera 2022	0,62	1,05	2,78 / 11,14

Cambio en la vegetación: La calidad del pasto, evaluada mediante el Índice de Salud del Pastizal (RHI), mostró una mejora general en Muñovela. Los valores medios aumentaron de -15 en el control y -8,75 en AMP en 2019 a 13,33 y 17,5, respectivamente, en 2022, lo que indica una tendencia general de regeneración del ecosistema. Esta interpretación es coherente con el uso de indicadores de campo para evaluar cambios en la salud del pastizal a lo largo del tiempo [6]. Además, las parcelas AMP situadas sobre antiguas tierras de cultivo mostraron una respuesta especialmente positiva del NDVI, con un aumento más marcado que en las parcelas control y AMP de dehesa (Figura 21) [78].

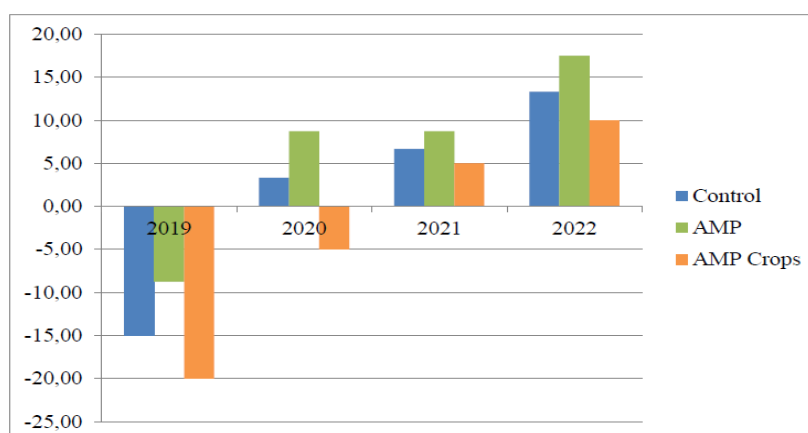


Figura 21. Resultados del RHI para los distintos tratamientos durante el periodo 2019–2022.

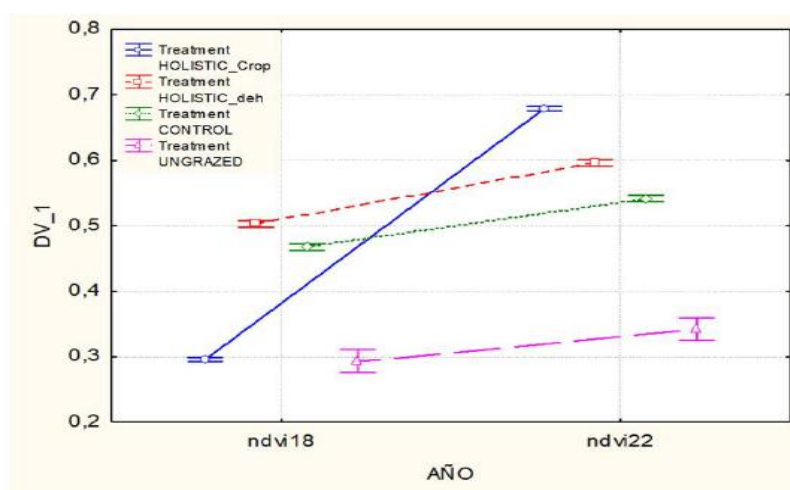


Figura 22. Valores medios de NDVI de los pastos bajo cuatro tratamientos diferentes.

Sostenibilidad: Los resultados indican una mejora del funcionamiento del sistema bajo manejo AMP, con mayor estabilidad productiva, mejor aprovechamiento del pasto y signos de recuperación ecológica. Aunque también se observaron algunas mejoras en el control, el sistema AMP mostró una respuesta más favorable en productividad y recuperación del pasto.

2.4.4.3. Resultados y evaluación

Logros: La producción del pasto varió de forma marcada entre años, pero tendió a ser más estable y elevada bajo manejo AMP que en el control. En conjunto, la producción del pasto aumentó un 31 % bajo manejo AMP (holístico). La calidad del pasto también mejoró, como reflejan el Índice de Salud del Pastizal (RHI) e índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), y el aprovechamiento del pastizal fue más eficiente, con una tasa de aprovechamiento



Co-funded by
the European Union

del pasto un 55 % superior bajo manejo AMP. Estos resultados confirman una respuesta positiva del sistema tanto en productividad como en funcionamiento ecológico.

Impacto sobre la sostenibilidad: Aunque las cargas ganaderas se mantuvieron similares en ambos tratamientos para asegurar la comparabilidad, el sistema AMP redujo en un 37 % la necesidad anual de alimentación suplementaria por animal en el último año del proyecto. Además, la condición corporal y el peso al destete fueron superiores bajo manejo AMP, con incrementos del 7,8 % y del 6,5 %, respectivamente. En conjunto, estos resultados indican una mejora de la eficiencia productiva y una mayor capacidad regenerativa del sistema.

Papel de la gobernanza local: El caso de Muñovela pone de manifiesto el valor de las fincas demostrativas y del seguimiento técnico continuo para validar prácticas regenerativas transferibles. La comparación entre AMP y control proporciona una base útil para la difusión, la formación y la reproducción de estrategias de pastoreo adaptativo en sistemas mediterráneos similares. Esto encaja adecuadamente con la finalidad práctica y demostrativa de la guía digital de buenas prácticas del proyecto.



Co-funded by
the European Union

2.4.4.4. Fotos



Estado del pastizal antes de la mejora. Mayo 2018.



Estado del pastizal después de la mejora



Actividades de mejora durante el proceso

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

2.5. Turquía

2.5.1. Prácticas de mejora de pastizales en Turquía

Debido a su diversidad climática, edáfica y topográfica, Turquía alberga una vegetación muy variada y rica y, en consecuencia, zonas de pastos con características ecológicas diferentes. Los pastizales y pastos, que constituyen la principal fuente de forraje fibroso para la ganadería en todo el país, también desempeñan una función ecológica fundamental en la conservación del suelo, la protección de las cuencas hidrográficas y la sostenibilidad de la biodiversidad [80].

Las superficies de pastizales y pastos de Turquía han experimentado una reducción significativa a lo largo de los años. En la década de 1950 existían aproximadamente 44 millones de hectáreas de pastizales y pastos, pero, debido a la expansión de las tierras agrícolas y a diversos cambios en el uso del suelo, esta cifra se ha reducido hasta aproximadamente 14,6 millones de hectáreas en la actualidad [81]. Además de esta disminución superficial, también se han producido importantes descensos en la calidad y productividad de los pastizales y pastos. Solo el 1 % de los pastos de Turquía se encuentra en muy buen estado. Del resto, el 11,7 % se encuentra en buen estado, el 52,56 % en estado moderado y el 34,8 % en mal estado [82].

Entre las principales causas de degradación de los pastos se encuentran la aplicación de prácticas de pastoreo incorrectas, como el pastoreo temprano sin tener en cuenta las fases de crecimiento de las plantas, el sobrepastoreo cuando el número de animales supera la capacidad de carga del pasto, y el pastoreo tardío, así como la sequía y los desequilibrios climáticos [83]. Esta situación provoca una disminución de las especies forrajeras valiosas en la composición botánica de los pastos y su sustitución por plantas invasoras y de bajo valor nutritivo.

Los pastos de Turquía también muestran grandes diferencias según las regiones geográficas. Mientras que la región de Anatolia Oriental presenta los prados y pastos más productivos de Turquía gracias a su elevada altitud y clima fresco, los pastos de Anatolia Central y Anatolia Sudoriental son más susceptibles al estrés por sequía y presentan características propias de pastos esteparios bajos y menos productivos [84]. Los patrones irregulares de precipitación y el aumento de las temperaturas asociados al cambio climático





Co-funded by
the European Union

constituyen además un factor adicional de estrés para los ecosistemas de pastos, especialmente en las regiones áridas y semiáridas.

Dado que el principal problema de las zonas de pastos es la presión de pastoreo, la gestión sostenible de estos espacios requiere el desarrollo de planes de pastoreo adecuados a las condiciones ecológicas de cada región, la integración de prácticas de mejora como la resiembra o la fertilización, y la aplicación de periodos de descanso que permitan la recuperación de la vegetación.

