

## INCIDENCIA FITOEDAFICA DE UN USO GANADERO EN UN ANTIGUO AGROSISTEMA CEREALISTA<sup>1</sup>

J. PASTOR\* ; A.J. HERNÁNDEZ\*\* ; E. ESTALRICH\*\* ; A. URCELAY\* y T. GONZÁLEZ\*\*\*

\* Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Madrid.

\*\* Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá de Henares.

\*\*\* Finca Experimental del Encin, CAM, Alcalá de Henares.

### RESUMEN

El cese de un cultivo, dedicado durante muchos años a la rotación de cebada-veza, en un suelo cerealista de secano representativo, perteneciente a la Comunidad de Castilla-La Mancha, en el que se propició por un lado la recuperación de la vegetación natural y por otro se sometió a un pastoreo itinerante con ovino, comenzó a poner ya de manifiesto al cabo de pocos años la variación experimentada en las condiciones físicas y químicas del suelo así como la variación del número de especies y el recubrimiento de las mismas. Así, la densidad aparente y la estabilidad estructural del suelo se incrementaron especialmente en la zona pastada. Las tendencias de variación de la fertilidad que empiezan a apuntarse, fueron el incremento de materia orgánica y los contenidos de N total, P asimilable, K cambiante y fosfatos solubles. Las concentraciones de nitrato, fosfato y materia orgánica representaron las diferencias más destacadas entre tratamientos, al final de este primer período de observación.

Por otra parte, la riqueza de especies se incrementó progresivamente de 65 a 122 especies. Algunas de las nuevas especies que aparecieron eran leguminosas de cierto valor forrajero y aparecieron fundamentalmente en la zona pastada.

Nuestros resultados parecen indicar que el uso controlado de ganado después de la retirada de cultivo de cereal en estos suelos es conveniente. Un manejo adecuado evita que existan problemas serios de compactación así como que exista un exceso de biomasa seca proclive a ser pasto de las llamas.

**Palabras clave:** Retirada de tierras, efecto del pastoreo, factores edáficos, riqueza de especies, recubrimiento herbáceo.

1. Este estudio ha sido financiado por la Comunidad de Castilla-La Mancha

## INTRODUCCION

Existe en la actualidad la necesidad de cambiar la habitual agricultura cerealista de secano a otros usos, cuyas consecuencias hemos comenzado a estudiar (Pastor *et al.*, 1991, Hernández *et al.*, 1991). El problema es de crucial importancia en las zonas semiáridas, ya que ciertas causas de la degradación de los suelos de estas áreas se encuentran relacionadas con un manejo inadecuado de las mismas. Ello produce problemas de compactación o la existencia, en casos, de un exceso de biomasa no consumida, proclive a ser causa de la proliferación de incendios. El tipo de clima en este territorio, con lluvias intensas y poco frecuentes, conlleva además el riesgo de erosión, unido a una severa limitación hídrica para la vegetación en ciertas estaciones del año, que las especies autóctonas palian en cierto modo.

Los ecosistemas de pasto, que en estas áreas han coexistido con los agrosistemas cerealistas, poseen un gran interés ecológico a causa de su gran riqueza de especies, no sólo de notable valor forrajero, sino también imprescindibles, a nuestro juicio, para la lucha contra los procesos erosivos, pero dada la agresión que sufren estos sistemas por la acción antrópica, se corre también el riesgo de hacer desaparecer con un mal uso, ecotipos de estas especies de gran interés por su adaptación a las condiciones xéricas y frugales de estos medios.

El aprovechamiento ganadero de dichos pastos y rastrojeras también ha sido una práctica habitual en el territorio, en precario en la actualidad por la disminución del número de pastores. No obstante, pensamos que por múltiples razones, el pastoreo de estos ecosistemas debe ser mantenido como alternativa. De ahí el estudiar y evaluar sus efectos.

