

Efecto del manejo de los pastos y el ganado sobre indicadores de calidad del suelo en una dehesa extremeña

Pasture and livestock management effects on soil quality indicators in a dehesa of Extremadura

Ana De Santiago^{1,*}, Valentín Maya², José Berdón³ & Mónica Murillo³

¹Área de Protección Vegetal. Finca La Orden.Ctra. A-V, Km372, 06187, Badajoz, España

²Área de Cultivos Extensivos. Finca La Orden.Ctra. A-V, Km372, 06187, Badajoz, España

³Área de Dehesas, Pastos y Producción Forestal. Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal (ICMC), Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX)

Polígono Industrial El Prado, C/Pamplona, sector D, parcela 64. 06800 Mérida, Badajoz, España

(*E-mail: anarosario.santiago@juntaex.es)

<https://doi.org/10.19084/rca.28563>

RESUMEN

La dehesa (*montado* en Portugal) es un ejemplo de aprovechamiento sostenible de los recursos que puede estar amenazado por las malas prácticas de pastoreo. Este trabajo analiza el impacto que tiene la mejora de pastos y su aprovechamiento ganadero sobre indicadores de calidad del suelo. Se han estudiado dos parcelas S+ y S donde se ha llevado a cabo la siembra de leguminosas pratenses (en 2006 (S+) y en 2016 (S)) con pastoreo regenerativo. La parcela S- (control) no sembrada con pastoreo rotacional convencional, y por último simulando el abandono, (A) una parcela donde no hubo mejora de pastos y además no tiene aprovechamiento ganadero desde hace 8 años. El estudio bioquímico del suelo indicó una mayor actividad en las parcelas mejoradas con pastoreo regenerativo respecto a la abandonada. Las relaciones establecidas entre los indicadores estudiados con los parámetros físico químicos más importantes, desde el punto de vista de la fertilidad del suelo, demostraron la dependencia del contenido en nutrientes con la actividad microbiana y viceversa. Este estudio ha puesto de manifiesto que el abandono de las dehesas sin aprovechamiento ganadero, puede resultar en una pérdida de fertilidad del suelo y la consecuente disminución de actividad microbiana asociada.

Palabras clave: indicadores, aprovechamiento del pasto, pastoreo regenerativo, actividad enzimática.

ABSTRACT

Dehesa (*montado* in Portugal) is an example of sustainable use of resources that may be jeopardized by improper grazing practices. This work analyzes the impact of pasture improvement and livestock management on soil quality indicators. Two plots S+ and S were studied where sowing of leguminous grasses was carried out (in 2006 (S+) and in 2016 (S)) and had regenerative grazing. Other plot S- (control) not improved by sowing legumes and with conventional rotational grazing, and finally simulating abandonment, (A) a plot where there was no pasture improvement and also has not had livestock exploitation for 8 years. The soil biochemical study indicated a higher activity in the improved plots with regenerative grazing compared to the abandoned plot. The relationships established between the indicators studied with the most important physical-chemical parameters, from the point of view of soil fertility, demonstrated the dependence of nutrient content on microbial activity and vice versa. This study has shown that the abandonment of pastures without livestock use can result in a loss of soil fertility and a consequent decrease in the associated microbial activity.

Keywords: indicators, pasture management, regenerative livestock grazing, enzymatic activity.

INTRODUCCIÓN

La dehesa es un sistema agrosilvopastoral que necesita mejoras y un manejo adecuado para conservar su valor natural. Cuando el suelo pierde la capacidad de resistir a los cambios, se degrada afectando al potencial biológico, a la productividad del agrosistema y a sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Las metodologías regenerativas pueden mejorar la capacidad productiva de la dehesa de forma directa, con el manejo de pastos y forrajes, y de manera indirecta, mejorando el suelo. Con este trabajo pretendemos evidenciar que la siembra de praderas biodiversas y el pastoreo regenerativo puede mejorar las propiedades del suelo.