De acuerdo con la Ley de Pastos n.º 4342, promulgada en Turquía en 1998, los pastos están bajo control y titularidad del Estado. Sin embargo, el derecho de uso de estas superficies se asigna a los productores residentes en los núcleos de población donde se localiza el pasto. Los trabajos de mantenimiento y mejora de los pastos son realizados por unidades del Ministerio de Agricultura y Silvicultura. Las universidades y los institutos de investigación también proporcionan apoyo científico actuando como consultores en los proyectos de mejora. Entre 2000 y 2025 se llevaron a cabo 3.163 proyectos de mejora y gestión de pastos en 2.469.156 hectáreas de superficie en toda Turquía [98]. Los ejemplos recogidos en esta fuente se han seleccionado a partir de estos estudios realizados en Turquía.



Co-funded by
the European Union

2.5.2. Caso 1

2.5.2.1. Información general

La región donde se localiza la zona de estudio presenta una estructura edáfica margoso-yesífera. En esta región, el yeso aparece generalmente junto con arcilla, marga y, en ocasiones, capas de caliza [86].

Salvo en áreas con microclimas específicos, en toda la provincia predominan las características de clima continental: los veranos son calurosos y secos, y los inviernos fríos y lluviosos [87]. Según los datos a largo plazo de la Dirección General de Meteorología (1991–2024), la precipitación media anual es de 355,9 mm. La temperatura media anual es de 11 °C; la temperatura media más baja se registra en enero, con 0,1 °C, y las temperaturas medias más altas se registran en julio y agosto, con 22,0 °C y 22,1 °C, respectivamente [88]. El barrio de Ertuğrul, donde se llevó a cabo el trabajo de rehabilitación, también se sitúa en una zona con características de clima continental.

El proyecto de mejora de la zona fue planificado y ejecutado por el Geçit Kuşağı Agricultural Research Institute (Instituto de Investigación Agraria de la Franja de Transición), dependiente del Ministerio de Agricultura y Silvicultura.

Información sobre el pastizal mejorado

Nombre / localización del pastizal: Eskişehir / Sivrihisar / Ertuğrul

Localización: <https://maps.app.goo.gl/yY8JqtjZFvPriuiLA>

Superficie (ha): 25 ha

Altitud (m): 900 m

Precipitación anual: 355,9 mm

Estructura del suelo: Como resultado del análisis de las muestras de suelo tomadas en el pastizal al inicio del proyecto, se determinó que el suelo era arcillo-limoso, no salino, ligeramente alcalino, deficiente en fósforo disponible y pobre en materia orgánica. Además, se observó una elevada erosionabilidad, por lo que se consideró que la zona estaba sometida a una amenaza grave de erosión. Los resultados del análisis de suelo correspondientes al área donde se llevó a cabo la actuación de rehabilitación se presentan en la Tabla 23 [89].

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Tabla 23. Resultados del análisis de suelo

Sales totales (%)	0,04
pH	7,94
Caliza, CaCO ₃ (%)	48,96
Fósforo disponible, P ₂ O ₅ (t h a ⁻¹)	0,02
Potasio disponible, K ₂ O (t h da ⁻¹)	2,75
Materia orgánica (%)	1,8
Arena muy fina (%)	6,42
Arena (%)	28,98
Limo (%)	29,17
Arcilla (%)	41,85
Humedad (%)	4,64
Densidad aparente (g cm ⁻³)	1,34
Capacidad de campo (%)	27,85
Punto de marchitez (%)	16,2
Conductividad hidráulica (cm h ⁻¹)	1,04
Erosionabilidad, factor K	0,032

Vegetación antes de la mejora: Antes del inicio del estudio se realizó una evaluación de la vegetación del pastizal. Como resultado, se identificaron en la zona *Koeleria cristata* (7 %), considerada una especie decreciente, y *Hedysarum varium* (2 %) y *Festuca ovina* (6 %), consideradas especies crecientes. Las especies invasoras mostraron una elevada dominancia en el área; entre ellas se identificaron *Thymus sibthorpii* (22,25 %), *Salvia wiedemannii* (14,75 %), *Alyssum pateri* (5,5 %), *Bromus tectorum* (3,75 %), *Adonis vernalis* (3,5 %) y *Astragalus strictispinis* (2,25 %). Se determinó que el 32 % de la superficie del pastizal carecía de cobertura vegetal y presentaba el suelo desnudo [89].





Figura 23. Perfil del suelo del área de actuación.

Ganado que aprovecha el pasto

Bovinos (número / UGM): 100

Ovejas (número / UGM): 5.000

UGM total: 508

Temporada de pastoreo: Antes de los trabajos de rehabilitación, se determinó que en la zona de pasto se realizaba un pastoreo no controlado.

Métodos de mejora aplicados

Año de inicio y finalización de la aplicación de la mejora: 2015–2017.

El área donde se aplicó el proyecto de mejora es una zona marginal. Teniendo en cuenta que la escasa profundidad del suelo, la composición margosa, la baja precipitación anual y un periodo vegetativo seco y caluroso reducirían las posibilidades de éxito de otros métodos de rehabilitación, se planificó la plantación de **arbusto salado de cuatro alas** (*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt.) para prevenir la erosión y aumentar la producción de forraje fibroso en la zona.

Atriplex canescens pertenece a la familia Chenopodiaceae y es una planta C4. Presenta una notable resistencia a la salinidad, la sequía, las bajas temperaturas, los metales pesados y otros estreses abióticos [90]. Se utiliza ampliamente como fuente de alimento para bovinos, cabras y ovejas. Además, se establecen plantaciones de esta especie para la rehabilitación de suelos degradados, la reducción de emisiones de carbono y la prevención de la erosión [91]. *Atriplex canescens* suele desarrollarse con forma redondeada, presenta una estructura muy



ramificada y puede alcanzar hasta 3 m de altura. Aunque posee un tallo leñoso duro, es apreciada por los animales debido a su abundante follaje. La especie permanece verde durante todo el año en climas cálidos, mientras que en climas fríos se comporta como caducifolia [92].

En el estudio de mejora, el terreno se preparó inicialmente para la plantación mediante laboreo profundo con arado en las líneas de plantación. Las plántulas de arbusto salado de cuatro alas (*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt.), obtenidas en contenedor, se plantaron con una separación de 6 m entre filas y 3 m entre plantas. Posteriormente, el suelo se compactó con el pie para asegurar el contacto de las raíces con el suelo. Tras la plantación se realizó un riego inicial, pero no se llevó a cabo ninguna otra aplicación de riego ni fertilización. Las plantaciones establecidas se mantuvieron cerradas al pastoreo hasta alcanzar una altura media de 1–1,5 m, con el fin de asegurar su crecimiento y desarrollo.

Plan de pastoreo rotacional

Para proteger las plantas establecidas, el área rehabilitada se mantuvo cerrada al pastoreo durante dos años. Al final de este periodo, el pastoreo se reanudó una vez comprobado que la zona había desarrollado una estructura radicular suficiente para resistir el aprovechamiento ganadero.

Número de parcelas de pastoreo: 4.

Periodos de pastoreo y número de días en cada parcela

Periodo temprano (15 de mayo–25 de junio): cada parcela se pastorea durante 10 días, tras lo cual el pastoreo continúa en la parcela siguiente.

Periodo medio (25 de junio–20 de agosto): cada parcela se pastorea durante 7 días, tras lo cual el pastoreo continúa en la parcela siguiente.

Periodo tardío (20 de agosto–30 de septiembre): cada parcela se pastorea durante 10 días, tras lo cual el pastoreo continúa en la parcela siguiente.

Plan de fertilización

No se contempla fertilización en el proyecto de rehabilitación.



Co-funded by
the European Union

2.5.2.2. Comparación antes y después

Antes de la mejora

No se determinó el rendimiento del pasto antes de la actuación de mejora.

Después de la mejora

No se dispone de una evaluación del rendimiento forrajero después de la mejora en la zona de actuación. No obstante, en un estudio realizado en una localización cercana en 2012, se indicó que el arbusto salado de cuatro alas (*Atriplex canescens* Pursh Nutt.) alcanzó un rendimiento de forraje verde de 631 g planta⁻¹ con una separación entre plantas de 3 m [93].

2.5.2.3. Resultados y evaluación

Logros: Como resultado de la práctica de rehabilitación, aumentó el porcentaje de vegetación cubierta por plantas y disminuyó el nivel de erosión. La cantidad de forraje obtenido en la zona también aumentó, contribuyendo a la actividad ganadera de la región.

