

INFLUENCIA DE LA LITOLOGÍA EN LAS CONSECUENCIAS DEL ABANDONO DE TIERRAS DE CULTIVO EN MEDIOS MEDITERRÁNEOS SEMIÁRIDOS

*Asunción Romero Díaz*¹

Universidad de Murcia

RESUMEN

Se analiza la importancia que el abandono de tierras ha tenido en la Región de Murcia en los últimos años, los efectos que ocasiona el abandono y los ensayos de actuaciones que se han realizado en campos abandonados y degradados para su recuperación.

En las dos últimas décadas, posiblemente, se han abandonado en la Región de Murcia más de 100.000 has, y estas tierras se localizan en áreas de suelos muy degradados y que pueden ser muy afectadas por procesos de erosión.

Las experiencias realizadas en campos abandonados muestran respuestas muy diferentes en suelos con substrato calizo o margoso. Mientras que el abandono en suelos calizos, desde un punto de vista erosivo, puede ser positivo; en suelos margosos es muy negativo. En estos últimos suelos, en el mejor de los casos, es necesario un periodo muy dilatado de años para su recuperación; siendo lo más frecuente la aparición y extensión de importantes procesos y formas de erosión.

Se ha demostrado como la adición de residuos sólidos urbanos es una forma muy efectiva de regeneración de suelos y cubierta vegetal en condiciones mediterráneas semiáridas.

Palabras clave: Erosión, litología, abandono de tierras, Región de Murcia, medios mediterráneos semiáridos.

ABSTRACT

The importance that the lands abandonment has had in Murcia in the last years, the effects that causes the abandonment, and the tests that they have been carried out in abandoned and degraded fields for his recovery, are analysed.

Fecha de recepción: 17 de noviembre de 2003. Fecha de aceptación: 19 de enero 2204.

¹ Departamento de Geografía Física, Humana y Análisis Geográfico Regional. Facultad de Letras. Campus de La Merced, 30001 MURCIA (España). E-mail: arodi@um.es

In the two last decades, possibly, they have been abandoned in the region of Murcia 100.000 hectares, and these lands are located in soil areas very degraded and that they can be very affected by erosion processes.

The experiences carried out in abandoned fields show very different answers in soils with calcareous and marls parent material. While the abandonment in calcareous soils, from a erosive point of view, it can be positive; in marls soils is very negative. In these last soils, in the best of the cases, must happen a period very delayed of years for his restoration; being it more frequent the appearance and extension of the processes and forms of erosion.

It has been demonstrated as the addition of urban solid residues is a form very effective of regeneration of soils and vegetable cover in semi-arid Mediterranean conditions.

Key words: erosion, lithology, abandonment lands, Murcia region, semiarid Mediterranean environment.

1. INTRODUCCIÓN

Las causas fundamentales del abandono de campos de cultivo, se debe principalmente desde antiguo al éxodo rural y a los escasos rendimientos económicos; más recientemente, las actuales políticas agrarias han incrementado la superficie retirada de las prácticas agrícolas.

La degradación del suelo en la región mediterránea se percibe como una de las mayores amenazas debido a cambios en los usos del suelo y a un posible cambio climático (Cammeraat & Imeson, 1998). En las condiciones ambientales que caracterizan al área mediterránea, el suelo evoluciona muy lentamente y su capacidad de regeneración es escasa, por lo que si el hombre modifica inadecuadamente las características y propiedades de los suelos, las consecuencias pueden ser, en algunos casos, muy importantes e irreversibles.

De todos es conocido como la roturación y puesta en cultivo de tierras, lleva consigo una disminución de la materia orgánica en el suelo y una degradación de la estructura. Si los suelos que han sido cultivados, y que ya se encuentran degradados, se abandonan, en condiciones climáticas áridas y litologías erosionables, sufren una degradación aún más importante, actuando sobre ellos distintos procesos de erosión y desertificación.

La Región de Murcia, localizada en una región semiárida, con escasas precipitaciones y elevada variabilidad climática, cuenta con extensas superficies de suelos degradados sobre litologías margosas, donde el abandono de sus tierras podría convertirse en un grave problema. Y son precisamente estas tierras, de escasa rentabilidad económica, las que se abandonan en primer lugar.

Las políticas agrarias actuales, favorecen el abandono de tierras, pero este abandono no se debería de permitir realizarlo sin más, es necesario aplicar distintas prácticas de conservación para evitar su deterioro.