En primer lugar en orden a paliar los problemas existentes, uno de los principales objetivos, que requiere una atención urgente, es la caracterización de los suelos como sustrato para el desarrollo de la vida silvestre, ya que la mayoría de los estudios edáficos realizados sobre ellos han sido abordados desde perspectivas poco adecuadas por su marcado enfoque agrícola, lo que ha condicionado, en gran parte, el conocimiento parcial e insuficiente que hemos dispuesto sobre los mismos. Por ello uno de nuestros propósitos está siendo tratar de estudiar el suelo en su aspecto ecológico, lo que hace necesario caracterizar y analizar adecuadamente los primeros centímetros, en lo que respecta a las características físicas que condicionan el crecimiento de las raíces, así como realizar un análisis más profundo de las características químicas que definen la fertilidad de los mismos. Se pueden abordar así, aquellos aspectos que nos permitirán definir las nuevas condiciones de los suelos donde se establecen las comunidades vegetales subsiguientes a la retirada de un cultivo rotatorio de cebada-veza, sometido o no a pastoreo con ovino.

## MATERIAL Y METODOS

La finca donde se desarrolló la experimentación pertenece al Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC, está situada en la provincia de Toledo y tiene una extensión de 90 Ha. La finca denominada "La Higuera" se incluye en la denominada Cuenca Sedimentaria del Tajo donde predomina el paisaje de plataformas (Martínez de Pisón, 1977). Los suelos se desarrollan sobre sedimentos detríticos arcósicos y los más frecuentes en la misma son los Luvisoles (López-Fando, 1991). Dichos suelos son claramente representativos entre los utilizados para la producción cerealista de secano en el norte de la submeseta sur. La finca y su entorno pertenecen a un clima continental semiárido, con un invierno fresco y de elevadas temperaturas estivales (Oliver *et al.*, 1985).

Para la realización de este trabajo se ha dispuesto de cerca de una hectárea, que durante muchos años estuvo dedicada fundamentalmente a cultivo cerealista y que desde 1987 ha sido abandonado en la misma con fines experimentales. Se sitúa en un suelo de tipo luvisol cálcico y ha sido sometido a dos diferentes tratamientos durante cuatro años consecutivos: pastoreo ocasional con ovino itinerante y recuperación natural del tapiz vegetal. Ambas áreas se dividieron cada una en 4 subzonas de acuerdo con la suave pendiente del terreno. En ellas, y durante la primavera de cada año se realizaron los inventarios florísticos y al azar se tomaron las muestras de suelo.

El pastoreo se realizó con un rebaño representativo de la zona para la producción de leche, compuesto por 147 animales, 4 moruecos de raza manchega y ovejas talaveranas. La fase de entrada del ganado ha sido única, durante la primavera (abril-mayo), dependiendo del estado fenológico y de desarrollo del pasto. El tiempo de permanencia del rebaño en el pasto ha sido de una media de 3 horas diarias, de 2 a 3 días a la semana, mientras que la oferta vegetal era consumible, lo cual ocurrió entre 7 y 10 días, dependiendo del año. El rebaño luego seguía un recorrido usual por otros pastos naturales, rastrojos o restos de otras cosechas de la zona.

La evolución de las variables físicas del sistema estudiado se ha realizado mediante las medidas de la densidad aparente e inestabilidad estructural. La evolución de la fertilidad del suelo se pone de manifiesto por la materia orgánica y los nutrientes N, P y K<sup>+</sup> bajo diferentes formas. La variación de las especies herbáceas se expone a través de la riqueza y recubrimiento de las mismas, agrupadas en las principales familias. Los análisis físicos y químicos se han realizado según se muestra en Hernández y Pastor (1989). Para el estudio del significado estadístico de la evolución de sus valores, se utilizó la t-student, empleando el paquete estadístico CSS: STATISTICA de Statsoft.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados que se exponen corresponden a una primera etapa del estudio planteado a partir del abandono del cultivo de cereal en la parcela de experimentación y corresponden al 1° y 4° año de observación después de cesar la siembra de cebada. Estos resultados son, por el momento, solamente indicativos de las tendencias que están ocurriendo en estos agroecosistemas, ya que ha transcurrido aún muy poco tiempo desde la retirada de cultivo de este área.