Antes del proyecto, los habitantes de la localidad presentaban numerosas quejas por el polvo transportado hacia la zona habitada debido a la erosión eólica; sin embargo, estas quejas disminuyeron significativamente después del proyecto. La práctica de rehabilitación también tuvo beneficios sociales, entre ellos el aumento de la producción de forraje, la generación de ingresos y la mejora de la calidad de vida de las personas que viven en zonas rurales. Por tanto, el proyecto fue considerado exitoso y contó con el apoyo de la población local. Esta sinergia generó un efecto multiplicador en la región, lo que permitió la puesta en marcha de nuevos proyectos de rehabilitación.

Impacto sobre la sostenibilidad: Tras la aplicación de este proyecto, el Ministerio de Agricultura y Silvicultura inició nuevos estudios sobre el arbusto salado de cuatro alas (*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt.) y otras especies arbustivas de valor forrajero que pueden utilizarse en la rehabilitación de zonas marginales. En 2025 se puso en marcha un proyecto integral de ámbito nacional para mejorar pastos mediante el uso de especies arbustivas en zonas marginales donde otros métodos de rehabilitación no habían tenido éxito.



Co-funded by
the European Union

2.5.2.4. Fotos



Estado del pastizal antes de la mejora.



Actividades de mejora durante el proceso





Co-funded by
the European Union



Estado del pastizal después de la mejora.



Co-funded by
the European Union

2.5.3 Caso 2

2.5.3.1. Información general

En muchas regiones húmedas de Turquía, los pastizales han ido evolucionando gradualmente hacia paisajes forestales debido a la creciente dominancia de especies arbustivas y arbóreas. El pastizal de la aldea de Elifli, situado en el distrito de Bafra, en la provincia de Samsun, representa un ejemplo claro de este proceso. Entre 2016 y 2018 se aplicó con éxito un programa de mejora del pastizal de la aldea de Elifli, tras el cual se introdujo un programa parcial de gestión del pastoreo para garantizar el uso sostenible de la zona. El pastizal ocupa 88,1 ha, se sitúa a una altitud de 50 m sobre el nivel del mar y recibe aproximadamente 800 mm de precipitación anual. Antes de la rehabilitación, casi el 90 % de la superficie estaba dominada por especies leñosas y espinosas, como roble, espino de Cristo, zarzamora, olmo, majuelo y escaramujo, lo que daba lugar a una proporción muy baja de especies forrajeras de alta calidad. Además, antes del programa de mejora, la zona estaba sometida a pastoreo continuo y no controlado, sin respetar la temporada de pastoreo recomendada.

El programa de rehabilitación del pastizal fue planificado y ejecutado por el Ministerio de Agricultura y Silvicultura de Turquía y el Instituto de Investigación Agraria del Mar Negro, en Samsun.

Nombre y localización: Samsun / Bafra / aldea de Elifli

Superficie (ha): 88,1 ha

Elevación (m): 50 m

Precipitación anual: 800 mm año⁻¹

El pastizal se sitúa en una ladera de orientación sureste y presenta una pendiente media entre el 3 % y el 10 %.

Estado de la vegetación antes de la rehabilitación: Antes del inicio de la intervención se realizó un estudio de la vegetación del pastizal en la zona de trabajo. La evaluación mostró la presencia de especies decrecientes, es decir, deseables, como *Trifolium pratense* (5 %), *Lotus corniculatus* (14 %) y *Sanguisorba minor* (1 %), así como especies crecientes, entre ellas *Plantago lanceolata* (3 %) y *Hordeum violaceum* (1 %).



Co-funded by
the European Union

Además, se identificaron varias especies de baja calidad en la zona: miembros de la familia Euphorbiaceae (1,86 %), *Plantago cretica* (6,82 %), *Blymus compressus* (11,78 %), *Carex pendula* (5,58 %), *Trifolium tomentosum* (4,96 %), *Hordeum murinum* (4,96 %) y *Pilosella hoppeana* (26,04 %).

También se determinó que aproximadamente el 90 % del pastizal estaba cubierto por especies leñosas y espinosas, como roble, espino de Cristo, zarzamora, olmo, majuelo y escaramujo.

Ganado que aprovecha el pasto

Bovinos (número / UGM): 115

Ovejas (número / UGM): 0

UGM total: 115

Periodo de pastoreo: Antes del programa de rehabilitación, el pastizal estaba sometido a pastoreo no controlado.

Método de rehabilitación aplicado

Duración del proyecto: El proyecto de rehabilitación del pastizal se llevó a cabo entre 2016 y 2018.

Aproximadamente el 90 % de las parcelas del pastizal estaba cubierto por matorral y árboles, y la abundancia de especies forrajeras de alta calidad era insuficiente; por ello, se procedió al establecimiento de pastos sembrados. Tras la eliminación de la vegetación leñosa y arbustiva, se sembró un cultivo previo y, posteriormente, se estableció el pasto sembrado. Las especies utilizadas en la mezcla praterse incluyeron festuca alta, dátilo, raigrás perenne, alfalfa, trébol blanco y raigrás italiano.

Se conservaron intencionadamente varios árboles dentro del pastizal para proporcionar sombra a los animales en pastoreo. Además, se construyeron cuatro abrevaderos dentro de la zona.

Manejo del pastoreo

Antes de la rehabilitación, todas las parcelas del pastizal estaban sometidas a pastoreo continuo. Tras el proceso de rehabilitación, se planificó un sistema de pastoreo rotacional.

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

teniendo en cuenta la capacidad de pastoreo de las parcelas [94; 95]. Durante el periodo de implantación, la zona se cerró parcialmente al pastoreo para asegurar el establecimiento satisfactorio de la vegetación mejorada. Se calculó la cantidad de forraje producido por el pastizal y, posteriormente, se determinó la capacidad de carga del área.

Dado que antes de la rehabilitación la zona estaba fuertemente dominada por especies de baja calidad, no se calculó en esa fase la capacidad de carga del pastizal. Con el programa de rehabilitación, la superficie total del pastizal se dividió en cuatro parcelas. Tras la mejora, la capacidad de pastoreo del pastizal alcanzó las 29,39 unidades animales (UA).

Parcelas de pastoreo: 4

Tabla 24. Plan de pastoreo aplicado

Años	Parcelas	Épocas de pastoreo		
		Pastoreo temprano (30 abril–20 junio)	Pastoreo medio (20 junio–10 agosto)	Pastoreo tardío (10 agosto–30 septiembre)
2016	A	Pastoreo	Cerrado al Pastoreo	Pastoreo
	B	Periodo de autosiembra		Pastoreo
	C	Periodo de rehabilitación		
	D	Cerrado al Pastoreo	Cerrado al Pastoreo	Cerrado al Pastoreo
2017	A	Pastoreo	Cerrado al Pastoreo	Pastoreo
	B	Cerrado al Pastoreo	Pastoreo	Cerrado al Pastoreo
	C	Periodo de autosiembra		Pastoreo
	D	Periodo de rehabilitación		
2018	A	Cerrado al Pastoreo	Pastoreo	Cerrado al Pastoreo
	B	Pastoreo	Cerrado al Pastoreo	Pastoreo
	C	Pastoreo	Cerrado al Pastoreo	Pastoreo
	D	Periodo de autosiembra		Pastoreo

Periodos y duración del pastoreo

Periodo de pastoreo temprano (30 de abril–20 de junio): después de que cada parcela complete su periodo de pastoreo de 10 días, el pastoreo continúa en la parcela siguiente.

Periodo de pastoreo de mitad de temporada (20 de junio–10 de agosto): después de que cada parcela complete su periodo de pastoreo de 7 días, el pastoreo continúa en la parcela siguiente.

Periodo de pastoreo tardío (10 de agosto–30 de septiembre): después de que cada parcela complete su periodo de pastoreo de 10 días, el pastoreo continúa en la parcela siguiente.





Co-funded by
the European Union

Plan de fertilización

En el proyecto de rehabilitación se realizaron distintas aplicaciones de fertilizantes entre 2016 y 2018 en las zonas donde se estableció el pasto sembrado.

Tabla 25. Fertilizantes aplicados como parte de los proyectos de mejora

Años	Superficie de la aplicación (ha)	Fertilizantes y otros nutrientes vegetales que se aplicarán (kg/ha)			
		En base a nutrientes puros		Fertilizantes aplicados	
		Nitrógeno(N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Tipo de fertilizante (kg/ha)	Cantidad (Ton)
2016	22,3	27	70	DAP 18-46 100 kg/ha	33,5
	43,5	26		CAN %26 100 kg/ha	44,0
2017	22,3	27	70	DAP 18-46 100 kg/ha	33,5
	44	26		CAN %26 100 kg/ha	44,0
2018	44,6	26		CAN %26 100 kg/ha	44,5

2.5.3.2 Comparación antes y después

Antes de la rehabilitación

Se determinó que las parcelas del pastizal no presentaban producción de materia seca utilizable para el pastoreo antes de la rehabilitación. Por este motivo, la capacidad de carga se calculó como cero.

