



EUROPEAN COMMISSION DG ENVIRONMENT

LIFE18 NAT/ES/000930

LIFE CAÑADAS

Entregable D2.5

“Evaluación de los indicadores de funcionalidad de los tramos de vía pecuaria”



Data Project

Project location:	Spain
Project start date:	<15/10/2019>
Project end date:	<30/06/2024>
Total budget:	1,848,211€
EU contribution:	1,108,925€
(%) of eligible costs:	60

Data Beneficiary

Name Beneficiary:	Universidad Autónoma de Madrid
Contact person:	Francisco Martín Azcárate
Postal address:	Calle Darwin nº2 28049
Telephone:	914973513
E-mail:	fm.azcarate@uam.es
Project Website:	https://www.lifecanadas.es/
Associated Beneficiaries:	<p>Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha.</p> <p>Dirección General de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la Comunidad de Madrid.</p> <p>Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).</p> <p>Asociación Campo Adentro.</p>

Información del entregable

Título: Evaluación de los indicadores de funcionalidad de los tramos de vía pecuaria.

Nombre de la organización del beneficiario responsable del entregable: UAM

Autor/es: Francisco Martín Azcárate, Violeta Hevia Martín, Juan Castro Rivadeneyra, Paula Solascasas.

Acciones a las que contribuye este entregable: D2

Fecha: 15 de junio de 2024

Número total de páginas: 18



Tabla de contenidos

Summary	5
1. Introducción	5
2. Restauración de pastizales erosionados en vías pecuarias de Madrid	6
3. Restauración de pastizales embastecidos en vías pecuarias de Madrid.....	13
4. Conclusiones generales.....	18



Summary

The present report constitutes the last of the deliverables dedicated to the monitoring plan for the functional indicators outlined in the restoration plan for drove roads in the Community of Madrid (DELIVERABLE A4.2).

The report focuses on the restoration of eroded and overgrown grasslands in drove roads. The project has also addressed other restoration actions for the boundaries of drove roads, whose monitoring concluded in previous years and has therefore been reported in earlier reports.

Although this report concludes the series of scheduled functional monitoring deliverables within the LIFE CAÑADAS project, the monitoring of the actions will continue in the coming years and will constitute one of the central tasks to be developed within the framework of the Post-Life Plan (DELIVERABLE F4.1).



1. Introducción

El presente informe constituye el último de los entregables dedicados al plan de seguimiento de los indicadores funcionales previstos en el plan de restauración de vías pecuarias en la Comunidad de Madrid (*ENTREGABLE A4.2*).

El informe se centra en la restauración de pastizales erosionados y embastecidos en la Comunidad de Madrid. El proyecto también ha abordado otras acciones de restauración de linderos de vías pecuarias, cuyo seguimiento finalizó en años anteriores, y que por tanto se ha reportado en informes previos.

Si bien con este informe se cierra la serie de entregables de seguimiento de indicadores funcionales programada dentro del proyecto LIFE CAÑADAS, el monitoreo de las acciones continuará en los próximos años y constituirá una de las tareas centrales a desarrollar en el marco del Plan Post-Life (*ENTREGABLE F4.1*).

2. Restauración de pastizales erosionados en vías pecuarias de Madrid.

Resumen de la actuación y del plan de seguimiento.

Se seleccionaron 10 tramos de vía pecuaria en la Comunidad de Madrid que mostraban graves problemas de compactación, pérdida de cubierta vegetal y erosión, causadas, en general, por el tránsito de vehículos fuera de pista. En 2020 se realizaron trabajos de acondicionamiento del vial principal y se instalaron bloqueos que impidieran la salida de los vehículos de la misma. Tras ello, se realizaron trabajos de descompactado, primero con maquinaria pesada, y a continuación con herramientas manuales, lo que permitió eliminar irregularidades de los espacios tratados, obteniendo así una superficie bien integrada con el resto de la vía pecuaria, y en un estado adecuado para el inicio de la recolonización de la flora y fauna.

A partir de 2021, las zonas de actuación se sometieron a tratamientos de majadeo o redileo, consistentes en la visita anual de rebaños de ovino que pasaban la noche en los tramos en restauración, con el fin de incorporar nutrientes y semillas, entre otros efectos. El majadeo se repitió tres veces (2021, 2022 y 2023), siempre en el mes de mayo. En marzo de 2024 se realizó un último pastoreo, de carácter menos intenso, y de características semejantes a las esperables bajo el uso ganadero habitual en vías pecuarias funcionales.