TABLA 1

**Evolución de la densidad aparente y de la inestabilidad estructural del suelo.**  
*Evolution of the apparent bulk density and the structural instability of the soil*

	Uso del suelo	1° año	4° año	grado signif. (p.)
DENSIDAD APARENTE	Zona pastada	1,42±0,01	1,47±0,0,2	0,016 (95%)
	Zona no pastada	1,43±0,12	1,47±0,07	
INESTABILIDAD ESTRUCTURAL	Zona pastada	2,66±0,96	1,44±0,28	0,016 (95%)
	Zona no pastada	1,95±0,25	1,35±0,30	0,010 (95%)

En primer lugar podemos ver que la densidad aparente del suelo (Tabla 1) incrementó entre el primer y cuarto año. El tratamiento donde son más homogéneos los valores medidos corresponde con el sometido a pastoreo itinerante, como demuestran los valores de la desviación típica, debido quizás a la acción igualatoria que produce el desplazamiento del ganado por la parcela. El pisoteo del ganado ovino afecta significativamente a la densidad aparente. En el otro transecto, en el que se recupera la vegetación natural, el rango de valores era inicialmente más amplio y así se ha mantenido hasta el final del período de observación. Las diferencias en este caso entre el 1° y 4° año no son significativas.

La ausencia de labores ha permitido igualmente que se estabilice la estructura del suelo. Así al observar la evolución del índice de inestabilidad estructural, notamos que éste ha decrecido drásticamente entre el primer y el cuarto año de observación siendo las diferencias significativas en ambos casos, alcanzando en el caso de las parcelas pastoreadas poco más de la mitad del valor medio inicial, lo que tiene como consecuencia un menor peligro en lo referente a los procesos erosivos, que han disminuído claramente (Pastor *et al.*, 1992).

TABLA 2

**Evolución del contenido de materia orgánica y de la fertilidad del suelo***Evolution of the organic matter content and the fertility of the soil*

PARAMETRO EDAFICO	Uso del suelo	1° año	4° año	grado signif. (p.)
<b>MAT. ORGANICA</b> (%)	Zona pastada	1,1±0,07	1,5±0,33	0,003 (99%)
	Zona no pastada	1,2±0,19	1,9±0,29	
<b>NITROGENO</b>				
N Total (%)	Zona pastada	0,072±0,007	0,078±0,015	
	Zona no pastada	0,069±0,005	0,074±0,009	
Nitratos (mg/100 g.)	Zona pastada	2,2±1,5	3,7±2,2	0,000 (99,9%)
	Zona no pastada	1,4±0,36	0,14±0,07	
Amonio (mg./100 g)	Zona pastada	1,1-0,3	1,1±0,04	
	Zona no pastada	1,0±0,3	1,1±0,2	
<b>FOSFORO</b>				
P asimilable (mg/100 g.)	Zona pastada	111,3±47,3	163,0±71,3	
	Zona no pastada	137,1±75,7	176,7±57,0	
Fosfatos (mg/100 g.)	Zona pastada	trazas	0,34±0,26	0,060 (90%)
	Zona no pastada	0,29±0,37	1,00±0,67	0,084 (90%)
<b>POTASIO</b> (mg/100 g.)	Zona pastada	19,7±1,7	30,1±8,3	0,082 (90%)
	Zona no pastada	24,5±6,8	35,1±7,4	0,053 (90%)

En la tabla 2 vemos, en primer lugar, que la materia orgánica ha aumentado en estos cuatro años en un 0,4 % en los lugares pastados y en un 0,7 % en los no pastados, siendo en este caso las diferencias muy significativas.

En lo referente a los nutrientes, el N total igualmente aumentó de un mismo orden, aunque no de forma significativa, en los dos tratamientos, compensando al parecer las heces de ovino la menor biomasa existente en la zona pastoreada. La respuesta del porcentaje de nitratos solubles fue en cambio muy diferente. Existía un empobrecimiento muy altamente significativo de nitratos en la zona no pastada, como consecuencia de los cuatro años en los que no ha existido fertilización (Urcelay *et al.*, 1992), no compensado por el mayor número de leguminosas existente en esta zona, ya que su porcentaje de recubrimiento es aun muy bajo. En cambio, las heces de ovino han aumentado considerablemente, si bien no de forma significativa, el porcentaje de nitratos en las zonas pastadas. El contenido de amonio no mostró diferencias en ningún caso.