Después de la rehabilitación

Tras la rehabilitación, el rendimiento forrajero utilizable de las parcelas del pastizal aumentó hasta alcanzar un total de 220,42 toneladas. Además, el pastizal, que antes de la intervención había sido clasificado como “pobre”, pasó a la categoría de “bueno” después de los trabajos de rehabilitación.

2.5.3.3. Resultados y evaluación

Como resultado de las actividades de rehabilitación, se eliminaron y retiraron del área de pastizal los matorrales y árboles presentes. Mediante el establecimiento de un pasto sembrado dentro de las parcelas del pastizal, este pasó a la categoría de “bueno” y la cantidad





Co-funded by
the European Union

de materia seca utilizable aumentó de forma sustancial. En consecuencia, la intervención contribuyó positivamente a la producción ganadera de la región.

En el marco del proyecto se aplicaron actividades de rehabilitación del pastizal, como el control de especies vegetales indeseables, la fertilización y el establecimiento de pastos sembrados, con el objetivo de mejorar la composición botánica de los pastizales e incrementar el rendimiento forrajero [96; 97]. Al final del periodo de ejecución de tres años, el rendimiento de materia seca en las zonas rehabilitadas alcanzó aproximadamente 2.200 kg ha⁻¹. Paralelamente a esta mejora, la capacidad de pastoreo del pastizal aumentó de 0 a 29,39 UGM, lo que ayudó a prevenir el sobrepastoreo y aseguró una relación equilibrada entre el pastizal y el ganado.

Desde el punto de vista del manejo del pastoreo, el sistema rotacional y basado en periodos de descanso aplicado en el proyecto representa un resultado importante, ya que favorece el aumento del vigor de crecimiento de la vegetación del pastizal. Mantener el ganado fuera de las zonas rehabilitadas durante un periodo determinado, restringir la temporada de pastoreo al intervalo comprendido entre el 30 de abril y el 1 de octubre, y regular el número de animales de acuerdo con la capacidad de carga calculada se destacaron como medidas críticas para permitir la regeneración efectiva del ecosistema de pastizal.

En conjunto, el Proyecto de Rehabilitación y Gestión del Pastizal de la Aldea de Elifli puede caracterizarse del siguiente modo:

- Establece un marco que prioriza la conservación de los recursos naturales.
- Desarrolla un modelo de gestión ganadera ajustado a la capacidad de carga del ecosistema de pastizal.
- Pretende reducir la dependencia de los productores respecto a fuentes externas de suministro de forraje.

Con estas características, el proyecto genera un impacto que refuerza la sostenibilidad ambiental, productiva y de gestión a medio y largo plazo. En particular, la recuperación de la productividad del pastizal y el establecimiento de un sistema de pastoreo controlado se consideran los logros más significativos del proyecto.



Co-funded by
the European Union

2.5.3.4. Fotos



Estado del pastizal antes de la mejora.



Estado del pastizal durante la mejora

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union



Estado del pastizal después de la mejora.



Co-funded by
the European Union

2.5.4. Caso 3

2.5.4.1. Información general

El pastizal de la aldea de Epçeli se encuentra dentro de los límites del distrito de Çarşamba, en Samsun, bajo las condiciones climáticas templadas y relativamente húmedas de la región del Mar Negro. El pastizal ha estado sometido durante muchos años a pastoreo no controlado y por encima de su capacidad de carga, lo que ha provocado la degradación de la vegetación natural y una disminución sustancial de su potencial productivo.

En el periodo previo a la rehabilitación, el pastizal del área de estudio presentaba una estructura débil en cuanto a cobertura vegetal y se encontraba en una clase de condición baja. El análisis de la composición botánica reveló la presencia de especies pertenecientes a leguminosas, gramíneas y otras familias; sin embargo, la vegetación estaba dominada por especies de baja calidad. Antes de la rehabilitación, la proporción de especies de baja calidad en la vegetación alcanzaba el elevado valor del 63 %. Esta situación reflejaba una condición desfavorable tanto para el valor nutritivo del forraje disponible para el ganado como para el equilibrio ecológico del ecosistema de pastizal.

El programa de rehabilitación del pastizal fue planificado y ejecutado por el Ministerio de Agricultura y Silvicultura de Turquía y el Instituto de Investigación Agraria del Mar Negro, en Samsun.

Nombre y localización: Samsun / Çarşamba / aldea de Epçeli

Superficie: 66,5 ha

Altitud: 10 m

Precipitación anual: 849 mm año⁻¹

Según el análisis de suelo, los suelos del pastizal de la aldea de Epçeli son arcillosos, ligeramente calizos, no salinos y de reacción neutra. En el área de estudio, los niveles de fósforo del suelo fueron muy bajos, los niveles de potasio elevados y el contenido de materia orgánica satisfactorio.

Las inundaciones invernales y primaverales en la zona indican ausencia de salinidad y muestran que el encharcamiento no se debe a un ascenso del nivel freático, sino a la lluvia y al



Co-funded by
the European Union

deshielo. La presencia de una capa arcillosa impermeable provoca que el agua acumulada permanezca sobre la superficie del suelo.

Estado de la vegetación antes de la rehabilitación: Antes del inicio de los trabajos de rehabilitación se realizó un estudio de la vegetación del pastizal. La evaluación identificó especies decrecientes, es decir, deseables, en la zona, entre ellas *Lolium perenne* (2 %), *Lotus corniculatus* (4 %), *Trifolium pannonicum* (3 %), *Trifolium physodes* (2 %), *Trifolium pratense* (6 %) y *Trifolium repens* (6 %). Las especies crecientes estuvieron representadas por *Catabrosella parviflora* (3 %), *Cynodon dactylon* (7 %), *Cynosurus cristatus* (1 %) y *Plantago lanceolata* (3 %).

Entre las especies de baja calidad identificadas en el pastizal se incluyeron *Bellis perennis* (3 %), *Centaurea iberica* (4 %), *Crepis armena* (2 %), *Eryngium creticum* (3 %), *Galium verum* (3 %), *Lotus angustissimus* (3 %), *Medicago lupulina* (21 %), *Ononis spinosa* (3 %), *Prunella vulgaris* (2 %), *Rubus discolor* (6 %), *Taraxacum scaturiginosum* (6 %), *Trifolium dubium* (2 %), *Trifolium scabrum* (1 %) y *Ulmus minor* (4 %).

También se determinó que el 10 % de la superficie del pastizal estaba cubierta por árboles, matorral y vegetación espinosa.

Ganado que aprovecha el pasto

Bovinos (número / UA): 685,4

Ovejas (número / UA): —

UA total: 685,4

Periodo de pastoreo: Antes del programa de rehabilitación, el pastizal estaba sometido a pastoreo no controlado.

Modo de rehabilitación aplicado

Duración del proyecto: El proyecto de rehabilitación del pastizal se llevó a cabo entre 2015 y 2018.

Las actividades de rehabilitación y manejo realizadas en el pastizal de la aldea de Epçeli se aplicaron dentro de un enfoque integral de mejora de pastizales, orientado a restaurar la estructura degradada del lugar y garantizar su uso sostenible. Durante el proceso de

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

rehabilitación se evaluaron y aplicaron de forma integrada métodos destinados a aumentar la productividad de la vegetación del pastizal, reducir la dominancia de especies de baja calidad y restablecer el equilibrio entre el pastizal y el ganado.

El componente central de las prácticas de rehabilitación fue el control de especies vegetales indeseables y de baja calidad. Para reducir la influencia de las especies de baja calidad que dominaban el pastizal, que no eran preferidas por el ganado y presentaban baja utilidad, se aplicaron medidas de control mecánico, como el corte de matorral y la siega de malas hierbas. Esta intervención tuvo como objetivo mejorar las condiciones de competencia a favor de las especies forrajeras deseables y facilitar su desarrollo dentro del ecosistema de pastizal.

Para apoyar el desarrollo de la vegetación y mejorar las propiedades físicas del suelo, se realizó una labor de aireación o descompactación del suelo en el pastizal. Esta práctica tuvo como finalidad aliviar la compactación causada por muchos años de pastoreo intensivo, favorecer el desarrollo radicular y mejorar la infiltración de la lluvia en el perfil del suelo.