Para el plan de seguimiento, y con anterioridad al inicio de los tratamientos, se establecieron tres parcelas por tramo (3 x 10 = 30 parcelas), de unos 150 m² y de aproximadamente 10 m x 15 m (figura 1), aunque estas dimensiones pudieron variar levemente en función de la morfología de la vía pecuaria. Una de las parcelas se situó en la superficie en la que se había realizado el tratamiento completo (descompactado + ganado), en otra se realizó el descompactado, pero se colocó un vallado para evitar la entrada del ganado, y la tercera se situó en una pequeña zona en la que no se realizó ningún tratamiento y se permitió el mantenimiento del paso de vehículos (parcela control). Además, en otros 10 tramos de vía pecuaria en buen estado de conservación y situados en la misma comarca se establecieron otras tantas parcelas de dimensiones similares (parcelas *de referencia*), cuyo objetivo ha sido disponer de información detallada del estado de los indicadores en ecosistemas de referencia, y al mismo tiempo conocer las fluctuaciones naturales mostradas por estos indicadores durante el periodo de duración del proyecto. Se realizó una medida inicial de todos los indicadores antes del comienzo de los tratamientos (medida pre-tratamiento) y, una vez iniciados estos, se realizaron más mediciones, siguiendo diseños y periodicidades específicas para cada indicador.

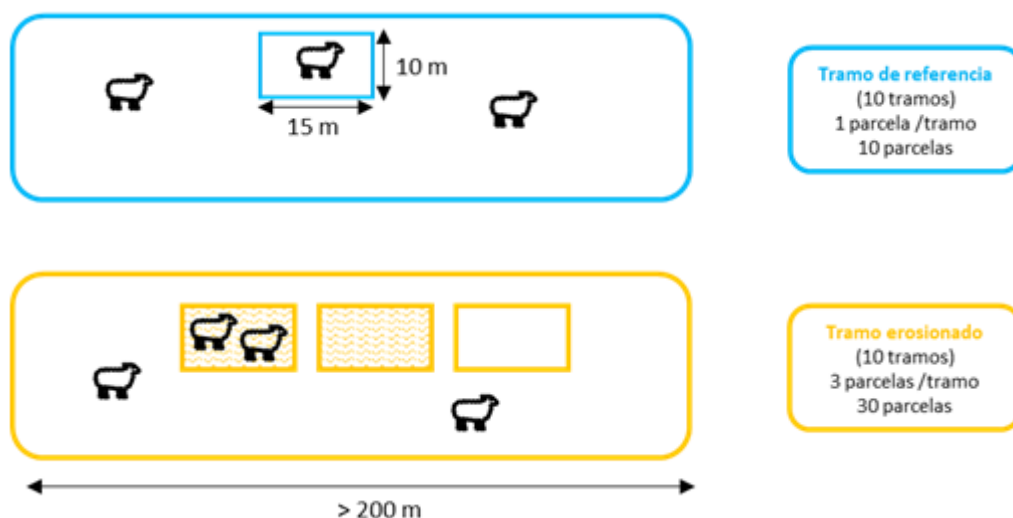


Figura 1. Diseño de las actuaciones de *recuperación de pastizales erosionados*. Se trabajó en 10 tramos *erosionados* y en 10 tramos en buen estado de conservación (*referentes*). En estos se estableció una sola parcela para llevar a cabo los monitoreos, mientras que en los erosionados se establecieron tres: una parcela *control* sin intervenciones, una parcela *descompactada* y una parcela *descompactada y majadeada*.

En el *ENTREGABLE A4.2* (planes de restauración) se explica con más detalle el diseño de las actuaciones, y en los informes de las acciones de restauración (*ENTREGABLES C1 a C4*) se proporciona información más completa sobre la ejecución de las actuaciones.

Temperatura del suelo.

Durante todo el periodo de intervención se midió la temperatura de la parte superior de suelo a través de sensores HOBO enterrados a unos 2 cm de profundidad, que registraron un dato cada 30 minutos (figura 2). En cada parcela se situaron dos sensores, que fueron visitados periódicamente con el fin de comprobar su funcionamiento y descargar los datos acumulados.

En la figura 3 se muestra la evolución de las temperaturas, promediadas por cada grupo de observaciones, a lo largo del periodo comprendido entre noviembre de 2020 y mayo de 2024. Puede comprobarse que todos los grupos mostraron un patrón muy similar, y que el avance de las intervenciones no supuso tendencia de cambio alguna sobre esta variable. Sorprende que el patrón térmico presenta una gran similitud entre todos los estados y tratamientos desde el principio, a pesar de sus marcadas diferencias en cobertura de vegetación (*ENTREGABLE D1.5*). Es probable que el efecto del mayor o menor sombreado solo sea relevante en la superficie del suelo, y que se diluya rápidamente en los dos primeros centímetros de profundidad.



Figura 2. Medidor continuo de temperatura HOBO ubicado en el agujero en el suelo en el que permanecerá durante el periodo de duración del proyecto. La fotografía está tomada antes de completar el enterramiento del dispositivo, cuya parte superior quedará a 2 cm de la superficie del suelo.