En lo que respecta al nivel de fósforo en el suelo, el P asimilable aumentó claramente en ambos tratamientos, si bien las diferencias no son aún significativas, mientras que el porcentaje de fosfatos solubles también aumentó en ambos casos, pero en mayor grado en la zona no pastada. En este caso el nivel de significación (90%) parece ratificar la tendencia en dicho sentido.

Con respecto al otro elemento analizado, el K cambiante, se pudo observar un incremento similar tanto en las parcelas pastadas como en las no pastadas, en donde ocurre la recuperación de la vegetación natural. En éstas últimas es donde se encuentran lógicamente las cantidades más altas de material vegetal muerto en pie. Al igual que en el caso anterior, el grado de significación del 90% parece indicar la tendencia en dicho sentido. Gómez Gutiérrez *et al.* (1979) realizaron un estudio experimental de la evolución estacional del contenido de bioelementos en heces de vacuno en las dehesas salmantinas, pero no tenemos datos de efectos de las heces de ovino en este tipo de suelo.

La Tabla 3 muestra el incremento logrado en el número de especies al final de la experimentación. La riqueza de especies ha progresado claramente y paulatinamente de año en año. En la tabla podemos ver que al cabo del cuarto año, el número de gramíneas ha aumentado en 6 especies, el de leguminosas en 11, el de compuestas en 21 y el de "otras" en 19. El enriquecimiento mayor lo presentan las compuestas, seguido de "otras", aunque también es importante el aumento del número de leguminosas.

En lo que concierne a la evolución de las principales familias botánicas, el primer año se pudo observar que la riqueza florística estaba basada en su gran mayoría en las denominadas "malas hierbas" del cultivo, mientras que en el cuarto año existen ya leguminosas y gramíneas de valor forrajero variable, tales como *Coronilla scorpioides*, *Lathyrus cicera*, *Vicia villosa* y sobre todo compuestas (Hernández *et al.*, 1993).

En lo que respecta a los tratamientos, vemos que el número de especies difiere, entre ambos, en todos los casos, siendo la diferencia menor la observada en el número de compuestas y la mayor la que corresponde a la presencia de "otras". Por otra parte, salvo para las compuestas cuyo número fue algo más elevado en la zona pastada, para las otras tres familias el número de especies era más alto en la zona no pastada.

Respecto al porcentaje de recubrimiento vegetal, el primer año de abandono la cubierta vegetal estuvo distribuida de modo irregular, siendo muy escasa en determinados puntos y oscilando entre un 25 y un 60%, con un 33% de media. En esta tabla también podemos observar el incremento de dicho recubrimiento al cabo del cuarto año, y que éste era considerablemente más elevado en la zona pastada, por el efecto beneficioso del pastoreo tanto en reducir la biomasa como en propiciar la distribución de semillas y el encespedamiento.

TABLA 3

**Evolución del número de especies y del recubrimiento herbáceo de las principales familias botánicas.**

*Evolution of the species number and the vegetation cover of the main botanic families*

FAMILIAS BOTANICAS	Uso del suelo	1º año	4º año
Gramíneas	Zona pastada		14
	Zona no pastada		19
	Total del área	16	22
Leguminosas	Zona pastada		9
	Zona no pastada		13
	Total del área	8	19
Compuestas	Zona pastada		28
	Zona no pastada		25
	Total del área	12	33
Otras	Zona pastada		28
	Zona no pastada		40
	Total del área	29	48
Recubrimiento herbáceo medio	Zona pastada		90±2
	Zona no pastada		68±14
	Total del área	25-60	79±15

El porcentaje creciente de biomasa muerta en pie en la zona no pastada, junto con una mayor altura media de la hierba, 45,3 cms. frente a 27,7 cms. en la zona pastada (Pastor *et al.*, 1993), hizo que un incendio debido a la imprudencia de una quema de rastrojos en una finca colindante ocurrida al final del cuarto año, causase una fuerte calcinación del suelo en los puntos con mayor biomasa seca de la zona no pastada, frente a los daños ligeros producidos por el fuego en la zona pastada. Ello fue puesto de manifiesto por la existencia de calvas en la primavera siguiente en las zonas calcinadas, frente a diferencias menores en las zonas quemadas, donde la biomasa seca no era mucha.