La estrategia de fertilización se diseñó para estimular el crecimiento de las gramíneas, aumentar el rendimiento de materia seca y mejorar el potencial productivo general de la vegetación. Como resultado de estas aplicaciones, se consiguieron mejoras notables, especialmente en el rendimiento de materia seca y en el aumento asociado de la capacidad de pastoreo.

Para aumentar la eficacia de las actuaciones de rehabilitación y asegurar beneficios a largo plazo, se establecieron estructuras e instalaciones destinadas a regular el pastoreo. En este contexto, se instalaron abrevaderos, zonas de descanso sombreadas y elementos para facilitar el movimiento controlado del ganado, con el objetivo de promover un uso más equilibrado y sostenible del pastizal por parte de los animales en pastoreo.

Como componente complementario de los métodos de rehabilitación aplicados, se adoptó en el pastizal un sistema de pastoreo planificado y controlado. Se restringió la temporada de pastoreo, se introdujeron periodos específicos de descanso y se determinó la capacidad de carga mediante cálculos técnicos. Este enfoque no solo aumentó la productividad forrajera a corto plazo, sino que también permitió la regeneración eficaz de la vegetación a largo plazo.





Co-funded by
the European Union

Manejo del pastoreo

El plan de pastoreo del pastizal de la aldea de Epçeli se desarrolló dentro de un marco planificado, controlado y basado en la capacidad de carga, con el fin de proteger el ecosistema de pastizal y asegurar la sostenibilidad a largo plazo de los avances logrados mediante las medidas de rehabilitación. Los principios básicos del plan de pastoreo incluyen el respeto de la capacidad de carga del pastizal, la restricción de la temporada de pastoreo y la aplicación de una estrategia basada en periodos de descanso.

Debido al pastoreo prolongado y no controlado existente antes de la intervención de rehabilitación, el equilibrio entre el pastizal y el ganado se había deteriorado. Tras la rehabilitación, se estableció por tanto una capacidad de pastoreo basada en cálculos técnicos. En consecuencia, la capacidad de pastoreo posterior a la rehabilitación se calculó en 124,3 unidades animales (UA), y se estableció que el número de animales no debía superar esta capacidad.

Se aplicó en el pastizal un sistema de pastoreo controlado y basado en descansos. Dentro de este marco, el pastizal se dejó descansar completamente durante periodos específicos y se adoptó una organización del pastoreo destinada a asegurar una distribución homogénea de los animales por toda la zona. De este modo, se evitó la concentración del ganado en áreas limitadas y el sobrepastoreo resultante, al tiempo que se buscó un aprovechamiento equilibrado de la vegetación en todo el pastizal.

Número de parcelas de pastoreo en el plan: 5

Tabla 26. Plan de pastoreo

Años	Parcelas	Épocas de pastoreo		
		Pastoreo temprano (30 abril–20 junio)	Pastoreo medio (20 junio–10 agosto)	Pastoreo tardío (10 agosto–30 septiembre)
2015	A	-	-	Pastoreo
	B	-	-	Pastoreo
	C	-	-	-
	D	-	-	-
	E	-	-	-
2016	A	Pastoreo	-	Pastoreo
	B	-	Pastoreo	Pastoreo
	C	-	Pastoreo	-
	D	Pastoreo	-	Pastoreo
	E	Pastoreo	-	Pastoreo
2017	A	Pastoreo	-	Pastoreo
	B	-	Pastoreo	-
	C	-	Pastoreo	Pastoreo

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

	D	Pastoreo	-	Pastoreo
	E	-	Pastoreo	-
2018	A	-	Pastoreo	
	B	Pastoreo	-	Pastoreo
	C	Pastoreo	-	Pastoreo
	D	-	Pastoreo	-
	E	Pastoreo	-	Pastoreo

Periodos de pastoreo y duración del pastoreo en cada parcela

Periodo temprano (30 de abril–20 de junio): cada parcela se pastorea durante 10 días y, una vez completado este periodo, el pastoreo continúa en la parcela siguiente.

Periodo medio (20 de junio–10 de agosto): cada parcela se pastorea durante 7 días y, una vez completado este periodo, el pastoreo continúa en la parcela siguiente.

Periodo tardío (10 de agosto–30 de septiembre): cada parcela se pastorea durante 10 días y, una vez completado este periodo, el pastoreo continúa en la parcela siguiente.

Plan de fertilización

Las prácticas de fertilización en el pastizal de la aldea de Epçeli se planificaron de manera controlada y gradual para aumentar la productividad de la vegetación del pastizal, apoyar especialmente el desarrollo de especies gramíneas y asegurar la eficacia a largo plazo de las medidas de rehabilitación. El programa de fertilización se aplicó teniendo en cuenta las propiedades existentes del suelo, el estado de la vegetación y el manejo del pastoreo del pastizal, evitando una fertilización excesiva para preservar el equilibrio ecológico del ecosistema de pastizal.

Tipo de fertilizante	Cantidad aplicada
TSP	≈ 190–200 kg/ha
Nitrato amónico	≈ 70 kg/ha

La fertilización se aplicó a comienzos de primavera, desde finales de marzo hasta comienzos de abril, antes del inicio de la temporada de pastoreo. Tras la fertilización, las parcelas se dejaron descansar durante un breve periodo.





Co-funded by
the European Union

2.5.4.2. Comparación antes y después

Antes de la rehabilitación

Antes de la rehabilitación, el rendimiento de forraje seco utilizable de las parcelas del pastizal era de 1.350 kg ha⁻¹, equivalente a una producción total de 89,16 toneladas. La capacidad de pastoreo se estimó en 39,6 unidades animales (UA).

Después de la rehabilitación

Tras la rehabilitación, el rendimiento forrajero utilizable aumentó hasta 4.233 kg ha⁻¹, alcanzando una producción total de 279,56 toneladas. La capacidad de pastoreo también se incrementó, pasando de 39,6 a 124,3 UA. Además, el pastizal, clasificado previamente como de calidad media, pasó a la categoría de buena calidad como resultado de las medidas de rehabilitación.

2.5.4.3. Resultados y evaluación

Los trabajos de rehabilitación y gestión realizados en el pastizal de la aldea de Epçeli entre 2015 y 2018 tuvieron como objetivo restaurar las funciones productivas del ecosistema de pastizal, degradado como consecuencia de muchos años de pastoreo no controlado. En este contexto, las intervenciones aplicadas, que incluyeron la eliminación de árboles y matorral, la mejora de la superficie del suelo, la fertilización controlada y un sistema de manejo del pastoreo basado en periodos de descanso, constituyeron un enfoque integrado orientado a aumentar la capacidad productiva del pastizal.

Como resultado de las intervenciones de rehabilitación, se logró un aumento marcado y estadísticamente significativo del rendimiento de forraje seco utilizable del pastizal. En consecuencia, la capacidad de pastoreo aumentó de 39,6 unidades animales (UA) a 124,3 UA, lo que representa una mejora sustancial hacia el restablecimiento del equilibrio entre el pastizal y el ganado. Este incremento se asocia principalmente a la fertilización nitrogenada aplicada y a la distribución equilibrada de la presión de pastoreo entre parcelas y años. En cuanto a la composición botánica, las prácticas de rehabilitación redujeron la proporción de especies de baja calidad y mejoraron la capacidad competitiva de las especies perennes y gramíneas dentro del pastizal. En cambio, no se detectaron cambios estadísticamente significativos a corto plazo en la salud del pastizal, en su clase de condición ni en el porcentaje de cobertura vegetal. Este

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

resultado indica que la recuperación ecológica del pastizal requiere prácticas de manejo sostenidas y mantenidas a más largo plazo.

En conclusión, las prácticas de rehabilitación y gestión aplicadas en el pastizal de la aldea de Epçeli generaron resultados positivos al mejorar el rendimiento productivo a corto y medio plazo, promover un uso planificado y regulado del pastizal y contribuir al avance hacia una gestión sostenible de estos ecosistemas. Sin embargo, para lograr mejoras duraderas en la clase de salud del pastizal y en la estructura de la vegetación, el plan de pastoreo y el programa de fertilización deben mantenerse de forma constante a largo plazo. En este sentido, el estudio constituye un ejemplo relevante e instructivo para proyectos similares de rehabilitación de pastizales desarrollados bajo las condiciones de la región del Mar Negro [20].

2.5.4.4. Fotos



Estado del pastizal antes de la mejora.



Co-funded by
the European Union



Estado del pastizal durante la mejora.



Estado del pastizal después de la mejora.