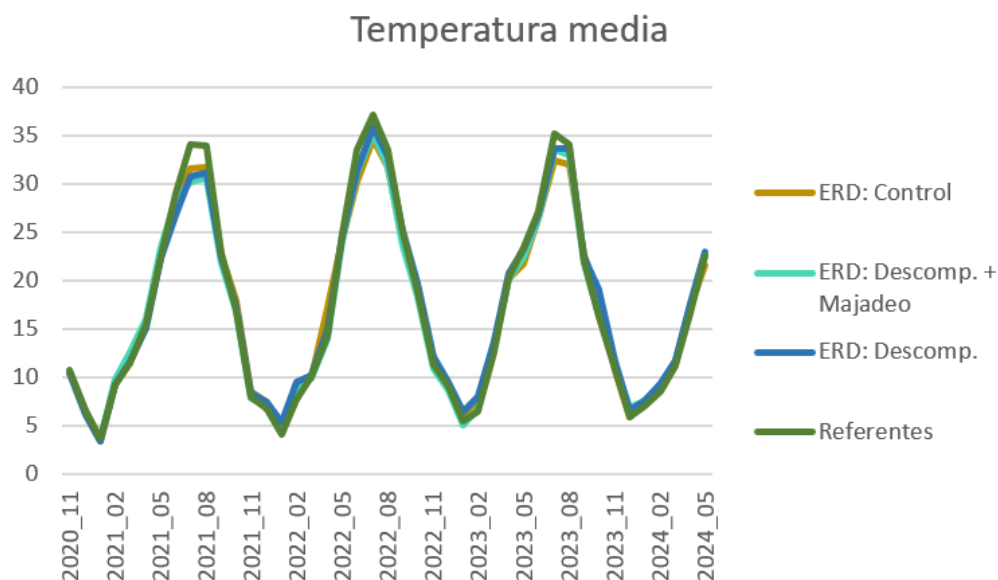


Figura 3. Evolución de las temperaturas medias mensuales medidas a 2cm por debajo de la superficie del suelo, en parcelas de referencia y parcelas erosionadas sometidas a distintos tratamientos, incluyendo controles no intervenidos.

Índice “Tea-Bag”.

El índice “tea bag” permite medir la tasa de descomposición de material vegetal de un suelo mediante un método basado en la pérdida de peso de dos bolsas de té comerciales (verde y rojo) que se mantienen enterradas en los primeros 10 cm del suelo. El índice se basa en la determinación de dos parámetros: la tasa de descomposición (k) y el factor de estabilización de la materia orgánica (S), que se obtienen a partir de las tasas de descomposición del té verde (proxy para la materia orgánica lábil) y del té rooibos (proxy para la recalcitrante).

El seguimiento de esta propiedad se inició en octubre de 2020, con el enterramiento de 2 pares de bolsas de té en cada parcela. Las bolsas permanecieron en campo por espacio de 3 meses, tras lo cual se recuperaron y fueron procesadas en el laboratorio, donde se secaron en una estufa durante 48h a 70° C, para finalmente proceder a su pesaje en una balanza de precisión y obtener la medida de la capacidad de descomposición de materia orgánica de cada tipo de tramo (figura 4). El muestreo se repitió en 5 periodos más: primavera de 2021, otoño de 2021, primavera de 2022, otoño de 2022 y primavera de 2024.



Figura 4. Imágenes del proceso de recogida y pesaje de las bolsas de té.

La figura 5 muestra la evolución de las dos variables (tasa de descomposición, k ; y factor de estabilización de la materia orgánica, S) a lo largo del periodo de duración de las intervenciones. Se puede observar que no hay diferencias muy marcadas entre los dos estados de conservación, *referente* y *erosionado*, y que tampoco se observan tendencias muy claras asociadas a los tratamientos. La tasa de descomposición k presenta una fuerte dependencia del tiempo, con valores llamativamente bajos en primavera de 2022, mientras que el factor de estabilización S se comporta con un marcado ritmo estacional.

Los resultados observados con el *teabag index* contrastan con las tasas de descomposición de la materia orgánica y el factor de estabilización obtenidos a través de los análisis edafológicos descritos en el *ENTREGABLE D1.5*, por lo que cabe la posibilidad de que el índice no se haya adecuado bien al caso particular de los suelos de las vías pecuarias de la Comunidad de Madrid.