El estudio de los suelos en base al factor “manejo de los pastos y el aprovechamiento ganadero” ha sido previamente abordado en las dehesas, puesto que puede tener efectos negativos sobre el suelo y la vegetación cuando se lleva a cabo un pastoreo intensivo (Pulido *et al.*, 2016). El uso de indicadores para monitorizar los efectos de la gestión ganadera sobre el suelo de dehesa ha sido empleado con anterioridad, pero no todos los indicadores son igual de dinámicos. Los indicadores biológicos son más sensibles a las perturbaciones (Gil-Sotres *et al.*, 2005) y, por ello, pretendemos identificar los efectos del manejo del ganado y de los pastos sobre algunos indicadores de calidad del suelo asociados a los ciclos de nutrientes C, N y P, identificando los más dinámicos para promover una mejora en la gestión de la dehesa, ecosistema esencial para la Península Ibérica que debemos proteger.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se ha llevado a cabo en cuatro cercados de una dehesa de 300 ha en Alburquerque (Badajoz). Los tratamientos (Figura 1) con mejora de pastos (siembra de leguminosas pratenses) son: S+ mejorado en 2006 (a largo plazo) y S mejorado en 2016 (a corto plazo) donde el manejo del ganado se lleva a cabo mediante pastoreo regenerativo, basado en periodos cortos de aprovechamiento (a diente) durante momentos óptimos de desarrollo del pasto. Los tratamientos no mejorados fueron: S- con aprovechamiento convencional del ganado

y A, un cercado abandonado con pasto natural y sin aprovechamiento ganadero desde hace ocho años (Figura 1).

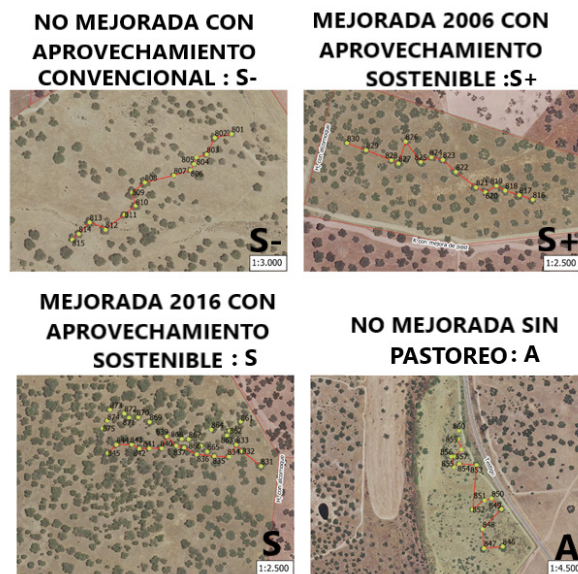


Figura 1 - Transectos establecidos en los distintos cercados.

El muestreo de suelos (15 muestras por transecto) se realizó en primavera (2021) a una profundidad de 0-15 cm. Los suelos fueron llevados al laboratorio y conservados a 4°C hasta su análisis biológico, ejecutados en un plazo máximo de 4 días. El resto se dispuso en bandejas y se secó en estufa de aire forzado a 28°C para proceder a su análisis físico-químico mediante metodologías reconocidas ampliamente por la comunidad científica.

Análisis biológico: actividades enzimáticas

Las oxidoreductasas estudiadas han sido la actividad deshidrogenasa (DHA), que se asocia a procesos microbianos *in vivo* favoreciendo la mineralización de la materia orgánica, y la catalasa (CAT), considerada un indicador de la actividad microbiana aeróbica, a su vez relacionada con la fertilidad del suelo.

Las hidrolasas analizadas han sido la β -Glucosidasa (GLC) involucrada en el ciclo del C, la ureasa (URE), que cataliza la conversión de urea en amonio y dióxido de carbono y la fosfatasa (FOS) que

está involucrada en el ciclo del fósforo. Todas las enzimas se analizaron siguiendo las metodologías descritas en García-Izquierdo *et al.* (2003).