Co-funded by
the European Union

REFERENCIAS

1. Bardgett, R. D., Bullock, J. M., Lavorel, S., Manning, P., Schaffner, U., Ostle, N., Chomel, M., Durigan, G., Fry, E. L., Johnson, D., Lavallee, J. M., Le Provost, G., Luo, S., Png, G. K., Sankaran, M., Hou, X., Zhou, H., & Ma, L. (2021). Combatting global grassland degradation. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(10), 720–735. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00207-2>
2. O'Mara, F. P. (2012). The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of Botany*, 110(6), 1263–1270. <https://doi.org/10.1093/aob/mcs209>
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2020). Global forest resources assessment 2020: Main report. FAO.
4. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. IPCC.
5. Eurostat. (2022). Agricultural statistics: Utilised agricultural area (UAA) and permanent grassland. European Commission.
6. Huyghe, C., De Vlieghe, A., Van Gils, B., & Peeters, A. (2014). Grasslands and herbivore production in Europe and effects of common policies. Éditions Quae.
7. Peeters, A., Beaufoy, G., Canals, R. M., De Vlieghe, A., Huyghe, C., Isselstein, J., Jones, G., Kessler, W., Kirilov, A., & Mosquera-Losada, M. R. (2014). Grassland term definitions and classifications adapted to the diversity of European grassland-based systems. *Grassland Science in Europe*, 19, 743–750.
8. Pötsch, E. M., & Resch, R. (2005). Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoffgehalt von Grünlandfutter.
9. Dujakovic, A., Watzig, C., Schaumberger, A., Klingler, A., Atzberger, C. & Vuolo, F. (2025): Enhancing grassland cut detection using Sentinel-2 time series through integration of Sentinel-1 SAR and weather data. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 37 (2025), 101453.



10. Watzig, C., Schaumberger, A., Klingler, A., Dujakovic, A., Atzberger, C. & Vuolo, F. (2023): Grassland cut detection based on Sentinel-2 time series to respond to the environmental and technical challenges of the Austrian fodder production for livestock feeding. *Remote Sensing of Environment* 292.
11. Peratoner, G. & Pötsch, E.M. (2019): Methods to describe the botanical composition of vegetation in grassland research. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment* 70 (1), 1–18.
12. Bareth, G. & Schellberg, J. (2018): Replacing Manual Rising Plate Meter Measurements with Low-cost UAV-Derived Sward Height Data in Grasslands for Spatial Monitoring. *PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science* 86 (3), 157–168.
13. Borra-Serrano, I., De Swaef, T., Muylle, H., Nuytens, D., Vangeyte, J., Mertens, K., Saeys, W., Somers, B., Roldán-Ruiz, I. & Lootens, P. (2019): Canopy height measurements and non-destructive biomass estimation of *Lolium perenne* swards using UAV imagery. *Grass and Forage Science* 74 (3), 356–369.
14. Fricke, T., Richter, F. & Wachendorf, M. (2011): Assessment of forage mass from grassland swards by height measurement using an ultrasonic sensor. *Computers and Electronics in Agriculture* 79 (2), 142–152.
15. Hakl, J., Hrevušová, Z., Hejzman, M. & Fuksa, P. (2012): The use of a rising plate meter to evaluate lucerne (*Medicago sativa* L.) height as an important agronomic trait enabling yield estimation. *Grass and Forage Science* 67 (4), 589–596.
16. Murphy, D.J., O' Brien, B., Hennessy, D., Hurley, M. & Murphy, M.D. (2021): Evaluation of the precision of the rising plate meter for measuring compressed sward height on heterogeneous grassland swards. *Precision Agriculture* 22 (3), 922–946.
17. Klingler, A., Dujakovic, A., Vuolo, F., Mayer, K., Gaier, L., Pötsch, E.M. & Schaumberger, A. (2025): Prediction of grassland yield in Austria: A machine learning approach based on satellite, weather, and extensive in situ data. *European Journal of Agronomy* 170, 127701.



Co-funded by
the European Union

18. Krautzer, B., & Graiss, W. (2015). Wissenschaftliche Grundlagen für die Entwicklung technischer Richtlinien Begrünung mit Wildpflanzensaatgut, Irdning.
19. Steinwider, A., Starz, W., & Kreuzer, J. (2022). Einstieg in die Weidehaltung. Tipps und Tricks für den Erfolg. ÖAG-Info 1/2022. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG), Irdning-Donnersbachtal, 24 pages.
20. İspirli, K., (2020). Samsun İli Çarşamba İlçesi Epçeli Köyü Mera Islah Projesi Etkinliğinin Belirlenmesi. Y. Lisans Tezi.
21. Cameron, D. D., White, A., & Antonovics, J. (2009). Parasite–grass–forb interactions and rock–paper–scissor dynamics: predicting the effects of the parasitic plant *Rhinanthus minor* on host plant communities. *Journal of Ecology*, 97(6), 1311-1319. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01568.x>
22. Westbury, D. B. (2004). *Rhinanthus minor* L. *Journal of Ecology*, 92(5), 906-927. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00929.x>
23. Mudrák, O., & Lepš, J. (2010). Interactions of the Hemiparasitic Species *Rhinanthus minor* with its Host Plant Community at Two Nutrient Levels. *Folia Geobotanica*, 45, 407-424. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12224-010-9078-1>
24. Haslgrübler, P., Krautzer, B., Tamegger, C., Secvcikova, M., Tischew, S., Rieger, E., . . . Scotton, M. (2011). SALVERE – Semi natural grassland as a source of biodiversity improvement – a Central Europe Project 16th EGF Symposium, Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions, Gumpenstein, Austria.
25. Schaumberger, S., Blaschka, A., Krautzer, B., Graiss, W., Klingler, A., & Pötsch, E. M. (2021). Successful transfer of species-rich grassland by means of green hay or threshing material: Does the method matter in the long term? *Applied Vegetation Science*, 24(3), e12606. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/avsc.12606>
26. Meter, (2018): AccuPAR PAR/LAI Ceptometer Model LP-80: Operator's Manual, Pullman, WA, 81 S.
27. Klingler, A., Schaumberger, A., Vuolo, F., Kalmár, L.B. & Pötsch, E.M. (2020): Comparison of Direct and Indirect Determination of Leaf Area Index in Permanent Grassland.



Co-funded by
the European Union

PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science 88 (5), 369–378.

28. Barszczewski, J. (2015). Stan trwałych użytków zielonych i ich wykorzystanie w kraju. W: Racjonalne wykorzystanie potencjału produkcyjnego trwałych użytków zielonych w Polsce w różnych warunkach glebowych i systemach gospodarowania. red. J. Barszczewski. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, Rozprawy naukowe i monografie, Falenty, Wydaw. ITP, 40, 16–35.

29. Barszczewski, J., Jankowska-Huflejt, H., & Twardy, S. (2015). Metody odnawiania łąk i pastwisk. W: Racjonalne wykorzystanie potencjału produkcyjnego trwałych użytków zielonych w Polsce w różnych warunkach glebowych i systemach gospodarowania. red. J. Barszczewski. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, Rozprawy naukowe i monografie, Falenty, Wydaw. ITP, 40, 127–150.

30. Barszczewski, J., Terlikowski, J. & Wróbel, B. (2016). Efekty podsiewu łąk gądowych w zróżnicowanych warunkach siedliskowych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 16, 3(55), 5–22.

31. Barszczewski, J., Terlikowski, J. & Wróbel B. (2017). Ocena skuteczności metod poprawy składu florystycznego trwałych użytków zielonych w gospodarstwach północnego oraz wschodniego regionu Polski. Polish Journal of Agronomy, 29, 12–27.

32. Filipek, J. (1973). Projekt klasyfikacji roślin łąkowych i pastwiskowych na podstawie liczb wartości użytkowej. Postępy Nauk Rolniczych, 1973, 4, 59–68.

33. Goliński, P. (2008). Aktualne trendy w technologiach produkcji roślinnych surowców paszowych. Pamiętnik Puławski, 147, 67–82.

34. Selyaninov, G.T. (1930). Methods of Agricultural Climatology. Agric. Meteorol., 22L, 4–20.

35. Statistical Office of the Republic of Serbia. (2025). Statistical yearbook of the Republic of Serbia 2025.

36. Zornić, V. (2019). Effects of fertilization, liming, and vegetation development stage on floristic composition, yield, and biomass quality of *Danthonietum calycinae* grasslands [Doctoral dissertation, University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Čačak].