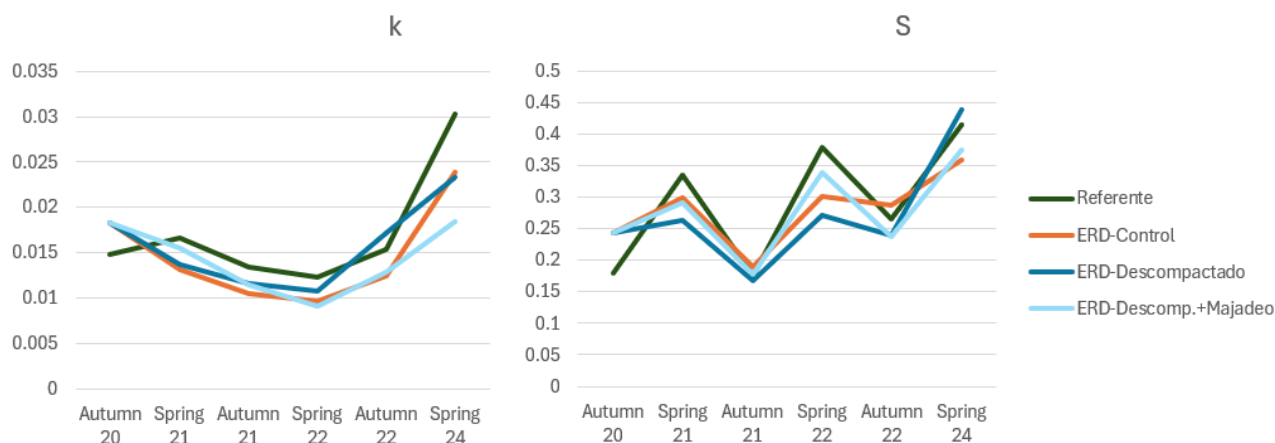


Figura 5. Evolución de la tasa de descomposición (k) y el factor de estabilización de la materia orgánica (S) del suelo, obtenidas a partir del método del *tebag index*, en parcelas de referencia y parcelas erosionadas sometidas a distintos tratamientos, incluyendo controles no intervenidos.

Presencia de excrementos de herbívoros.

La presencia de herbívoros en las parcelas de seguimiento se monitoreó a través de muestreos de excrementos, realizados en primavera, y con periodicidad anual. En cada parcela se distribuyeron al azar 20 cuadrados de 20 cm x 20 cm, y se registró la frecuencia de aparición (en tanto por ciento) de excrementos de herbívoros, distinguiendo entre los procedentes de ungulados y los de lagomorfos. Todos los excrementos de ungulado se identificaron como pertenecientes a ganado doméstico, de ovino en la gran mayoría de los casos, mientras que el conejo fue, probablemente, el principal lagomorfo.

La figura 6 ilustra el impacto de los tratamientos practicados en las parcelas erosionadas sobre la *presencia de excrementos de oveja*. La figura también muestra la evolución de los referentes, con el fin de dar cuenta de la variabilidad interanual que, al margen de las intervenciones, se da en la zona de intervención. El majadeo requiere que las ovejas permanezcan en las parcelas varias horas y a altas densidades, lo que explica que en los primeros años la mayor parte de los cuadrados de muestreo de las parcelas tratadas de esta manera presenten excrementos. En 2023 se realizó el último majadeo, y en 2024 se pasó a un pastoreo ordinario, lo que se vio reflejado en un descenso en la frecuencia de aparición de excrementos. Los otros tratamientos (control y descompactado sin majadeo), por el contrario, presentan valores mucho más bajos, e inferiores a los de los tramos de referencia.

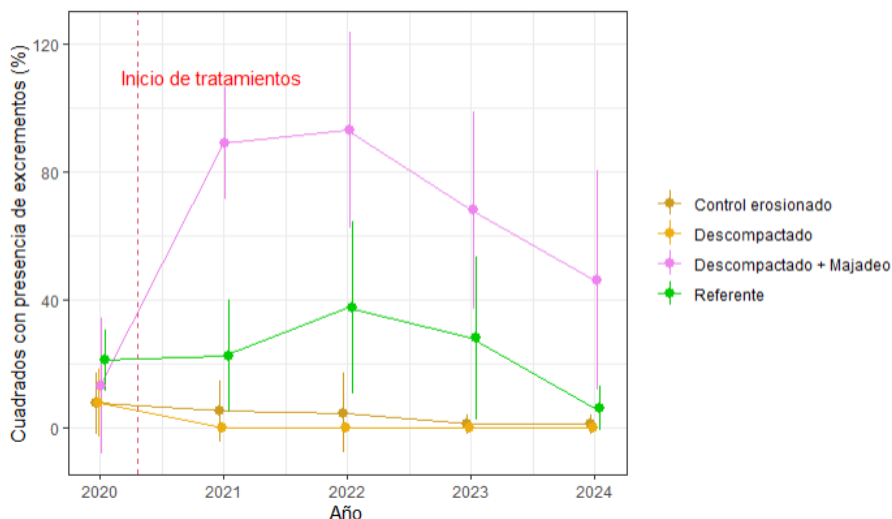


Figura 6. Porcentaje medio \pm desviación típica de cuadrados de 20 cm x 20 cm para los que se observaron excrementos de oveja en los tramos de referencia y erosionados, estos últimos sometidos a tres tratamientos (control vs. descompactado vs. descompactado y majadeo). Los datos de 2020 son previos a las intervenciones.

Los conejos, por su parte, muestran una tendencia clara al aumento de su presencia tanto en las parcelas manejadas solo con *descompactado* como en las tratadas con *descompactado y majadeo* (figura 7). Este incremento es lógico, dado que partíamos de un estado prácticamente desprovisto de vegetación y, tras varios años de intervención, esta ha aumentado su cobertura de forma notable (*ENTREGABLE D1.5*). Con algunas oscilaciones, los valores son acordes a los observados en los tramos de referencia, lo que confirma que los tratamientos han contribuido a la recuperación del funcionamiento ecológico de estos tramos de vía pecuaria que se encontraban fuertemente degradados.