Las diferencias observadas en los tipos de uso parecen deberse a la cubierta vegetal existente, en lo que respecta al porcentaje de recubrimiento y en la composición florística. En lo que respecta a la evolución de la cubierta vegetal, se observó que además de baja du-

rante el primer año, en ella sobresalía la aparición de especies que habían sido cultivadas con anterioridad, tales como las ya mencionadas cebada y veza, junto con ellas destacaban numerosas "malas hierbas" típicas de los campos de cereal. El diferente tratamiento de uso del suelo favorece más el recubrimiento de unas especies que de otras (Hernández *et al.* 1993). Como ya fue señalado (Urcelay *et al.*, 1990) tales diferencias parecen estar relacionadas con el comportamiento frente a los procesos erosivos.

Los tipos de sistemas radiculares y el desarrollo fenológico proporcionó una mejor protección del suelo durante la primavera (con el desarrollo temprano de *Anacyclus clavatus* que tiene una roseta basal) mientras que la distribución en los primeros centímetros de la superficie de las raíces de las gramíneas (Hernández *et al.*, 1992) es importante en otoño cuando la cubierta vegetal debida a los terófitos ya casi ha desaparecido. El incremento numérico de diferentes tipos de gramíneas y especialmente el de su recubrimiento puede ser beneficioso, ya que sus extensos y superficiales sistemas radiculares ayudan a mejorar la circulación del agua en la capa superficial del suelo, que es fundamental para el correcto funcionamiento del sistema. Así mismo, el aumento de especies de compuestas también facilita el proceso de aireación de este nivel edáfico a causa de sus sistemas radiculares axomorfos. A esto se le une la creciente aparición de leguminosas con sistemas radiculares semejantes a los últimos mencionados. Pensamos que este aspecto ayuda a reducir el grado de compactación del suelo.

## CONCLUSIONES

La densidad aparente de la capa superficial edáfica se incrementa en ambos tipos de tratamiento y disminuye la inestabilidad estructural de la misma, especialmente en el ensayo con pastoreo. La compactación dependerá de los primeros centímetros del suelo, por ello hay que tener en cuenta un buen manejo del ganado si se quiere utilizar para este fin el territorio.

Los aumentos del contenido de materia orgánica, N total, P asimilable, fosfatos solubles y K son las tendencias más noticiables de la variación de la fertilidad edáfica a lo largo del período de estudio.

Las variaciones de los contenidos de nitratos, fosfatos y materia orgánica son los hechos más destacados de las diferencias de fertilidad entre tratamientos. El bajo contenido en nitratos puede poner en precario el desarrollo de ciertas especies y ser en consecuencia limitante en la zona no pastada.

La riqueza de especies ha aumentado claramente, de 65 a 122 especies, y aparecen

nuevas leguminosas, algunas de valor forrajero (*Coronilla scorpioides*, *Lathyrus cicera*, *Vicia villosa*) principalmente en la parcela pastada. El hecho es de destacar ya que no existen en el entorno más cercano pastos naturales, estando la zona de trabajo rodeada de cultivos.

Pensamos que el abandono total del cultivo sin ningún tipo de intervención, no es adecuado en este territorio debido al incremento de necromasa muy susceptible al fuego.