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

37. Simić, A., Dželetović, Ž., Vučković, S., Krga, I., & Andrejić, G. (2016a). Plodnost tla pod livadama i pašnjacima zapadne Srbije. In Zbornik radova, Međunarodni simpozij agronoma (pp. 251–255), Opatija, Hrvatska, February 15–18
38. Vučković, S., Popović, V., Radić, V., & Terzić, D. (2022). Productivity of natural grassland and pastures of Serbia and Srpska. In XI International Symposium of Agricultural Sciences "AgroReS 2022" – Book of Abstracts (Trebinje, Bosnia and Herzegovina, 26–28 May 2022). University of Banja Luka, Faculty of Agriculture.
39. Cincović, T., & Kojić, M. (1962). O livadskoj asocijaciji *Danthonietum calycinae* u zapadnoj Srbiji. Arhiv za poljoprivredne nauke, 15(47), 100–109
40. Kojić, M., Mrfat Vukelić, S., Dajić, Z., & Milošević, S. (2004). Livade i pašnjaci Srbije.
41. Dajić Stevanović, Z., Lazarević, D., Petrović, M., & Ačić, S. (2010). Biodiversity of natural grasslands of Serbia: State and prospects of utilization. Biotechnology in Animal Husbandry, 26(1), 235–247.
42. Mrfat Vukelić, S., Kojić, M., & Stošić, M. (1991). Inventory of weed species in the meadow communities of Serbia (Yugoslavia). In Proceedings of the "Grassland renovation and weed control in Europe" (pp. 179–181). European Grassland Federation.
43. Mijatović, M. (1971). Application of mineral fertilizers on meadows and pastures in hilly–mountain areas. Poljoprivreda, 234, 49–61.
44. Mišić, V., Jovanović-Dunjić, R., Popović, M., Borisavljević, Lj., Antić, M., Dinić, A., Danon, J., & Blaženčić, Ž. (1978). Plant communities and habitats of Stara Planina (Vol. 49, pp. 1–389). Serbian Academy of Sciences and Arts.
45. Vučković, S. (2004). Grasslands. University of Belgrade – Faculty of Agriculture.
46. Ocokoljić, S., Mijatović, M., Čolić, D., Bošnjak, D., & Milošević, P. (1983). Natural and sown grasslands. Nolit.
47. Institute for Nature Conservation of Serbia. Management Plan for the Suva Planina Protected Area (2025).





Co-funded by
the European Union

48. PSSS Niš. (2024). Godišnji izveštaj 2024. Poljoprivredna savetodavna i stručna služba Srbije – Niš.

49. HabiProt – Association for Sustainable Development and Conservation of Natural Habitats in Serbia, & Hungarian Applied Ecology Lab. (2024). Save Pannonian sands! The importance of conservation of sandy grasslands in the Pannonian region [Brochure].

50. Plan upravljanja PIO (2011). Subotička pešćara“ za period 2011–2020.

51. Milić, D., Rat, M., Bokić, B., Mudri-Stojnić, S., Milošević, N., Sukur, N., Jakovetić, D., Radak, B., Tot, T., Vujanović, D., Anačkov, G., & Radišić, D. (2024). Exploring the effects of habitat management on grassland biodiversity: A case study from northern Serbia. PLOS ONE, 19(3), e0301391. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301391>

52. Skupština Grada Subotice. (2017). Rešenje o donošenju Programa zaštite, uređenja i korišćenja poljoprivrednog zemljišta Grada Subotice u 2017. godini (Broj I-00-320-81/2017). Službeni list Grada Subotice, (24). https://www.eupropisi.com/dokumenti/poljoSU24_17.pdf

53. Olea, L., & San Miguel-Ayanz, A. (2006). The Spanish dehesa. A traditional Mediterranean silvopastoral system linking production and nature conservation. Grassland Science in Europe, 11, 3–13.

54. Pulina, A., Rolo, V., Hernández-Esteban, A., Seddaiu, G., Roggero, P. P., & Moreno, G. (2023). Long-term legacy of sowing legume-rich mixtures in Mediterranean wooded grasslands. Agriculture, Ecosystems and Environment, 348, 108397. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108397>

55. González-López, F., & Maya-Blanco, V. (2015). Mejora de pastos de secano en Extremadura. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX).

56. Llera, F., Galea-Gragera, F. A., & Pardo, M. S. (2023). ¿De qué nos hablan los pastos? Revista Mundo Ganadero, 30–36.

57. Granda, M., Moreno, V., & Prieto, P. M. (1991). Pastos naturales en la dehesa extremeña. Información Técnica Agraria. Serie: Ganadería. Nº 4. Consejería de Agricultura y Comercio. Junta de Extremadura.



Co-funded by
the European Union

58. San Miguel, A. (2008). Pasture management in Mediterranean oak woodlands. *Options Méditerranéennes, Series A*, 85, 107–112.
59. Olea, L., & Viguera, F. J. (1999). Dehesa ecosystem: Production and preservation. In M. Etienne (Ed.), *Dynamics and sustainability of Mediterranean pastoral systems* (pp. 239–246). CIHEAM.
60. Hidalgo-Galvez, M. D., Matías, L., Cambrollé, J., Gutiérrez, E., & Pérez-Ramos, I. M. (2023). Impact of climate change on pasture quality in Mediterranean dehesas subjected to different grazing histories. *Plant and Soil*. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-05986-9>
61. Carrascosa, A., Moreno, G., Cotrufo, M. F., Frade, C., Rodrigo, S., & Rolo, V. (2025). Improved management increases soil mineral-protected organic carbon storage via plant-microbial-nutrient mediation in semi-arid grasslands. *SOIL*, 11, 911–937. <https://doi.org/10.5194/soil-11-911-2025>
62. Hernández-Esteban, A., López-Díaz, M. L., Cáceres, Y., & Moreno, G. (2019). Are sown legume-rich pastures effective allies for the profitability and sustainability of Mediterranean dehesas? *Agroforestry Systems*, 93, 2047–2065. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0307-6>
63. Lecegui, A., Olaizola, A. M., Kok, K., & Varela, E. (2024). What shapes silvopastoralism in Mediterranean mid-mountain areas? Understanding factors, drivers, and dynamics using fuzzy cognitive mapping. *Ecology and Society*, 29(4), art27. <https://doi.org/10.5751/ES-15605-290427>
64. Mosquera-Losada, M. R., Santos, M. G. S., Gonçalves, B., Ferreira-Domínguez, N., Castro, M., Rigueiro-Rodríguez, A., ... & Santiago-Freijanes, J. J. (2023). Policy challenges for agroforestry implementation in Europe. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1127601. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1127601>
65. Pinto-Correia, T., Ferraz-de-Oliveira, I., Guimarães, M. H., Sales-Baptista, E., Pinto-Cruz, C., Godinho, C., & Santos, R. V. (2022). Result-based payments as a tool to preserve the High Nature Value of complex silvo-pastoral systems: Progress toward farm-based indicators. *Ecology and Society*, 27(1), art39. <https://doi.org/10.5751/ES-12973-270139>



Co-funded by
the European Union

66. Varela, E., Olaizola, A. M., Blasco, I., Capdevila, C., Lecegui, A., Casasús, I., Bernués, A., & Martín-Collado, D. (2022). Unravelling opportunities, synergies, and barriers for enhancing silvopastoralism in the Mediterranean. *Land Use Policy*, 118, 106140. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106140>

67. LIFE Montado-Adapt. (2022). LIFE MONTADO & CLIMATE - A NEED TO ADAPT. <https://lifemontadoadapt.com/?l=EN>

68. Associação de Defesa do Património de Mértola (ADPM). (2022). Manual para la adaptación de las dehesas al cambio climático. <https://lifemontadoadapt.com/fl/041023151219LIFE%20Montado-Adapt%20-%20Manual%20Digital%20%5BES%5D.pdf>

69. Universidad de Extremadura (UEX), & Associação de Defesa do Património de Mértola (ADPM). (2022). Sistema Integrado de Gestión de Dehesas (SIGD) final. Área piloto L3 - Dehesa del Guijo [LIFE Montado-Adapt project]. <https://lifemontadoadapt.com/fl/042423103613L03%20Dehesa%20del%20Guijo%20-%20SIGD%20final.pdf>

70. Olea, L., & San Miguel-Ayanz, A. (2006). The Spanish dehesa: A traditional Mediterranean silvopastoral system linking production and nature conservation. *Grassland Science in Europe*, 11, 3-13.