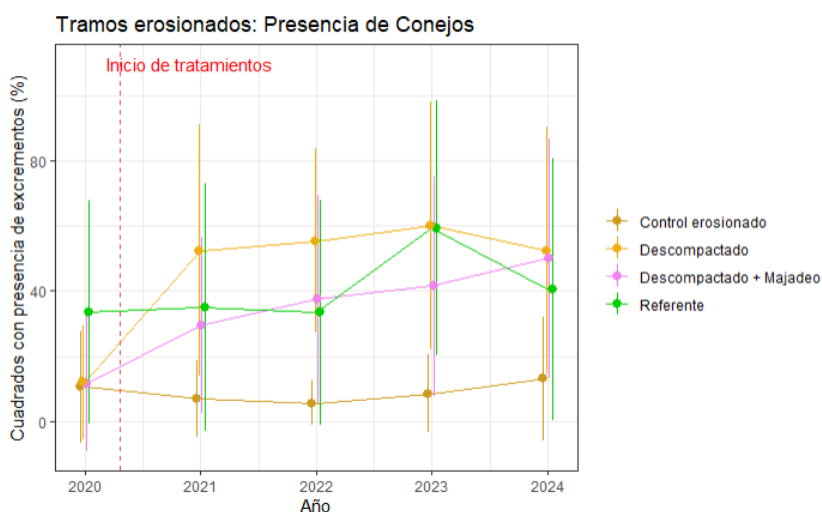


Figura 7. Porcentaje medio \pm desviación típica de cuadrados de 20 cm x 20 cm para los que se observaron excrementos de conejo en los tramos de referencia y erosionados, estos últimos sometidos a tres tratamientos (control vs. descompactado vs. descompactado y majadeo). Los datos de 2020 son previos a las intervenciones.

3. Restauración de pastizales embastecidos en vías pecuarias de Madrid.

Resumen de la actuación y del plan de seguimiento.

En 2020 se seleccionaron 10 tramos de vía pecuaria en la Comunidad de Madrid para los que se constató la ausencia de uso ganadero desde al menos una década, y que por tanto presentaban un problema evidente de *embastecimiento*, es decir, de transformación de los pastizales en herbazales pobres en especies y dominados por especies de mayor tamaño.

A partir de 2021, las zonas de actuación se sometieron a tratamientos de pastoreo, consistentes en la visita anual de rebaños de ovino que pasaban varias horas en los tramos en restauración, consumiendo una parte significativa de la vegetación, a la vez que realizaban otros efectos, tales como el pisoteo o la incorporación de nutrientes y semillas a través de los excrementos, o de semillas a través de la piel. El tratamiento se repitió cuatro veces (2021, 2022, 2023 y 2024). En los tres primeros años el pastoreo se realizó en mayo, con el fin de maximizar la dispersión de semillas, mientras que en 2024 se realizó en marzo, con el fin de priorizar los efectos sobre la estructura de la vegetación de forma previa a la floración y fructificación.

Para el plan de seguimiento, y con anterioridad al inicio de los tratamientos, se establecieron dos parcelas por tramo ($2 \times 10 = 20$ parcelas), todas ellas de 150 m², y de aproximadamente 10 m x 15 m (figura 8), con algunas diferencias leves en función de la morfología de la vía pecuaria. En una de las parcelas se colocó un vallado para evitar la entrada del ganado (parcela control). Además, en otros 10 tramos de vía pecuaria en buen estado de conservación y situados en la misma comarca se establecieron otras tantas parcelas de dimensiones similares (parcelas *de referencia*), cuyo objetivo era disponer de información detallada del estado de los indicadores en ecosistemas de referencia, y al mismo tiempo conocer las fluctuaciones naturales mostradas por estos indicadores durante el periodo de duración del proyecto. Estas parcelas fueron las mismas que se utilizaron para el seguimiento de la restauración de pastizales erosionados. Se realizó una medida inicial de todos los indicadores antes del comienzo de los tratamientos (medida pre-tratamiento) y, una vez iniciados estos, se realizaron más mediciones, siguiendo diseños y periodicidades específicas para cada indicador.

En el *ENTREGABLE A4.2* (planes de restauración) se muestran más detalles sobre el diseño de las actuaciones, y en los informes de las acciones de restauración (*ENTREGABLES C1 a C4*) se proporciona información más completa sobre la ejecución de estas actuaciones.