## BIBLIOGRAFIA

- GOMEZ GUTIERREZ, J.M.; GARCIA CRIADO, B. y LUIS CALABRIG, E. 1979. Fases de incorporación de las heces de vacuno al suelo. *Anu. Cent. Edafol. Biol. Apl. Salamanca*, 5: 145-158.
- HERNANDEZ, A.J. y PASTOR, J. 1989. Técnicas analíticas para el estudio de interacciones suelo-planta. *He- nares, Rev. Geol.*, 3: 67-102.
- HERNANDEZ, A.J.; ESTALRICH, E.; PASTOR, J.; URCELAY, A. and SANZ, L.A. 1991. Plant cover and erosion relationships in continental mediterranean environments. In: *Prevention and control of landsli- des and other mass movements*. Ed. Almeida-Teixeira, M.E. Comission of the European Communities. Luxembourg. pp.: 349.
- HERNANDEZ, A.J.; PASTOR, J.; URCELAY, A. and ESTALRICH, E. 1992. Características radicales de pastos oligotrofos con *Agrostis*: *XXXII Reunión Científica de la S.E.E.P.* Pamplona. pp.: 140-145.
- HERNANDEZ, A.J.; ESTALRICH, E.; URCELAY, A. y PASTOR, J. 1993. Evolución del recubrimiento her- báceo bajo diferentes alternativas de uso en terrenos cerealistas abandonados de Castilla-La Mancha. En: *Ecología y Botánica de Pastos. Actas XXXIII Reunión de la Sociedad Española para el Estudio de los Pas- tos*. Ciudad Real. pp.: 89-98.
- LOPEZ-FANDO, C. 1991. *Degradación de un Xeralf sometido a distintas técnicas agrícolas*. Tesis doctoral. Univ. Politécnica. E.T.S.I.A. Madrid. 223 pgs.
- MARTINEZ DE PISON, E. 1977. *Los paisajes naturales de Segovia, Avila, Toledo y Cáceres. Estudio geográ- fico*. Ed. Inst. de Estudios de Administración Local.
- OLIVER, S.; GONZALEZ, R. y LACASTA, C. 1988. Caracterización climática de la Finca Experimental "La Higuera". *Avances sobre investigaciones en Bioclimatología*. Blanco, A. (ed.). pp.: 87-95.
- PASTOR, J.; URCELAY, A.; HERNANDEZ, A.J. and ESTALRICH, E. 1991. Land use patterns and arkosic soil erosion. *Annales Geophysicae*, Suppl. vol.9: 581-582.
- PASTOR, J.; URCELAY, A.; HERNANDEZ, A.J. et ESTALRICH, E. 1992. Mutations expérimentées par les systémes cerealistes en Espagne Centrale: Incidence sur l'erosion des sols. *Internat. Symposium in Farm Lands Erosion in temperate Plains Environments and Hills*. Ed. S. Wicherek, E.N.S. et C.N.R.S.: 122-123.
- PASTOR, J.; URCELAY, A.; HERNANDEZ, A.J.; ESTALRICH, E. and MINGUEZ, A. 1993. Incidence of changes in land use on cerealistic landscape of Central Spain. Memorial Symposium Prof. J. de Ploey. "Experimental Geomorphology and Landscape Ecosystem Changes". Leuven, Belgium. pp.: 88.
- URCELAY, A.; PASTOR, J.; ESTALRICH, E. and HERNANDEZ, A.J. 1990. Rainfall incidence on different soil use after cereal abandonment in Central Spain. Seminar on *Interaction between Agriculture Systems and Soil Erosion in the Mediterranean Belt*, E.S.S.C. Lisbon. pp.: 232.
- URCELAY, A.; PASTOR, J.; OLIVER, S.; HERNANDEZ, A.J. and ESTALRICH, E. 1992. Repercussions of abandonment of cereal lands on soluble nitrate losses in semiarid environments. *Annales Geophysicae*, Suppl. vol.10: 307.

## SUMMARY

### INFLUENCE OF CATTLE RAISING ON PLANTS AND SOIL IN AN AGROSYSTEM FORMERLY DEVOTED TO CEREALS

We studied the change trends in the physical and chemical conditions of soil, species richness, plant cover, and the effect of grazing on former agricultural land (rotational crops of barley and vetch) in Castilla-La Mancha after four years of abandonment. Soil apparent density and stability increased, chiefly in the grazed areas. The most noticeable variation trends in soil fertility were the increase in organic matter, total N, assimilable P, soluble phosphates, and K content. Nitrate, phosphate and organic matter concentrations represented the main differences among the different treatment groups. Species richness increased from 65 to 122 species. Some of the new species were legumes of somewhat forage value that mostly appeared in the grazed area. Our results advise the use of controlled sheep grazing right after the abandonment of cereal crops in Central Spain. This management avoids soil compactation problems and the accumulation of dead phytomass that triggers fire propagation.

**Key words:** Agricultural land abandonment, grazing effect, soil conditions, species richness, herb cover.