71. Vizinho, A., Avelar, D., Branquinho, C., Lourenço, T. C., Carvalho, S., Nunes, A., Sucena-Paiva, L., Oliveira, H., Fonseca, A. L., Duarte Santos, F., Roxo, M. J., & Penha-Lopes, G. (2021). Framework for climate change adaptation of agriculture and forestry in Mediterranean climate regions. *Land*, 10(2), 161. <https://doi.org/10.3390/land10020161>

72. Alenprojectos, & Associação de Defesa do Património de Mértola (ADPM). (2021). Estudo económico da intervenção, área demonstrativa L3 - Dehesa del Guijo [Action C7, LIFE Montado-Adapt project]. https://lifemontadoadapt.com/fl/101722151531Estudo%20econ%C3%B3mico_L3%20EI%20Guijo.pdf





Co-funded by
the European Union

73. Universidade de Évora, & INIAV. (2021). Evaluación de la implementación. Área piloto L3 - Dehesa del Guijo [Action D1, LIFE Montado-Adapt project]. https://lifemontadoadapt.com/fl/042423103708D1_L3DehesadelGuijo_FINAL.pdf

74. Revitalizing multifunctional Mediterranean agrosilvopastoral systems using dynamic and profitable operational practices: Project Summary. Retrieved from <https://regenerate.eu/upload/file/life-regenerate-summary-and-contact-details.pdf>

75. Teague, R., Provenza, F., Kreuter, U., Steffens, T., & Barnes, M. (2013). Multi-paddock grazing on rangelands: why the perceptual dichotomy between research results and rancher experience?. *Journal of environmental management*, 128, 699–717. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.05.064>

76. Molina, E., Jiménez, P., Majadas, J., Llorente, M., Herrera, P. M., Gutiérrez, M. R., García, J., Turiño, M., & Ruiz-Mirazo, J. (2025). Ganadería extensiva y cambio climático: Manual para la aplicación de una estrategia integrada de adaptación y mitigación en el sur de Europa (P. M. Herrera, Ed.). Fundación Entretantos.

77. Pulina, A., Rolo, V., Hernández-Esteban, A., Seddaiu, G., Roggero, P. P., & Moreno, G. (2023). Long-term legacy of sowing legume-rich mixtures in Mediterranean wooded grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 348, 108397. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108397>

78. Moreno, G., Santa Regina, I., Péix, Á., Arroyo, R., Pérez, C., Elena, M., Sonneveld, E., Martín, I., Kallen, S., Mesías, F. J., Escribano, M., Pulido, F. J., González, G., Romero, M. del P., Gaspar, P., Catalán, M., Olaizola, J., & Hernández Mulas, J. L. (2019, July). Management plan for demonstration farm in Spain (Action A.3): Muñovela Farm (IRNASA-CSIC) [Project report, Version 2, LIFE Regenerate, LIFE16 ENV/ES/000276]. <https://regenerate.eu/upload/file/management-plan-for-demonstration-farm-in-spain-updated-on-july-2019.pdf>

79. Pellant, M., Shaver, P., Pyke, D. A., & Herrick, J. E. (2005). Interpreting indicators of rangeland health (Version 4, Technical Reference 1734-6). U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Science and Technology Center.



Co-funded by
the European Union

https://www.blm.gov/sites/default/files/documents/files/Library_BLMTechnicalReference1734-06.pdf

80. Altın, M., Gökkuş A. & Koç, A. (2025). Çayır Mera Yönetimi. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, İkinci Baskı, ISBN: 978-625-5548-39-9.

81. TÜİK, (2025). Bitkisel Üretim İstatistikleri / Tarım Alanları ve Çayır-Mera Varlığı Verileri. Ankara.

82. Hatipoğlu, R., Çınar, S. & Avcı, M. (2021). Sustainable Rangeland Improvement Possibilities in Turkey. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 9(9): 1714 – 1719. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i9.1714-1719.4496>

83. Aktaş, H. & Severoğlu, S. (2025). The Status, Causes of Decline, and Conservation Strategies of Biodiversity in Rangeland Ecosystems. Black Sea Journal of Engineering and Science, 8(6): 2022 – 2034.

84. Zaman, C. İ. & Aydın, E. (2025). Türkiye’de Mera Varlığının Hayvancılık Sektörüne Ekonomik Katkıları. Türkiye’de Mera Yetiştiriciliğine Ekonomik Bakış, s: 3 – 26, Ankara. ISBN: 978-625-378-325-9

86. Bahadır, Y. N., & Duman, H. (2021). Aşağı Kepen-Ertuğrul-Kurtşeyh-Buzluca (Sivrihisar-Eskişehir, Türkiye) Köyleri Arasının Florası. Bağbahçe Bilim Dergisi, 8(1), 239-258.

87. Menteşe, S., & Koca, S. (2025). Eskişehir İlinin Biyoklimatik Konfor Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Turkish Studies, 20(1), 469.

88. MGM, (2025). İllerimize Ait Genel İstatistik Verileri. [Erişim: 06.01.2026, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ESKISEHIR>

89. Atalay, A., Sever, A., L., Aydoğdu, İ. & Aygün, C. (2018). Dört Kanatlı Tuz Çalışının (Atriplex canescens Pursh Nutt.) Sivrihisar Ertuğrul Köyü’nün Mera Islah Çalışmalarında Kullanımı Uygulama Projesi Sonuç Raporu.





Co-funded by
the European Union

90. Bhatt, A., & Santo, A. (2016). Germination and recovery of heteromorphic seeds of *Atriplex canescens* (Amaranthaceae) under increasing salinity. *Plant ecology*, 217(9), 1069-1079.

91. Quiroz, D. C., Luna, R. G., Flores, D. Y. Á., Reyes, F. C., & Ceja, J. E. S. (2021). *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. una especie multifuncional de las zonas semiáridas de Norteamérica: una revisión *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. a multifunctional species of the semi-arid zones of north America: a review. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12, 67.

92. Ma, D., He, Z., Bai, X., Wang, W., Zhao, P., Lin, P., & Zhou, H. (2022). *Atriplex canescens*, a valuable plant in soil rehabilitation and forage production. A review. *Science of the Total Environment*, 804, 150287.

93. Erdoğan, İ., Sever, A. L., Atalay, A. K., Aygün, C., Akkaya, S., Işık, Ş., & Kirtiş, F. (2013). Eskişehir ve Konya'daki Üç Lokasyonda Farklı Dikim Mesafelerinin Dört Kanatlı Tuz Çalışımın (*Atriplex canescens* Pursh Nutt.) Bazı Yem Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 55-63.

94. Ayan, İ. (1997). Samsun yöresi engebeli meralarında değişik ıslah yöntemlerinin etkileri üzerinde bir araştırma. OMÜ Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, 134 s.

95. Mut, H. (2009). Sürülüp terkedilen bir merada farklı ıslah yöntemlerinin etkinliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 164, Samsun.

96. Ayan, I., Acar, Z., Mut, H., Basaran, U. & Ascı, O. (2006). Morphological, chemical and nutritional properties of forage plants in a natural rangeland in Turkey. *Bangladesh Journal of Botany*, 35:2, 133-142.

97. Töngel, M.Ö. (2018). Gübrelenen Taban Bir Merada Farklı Biçim Zamanlarının Botanik Kompozisyon, Ot Verimi ve Besin Değeri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, , Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 800, Samsun.

98. Anon. (2025). 2000-2025 Yılları Arasında Türkiye Geneli Mera Islah ve Amenajman Projeleri Çalışmaları. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Cayir-Mera-ve-Yem-Bitkileri>

Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

99. Schaumberger, A. (2024). Grassland regions in Austria. In: 78th ALVA Annual Conference, Salzburg. Working Group for Food, Veterinary and Agricultural Affairs (ALVA), pp. 94–198.

100. AMA. 2026. Support for the Maintenance of Our Mountains and Alpine Pastures. Available at: <https://www.ama.at/fachliche-informationen/almen-gemeinschaftsweiden>. Accessed 01.04.2026.

101. BML. (2020). Green Report 2020. Report on the Situation of Austrian Agriculture and Forestry. Vienna.

102. BML. (2023). Green Report 2023. Report on the Situation of Austrian Agriculture and Forestry. Vienna.

103. Klingler, A. (2023). Bracken Encroachment: Regulation of Ferns on Alpine Pastures for the Conservation and Recultivation of Alpine Grazing Areas. Available at: <https://dafne.at/projekte/verfarnung>.

104. European Union. (2018). Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007. Official Journal of the European Union, L 150, 14.06.2018, pp. 1–92.



Co-funded by
the European Union



SMART STEP

Climate-Smart Steps in
Grassland Management and Improvement



Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados solo comprometen a su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser considerados responsables de ellos.



Climate-Smart Steps in Grassland Management and Improvement

2025-1-TR01-KA220-VET000349844