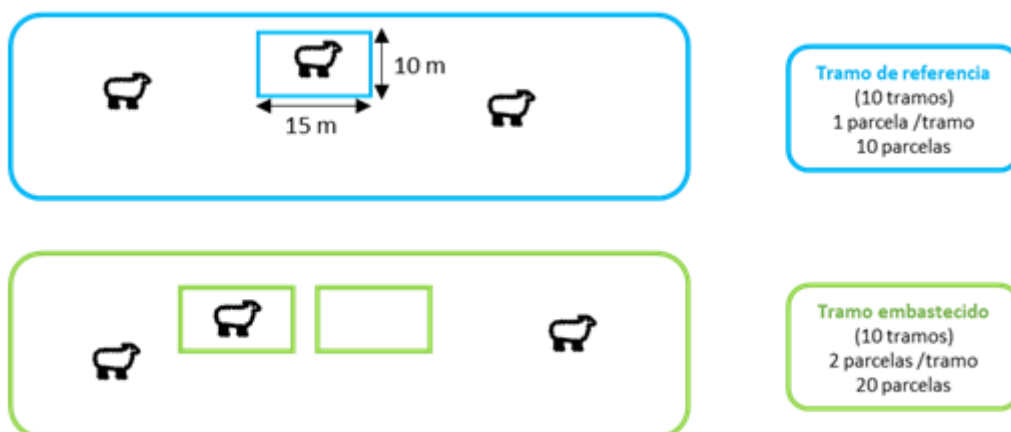


Figura 8. Diseño de las actuaciones de *recuperación de pastizales embastecidos*. Se trabajó en 10 tramos *embastecidos* y en 10 tramos en buen estado de conservación (*referentes*). En estos se estableció una sola parcela para llevar a cabo los monitoreos, mientras que en los embastecidas se establecieron dos: una parcela *control* sin intervenciones y una parcela *pastoreada*.

Temperatura del suelo.

Durante todo el periodo de intervención se midió la temperatura de la parte superior de suelo a través de sensores HOBO enterrados a unos 2 cm de profundidad, que registraron un dato cada 30 minutos (figura 2). En cada parcela se situaron dos sensores, que fueron visitados periódicamente con el fin de comprobar su funcionamiento y descargar los datos acumulados.

En la figura 9 se muestra la evolución de las temperaturas, promediadas por cada grupo de observaciones, a lo largo del periodo comprendido entre noviembre de 2020 y mayo de 2024. Del mismo modo que con las vías pecuarias erosionadas, no se observó ningún patrón ni tendencia específico para ninguno de los estados de conservación o tratamientos aplicados, lo que puede resultar algo sorprendente dadas las notables diferencias en biomasa existentes entre los grupos de parcelas (*ENTREGABLE D1.5*). Es probable que la existencia de una fina capa de suelo de unos dos centímetros cubriendo los sensores haya oscurecido las posibles diferencias que podrían darse en la superficie del suelo.

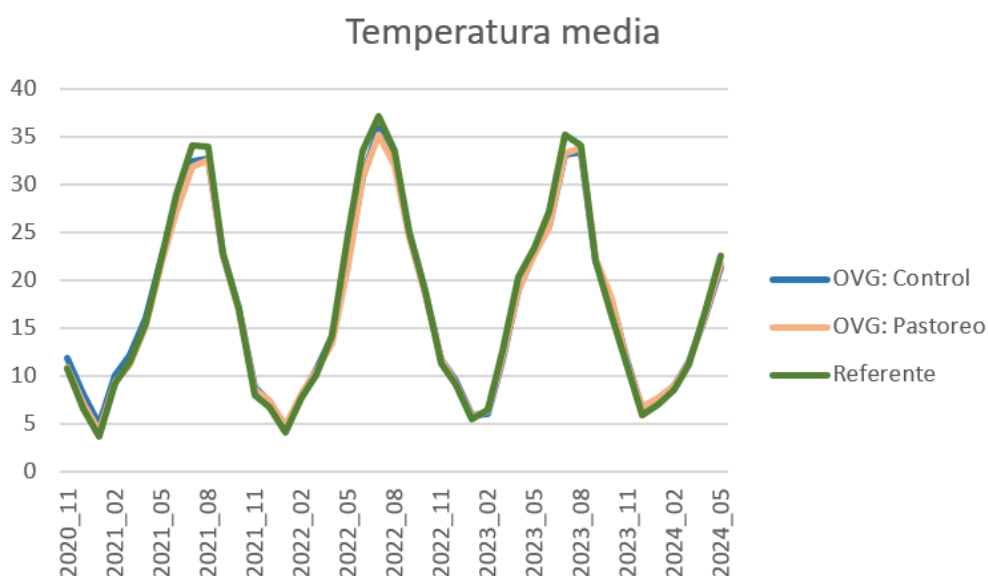


Figura 9. Evolución de las temperaturas medias mensuales medidas a 2cm por debajo de la superficie del suelo, en parcelas de referencia y parcelas embastecidas sometidas a pastoreo o mantenidas como controles.

Índice “Tea-Bag”.

Tal y como se explicó en el apartado dedicado a la restauración de parcelas erosionadas, el índice “tea bag” permite obtener la tasa de descomposición (k) y el factor de estabilización de la materia orgánica del suelo (S) a partir de la tasa de descomposición del té verde y el té rooibos.