Análisis estadístico

Se utilizó IBM SPSS Statistic 22.0. para los análisis de normalidad de los datos y la homocedasticidad. Las variables necesarias fueron transformadas ($\text{Log}(X)$), las comparaciones de medias entre cercados (ANOVA) se llevaron a cabo mediante el test de Tukey ($P < 0.05$) y cuando no cumplían la homocedasticidad (ej. CAT, GLC) las comparaciones se realizaron mediante test no paramétricos. La correlación (Pearson) entre los distintos indicadores se calculó antes del análisis de componentes principales (ACP) y se llevó a cabo la verificación del modelo mediante el test de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de Bartlett.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos de dehesa son poco profundos, desarrollados sobre rocas silíceas, duras y ácidas, principalmente pizarras y granitos. Suelos generalmente pobres, con baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) y un bajo contenido en materia orgánica (MO). Se consideran deficientes en fósforo, nitrógeno y potasio, de ahí que hayamos incluido algunos indicadores físico-químicos (Tabla 1) para entender mejor la fluctuación de los indicadores biológicos.

Tabla 1 - Media de los indicadores físico-químicos analizados en los suelos de cada cercado (n=15)

	S-	S+	S	A
Arcilla g kg^{-1}	130 b	150 ab	190 a	130 b
MO_t g kg^{-1}	18 b	19 b	24 a	15 c
pH_t	5,6 a	5,4 a	5,6 a	5,5 a
CIC $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	4,7 a	4,6 a	3,6 a	3,9 a
K_t $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	0,21 ab	0,32 a	0,17 b	0,29 a
Ca $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	3,46 a	2,89 a	2,40 a	2,83 a
N_t %	0,09 b	0,11 a	0,09 b	0,08 b
P_{Bray} mg kg^{-1}	3 b	15 a	19 a	5 b

MO: materia orgánica; CIC: capacidad de intercambio catiónico. N_t : nitrógeno total (método Kjeldah). K y Ca: potasio y calcio de cambio. P_{Bray} : fósforo analizado por el método de Bray-Kurtz.

Medias seguidas de diferentes letras en la misma fila indican una diferencia estadísticamente significativa de acuerdo con el test de Tukey para un nivel de probabilidad de 0.05. Se lleva a cabo la comparación de medias mediante el test no paramétrico Kruskal-Wallis para muestras independientes por pares.

En el caso de las parcelas mejoradas, S+ obtuvo medias significativamente mayores que en los cercados no mejorados salvo en la actividad DHA (físicoquímicos; Tabla 1, y bioquímicos; Tabla 2) dando cuenta estos últimos de su debilidad desde el punto de vista de la aptitud productiva, sobre todo para P y en el caso de la parcela sin aprovechamiento (A) también para N y MO.

Tabla 2 - Media de las actividades enzimáticas con cambios significativos entre los cercados (n=15)

TRATAMIENTO	GLC _t $\mu\text{gPNP} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	CAT _t $\text{mmoles} \text{O}_2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	DHA $\mu\text{gINTF} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	URE $\mu\text{gN-NH}_4 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$
S-: no mejorada	75b	1,39a	149b	2,6a
S+: mejorada 2006	91a	1,45a	140b	2,1a
S: mejorada 2016	106a	1,19b	398a	1,1b
A: abandonada	65b	1,28b	122b	0,9b

Medias seguidas de diferentes letras en la misma columna indican una diferencia estadísticamente significativa de acuerdo con el test de Tukey (ANOVA) para un nivel de probabilidad de 0.05. Se lleva a cabo la comparación de medias mediante el test no paramétrico Kruskal-Wallis para muestras independientes por pares.

Las prácticas implementadas en la dehesa pueden alterar el contenido en carbono orgánico y aunque no conocemos el papel que juegan los cambios en la intensidad del pastoreo sobre la capacidad de las comunidades microbianas del suelo para procesar la materia orgánica (Eldridge & Delgado-Baquerizo, 2017), sí sabemos que la enzima GLC se correlaciona con la MO y con parámetros asociados a la fertilidad del suelo (Tabla 3; y estudios anteriores (de Santiago *et al.*, 2019)). Los valores mínimos para URE en la parcela A probablemente sean debidos a la ausencia de aporte orgánico al no entrar el ganado en la parcela. La DHA, superior en S se correlacionó también con el contenido en MO así como con el P disponible; este aumento puede deberse al mayor contenido en MO del cercado, esta parcela es más umbría y probablemente el proceso de mineralización en primavera sea más lento.