El seguimiento de esta propiedad se inició en octubre de 2020, con el enterramiento de 2 pares de bolsas de té en cada parcela. Las bolsas permanecieron en campo por espacio de 3 meses, tras lo cual se recuperaron y fueron procesadas en el laboratorio, donde se secaron en una estufa durante 48 h a 70° C, para finalmente proceder a su pesaje en una balanza de precisión y obtener la medida de la capacidad de descomposición de materia orgánica de cada tipo de tramo (figura 4). El muestreo se repitió en 5 periodos más: primavera de 2021, otoño de 2021, primavera de 2022, otoño de 2022 y primavera de 2024.

La figura 10 muestra la evolución de las dos variables a lo largo del periodo de duración de las intervenciones. Se puede observar que no hay diferencias muy marcadas entre los estados de conservación *referente* y *embastecido*, y que tampoco se observan respuestas asociables al pastoreo. La tasa de descomposición k presenta una fuerte dependencia del tiempo, con valores llamativamente bajos en primavera de 2022, mientras que el factor de estabilización S se comporta con un marcado ritmo estacional.

Los resultados observados con el *teabag index* contrastan con las tasas de descomposición de la materia orgánica y el factor de estabilización obtenidos a través de los análisis edafológicos descritos en el

ENTREGABLE D1.5, por lo que cabe la posibilidad de que el índice no se haya adecuado bien al caso particular de los suelos de las vías pecuarias de la Comunidad de Madrid.

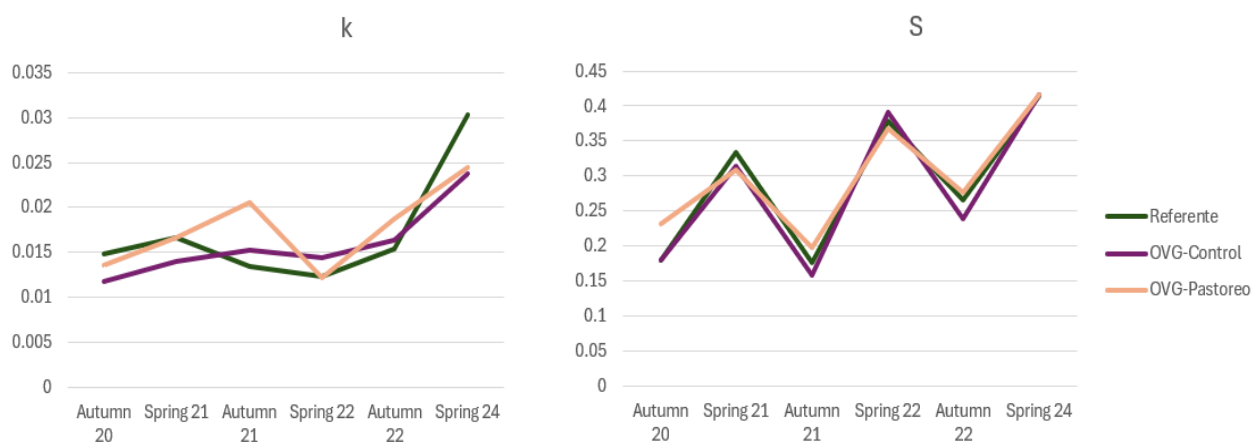


Figura 10. Evolución de la tasa de descomposición (k) y el factor de estabilización de la materia orgánica (S) del suelo, obtenidas a partir del método del *tebag index*, en parcelas de referencia y parcelas erosionadas sometidas a distintos tratamientos, incluyendo controles no intervenidos.

Presencia de excrementos de herbívoros.

La presencia de herbívoros en las parcelas se monitoreó de la misma manera que en el seguimiento de la restauración de pastizales erosionados, es decir, a través de muestreos de excrementos, realizados en primavera, y con periodicidad anual. En cada parcela se distribuyeron al azar 20 cuadrados de 20 cm x 20 cm, y se registró la frecuencia de aparición (en tanto por ciento) de excrementos de herbívoros, incluyendo tanto ungulados (ganado ovino en todos los casos) como conejos.

La figura 11 muestra la evolución de la variable *presencia de excrementos de oveja* en las parcelas experimentales establecidas para el seguimiento, incluyendo las de referencia. En estas últimas se observa un cierto declive en los dos últimos años, que quizá estén reflejando un descenso real en la intensidad del uso ganadero de las vías pecuarias de la comarca. En cuanto a las parcelas embastecidas sometidas a pastoreo, el muestreo refleja, con algunas fluctuaciones, el paso de los rebaños movilizados por el proyecto LIFECAÑADAS.

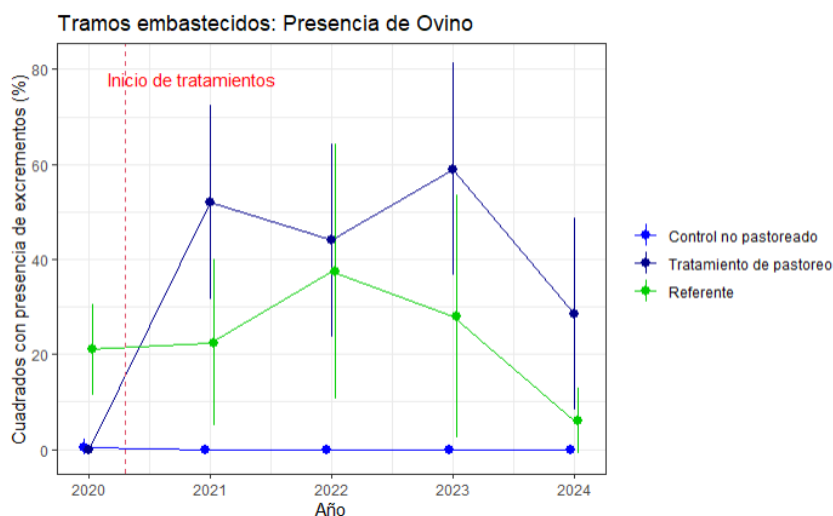


Figura 11. Porcentaje medio \pm desviación típica de cuadrados de 20 cm x 20 cm para los que se observaron excrementos de oveja en los tramos de referencia y erosionados, estos últimos sometidos a tres tratamientos (control vs. descompactado vs. descompactado y majadeo). Los datos de 2020 son previos a las intervenciones.

Los conejos, por su parte, muestran una tendencia algo fluctuante, pero sin vínculos claros con ninguna de las tipologías de las parcelas experimentales. El fuerte incremento inicial en las parcelas pastoreadas pareció sugerir un mayor uso por conejos como consecuencia del tratamiento. Sin embargo, los años posteriores no confirman tal efecto, que probablemente fue consecuencia del azar.

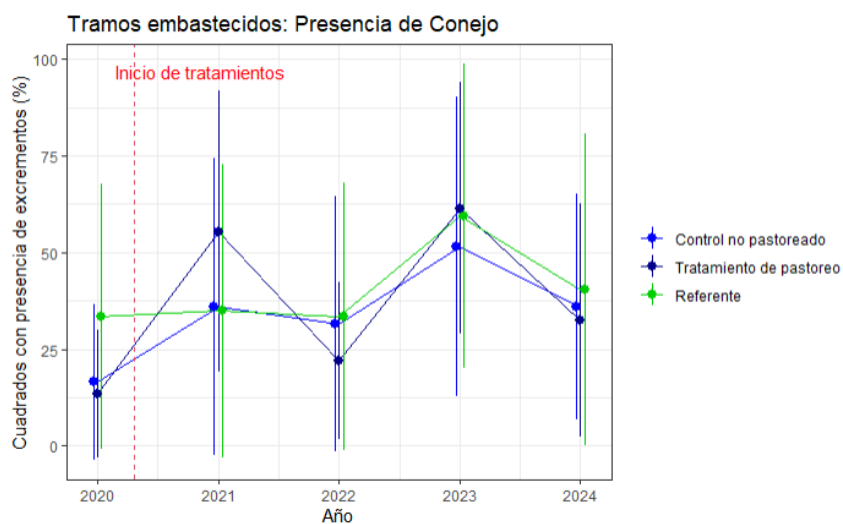


Figura 12. Porcentaje medio \pm desviación típica de cuadrados de 20 cm x 20 cm para los que se observaron excrementos de conejo en los tramos de referencia y erosionados, estos últimos sometidos a tres tratamientos (control vs. descompactado vs. descompactado y majadeo). Los datos de 2020 son previos a las intervenciones.

4. Conclusiones generales

El análisis de los indicadores funcionales durante las intervenciones de restauración en las vías pecuarias de la Comunidad de Madrid ha proporcionado una visión detallada de la evolución de los efectos de dichas actuaciones sobre el funcionamiento ecológico de los hábitats presentes en las vías pecuarias. A través del uso del *teabag index*, se observó que no hubo diferencias marcadas en la tasa de descomposición de la materia orgánica y el factor de estabilización entre las parcelas de referencia y las erosionadas. Sin embargo, estos resultados contrastan con otros análisis edafológicos, sugiriendo la necesidad de ajustar los métodos de evaluación para este tipo de suelos en futuros estudios.

La presencia de excrementos de herbívoros ha sido un indicador útil para evaluar el impacto del pastoreo en las parcelas analizadas. Los tratamientos que incluían majadeo mostraron una alta frecuencia de excrementos, lo que indica una alta densidad de ovejas y un impacto significativo en la vegetación. Este tipo de intervención ha sido esencial para reducir el embastecimiento de los pastizales presentes en las vías pecuarias y, por tanto, mejorar la calidad del suelo y la vegetación.

En resumen, los resultados obtenidos a lo largo del proyecto LIFE CAÑADAS evidencian la eficacia de las estrategias de restauración implementadas. La combinación de tratamientos físicos y biológicos ha resultado en mejoras sustanciales en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas de vías pecuarias, destacando el potencial de estos enfoques para ser replicados en otras regiones con desafíos similares.