La FOS (datos no incluidos en Tabla 2) no obtuvo diferencias significativas entre cercados ($F=1.428$; $\text{sig}=0.244$) siendo su valor medio $378 \mu\text{g PNP} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Esta actividad enzimática no se correlacionó con el P disponible, probablemente debido a que el nivel

se considera bajo (Tabla 1), aunque suficiente para la producción de pasto de calidad (en los cercados mejorados).

Los resultados mostraron que el valor KMO (0.641) y la prueba de esfericidad (Chi= 228,55; gl =55 y Sig.=0.000) fueron adecuados para ejecutar el análisis de ACP indicando una correlación significativa entre los distintos indicadores elegidos para explicar por un lado factores asociados a la actividad microbiana (CP1), y por otro los que inciden directamente en la fertilidad del suelo (CP2) (Tabla 3), que explicaban entre los dos el 54,59% de la varianza acumulada.

Tabla 3 - Matriz de componente rotado^a

	Componente	
	1	2
GLC	,802	
DHA	,799	
PBray	,743	
MO	,729	,361
arcilla	,423	
FOS	,353	,741
CIC	-,403	,723
Nt		,677
Ca		,614
URE		,564
Valor característico	3,252	1,661
Contribución VARIANZA (%)	36,13	18,46
(%) VARIANZA acumulada	36,13	54,59

Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser. ^a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

La componente principal (CP1) se relacionó con aquellos indicadores que reflejan una mayor vinculación con la actividad microbiana asociada al ciclo del carbono: GLC y DHA, pero además, al igual que confirmaron los coeficientes de correlación de Pearson (datos no incluidos), se correlacionó con la liberación de P disponible, la MO y la arcilla. La actividad fosfatasa (FOS), el Nt, la CIC y el Calcio de cambio se asociaron con la fertilidad directa del suelo correspondiente a la CP2 representando el 18.46% de la varianza.

Los indicadores propuestos, a priori, se promulgan como adecuados para monitorizar la calidad del suelo desde el punto de vista de la aptitud productiva en la dehesa, tal y como proponen Seker *et al.* (2017) en sistemas agroforestales.

CONCLUSIONES

La mejora de pastos y el pastoreo sostenible favorecen la fertilidad del suelo y aumentan parámetros relacionados con el C lábil del suelo, aumentando la actividad microbiana. El abandono del pastoreo en las dehesas disminuye su fertilidad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Junta de Extremadura (Proyecto SINERGEX), cofinanciado por el Programa Operativo del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) 2014-2020 de Extremadura y el Grupo de Investigación AGA001 (GR21196).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Santiago, A.; Recena-Garrido, R.; Perea-Torres, F.; Moreno-Aguirre, MT.; Carmona-Chiara, E & Delgado-García, A. (2019) - Relationship of soil fertility to biochemical properties under agricultural practices aimed at controlling land degradation. *Land Degradation and Development*, vol. 30, n. 9, p. 1121-1129. <https://doi.org/10.1002/ldr.3298>
- Eldridge, D, & Delgado-Baquerizo, M. (2017) - Continental-scale impacts of livestock grazing on ecosystem supporting and regulating services. *Land Degradation and Development*, vol. 28, n. 4, p. 1473–1481. <https://doi.org/10.1002/ldr.2668>
- García-Izquierdo, C.; Gil, F.; Hernández, T. & Trasar-Cepeda, C. (2003) - *Técnicas de análisis de parámetros bioquímicos en suelos: medida de actividades enzimáticas y biomasa microbiana*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Gil-Sotres, F.; Trasar-Cepeda, C.; Leirós, M.C. & Seoane, S. (2005) - Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 37, n. 5, p. 877-887. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.10.003>
- Pulido, M.; Schnabel, S.; Lavado-Contador, J.F.; Lozano-Parra, J. & González, F. (2016) - Evaluación de la calidad del suelo en dehesas y pastizales del suroeste de España. In: *Congreso Ibérico de la Dehesa y el Montado*, Badajoz, Noviembre.
- Seker, C.; Özyaytekin, H.H.; Negi, S.H.; Gümü, S.L.; Dedeoglu, M.; Atmaca, E. & Karac Ü. (2017) - Identification of regional soil quality factors and indicators: a case study on an alluvial plain (central Turkey). *Solid Earth*, vol. 8, p. 583–595.