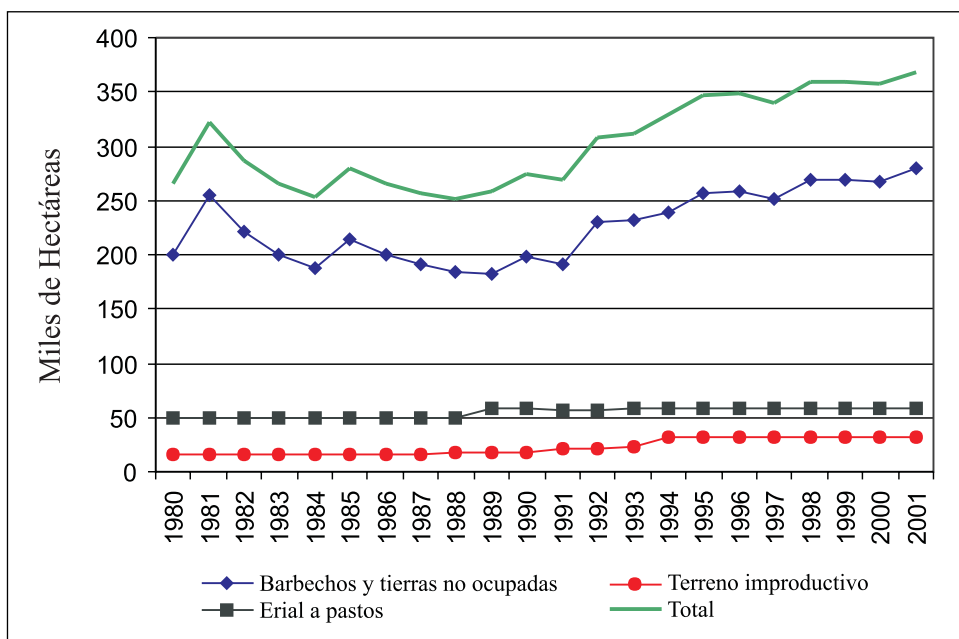
2. IMPORTANCIA DEL ABANDONO DE TIERRAS EN LA REGIÓN DE MURCIA EN ÉPOCA RECIENTE

Examinando las estadísticas agrarias de la región de Murcia, se observa un aumento importante desde los años ochenta, y en especial en la última década, de las tierras dedicadas a barbechos o no ocupadas por cultivos (Figura 1). Se ha pasado de 199.257 has en 1980, a 278.800 has en el año 2001 (CEH, 2002). La diferencia en este periodo es de 79.543 has. Si a esto le sumamos el aumento de las tierras dedicadas a erial a pastos y el aumento de los terrenos improductivos, el total de tierras que presumiblemente se han abandonado se eleva a más de 100.000 has en las dos últimas décadas, lo que equivale al 9,1% de la superficie regional.

Si se analizan los datos correspondientes a la evolución de los cultivos, se observa como de 1980 a 2001 hay un descenso notable, a nivel regional, de las tierras dedicadas a cultivos de secano, si bien es cierto que algunas de estas tierras han pasado a ser tierras de regadío, queda aún una importante superficie de secano que su fin último ha sido el abandono.

A nivel global, las tierras dedicadas a cultivos de secano en las dos últimas décadas, han disminuido en 31.000 has (Tabla 1), mientras que las tierras de regadío han aumentado en 55.000 has. No obstante si se contabiliza el total de la superficie cultivada en 1980 (ya sea de regadío como de secano) y se compara con la de 2001, hay un aumento de 24.000

FIGURA 1
Evolución de las tierras sin cultivar en la región de Murcia



has mas en la actualidad. Esto muestra que el incremento de la superficie cultivada se ha realizado también a partir de tierras incultas con anterioridad, especialmente tierras marginales, con poca vocación agrícola, lo que implica una aceleración de los procesos de degradación en estas tierras.

TABLA 1
Distribución general de la tierra en la Región de Murcia (Miles de hectáreas) (CEH, 2002)

Año	Secano		Regadío		Pastizal		Forestal		Otras Superficies*	
	Has	%	Has	%	Has	%	Has	%	Has	%
1980	445	39.3	137	12.1	27	2.4	316	28.0	207	18.2
1985	426	37.6	170	15.0	26	2.3	301	26.6	209	18.5
1990	419	37.0	188	16.6	22	1.9	293	25.9	211	18.6
1995	417	26.8	187	16.5	17	1.5	279	24.6	232	20.6
2001	414	36.6	192	16.9	17	1.5	275	24.3	234	20.7
Diferencia	-31	-2.7	+55	+4.2	-10	-0.9	-41	-3.7	+27	+2.5

* En otras superficies se incluyen: eriales dedicados a pastos, espartizales, terrenos improductivos y superficies no agrícolas.

La distribución espacial del abandono puede precisarse si se analiza la evolución de las tierras cultivadas por municipios entre los años 1989 y 2001 (CEH, 2002). Contabilizando globalmente la superficie cultivada, tanto de secano como de regadío, se detectan 18 municipios que han visto disminuir su superficie agrícola. Encabeza la lista el municipio de Murcia, seguido de Puerto Lumbreras, San Javier, Moratalla, La Unión, Beniel, San Pedro, Alhama, Mula, Pliego, Alcantarilla, Abanilla, Ceutí, Librilla, Santomera, Albudeite, Torre Pacheco y Lorquí. Si bien hay que mencionar que en algunos municipios, como los de Murcia, San Javier y San Pedro, el descenso de las tierras de cultivo, fundamentalmente, se debe a la presión urbanística, en el resto de los municipios la situación es diferente.

Es de destacar como la mayoría de los municipios que han visto reducidas de manera significativa sus tierras de cultivo, se localizan en cuencas neógeno-cuaternarias, donde sus suelos son predominantemente margosos y muy frágiles a la erosión. Así se pueden citar los municipios de Mula, Abanilla, Albudeite, Alhama, o Librilla. El municipio de Puerto Lumbreras ha visto reducido igualmente sus tierras dedicadas a cultivo, y aquí sus suelos, formados por rocas metamórficas, son al igual que las margas muy susceptibles a la erosión.

Llama la atención el municipio de Campos del Río que, localizado en el centro de la depresión margosa de la Cuenca de Mula, ha experimentado un considerable aumento de la superficie cultivada, tanto de secano como de regadío. Este municipio ha pasado de poseer el 34% de superficie cultivada en 1989, al 51% en el 2001. No obstante, las características de sus suelos, de alta erodibilidad, en especial por su litología margosa, hacen que algunas de las tierras roturadas y puestas en cultivo, en muy poco espacio de tiempo, muestren ya las huellas de unos importantes procesos de erosión (Figura 2). Es de destacar

FIGURA 2

Plantación de olivar reciente en Campos del Río. Efectos de las lluvias registradas el 17 de octubre de 2003. La foto inferior es un detalle de la superior.



también, que es en este municipio donde se localizan algunos de los efectos de la erosión más importantes, encontrados en la Región de Murcia y que están ligados al abandono de superficies cultivadas (Figura 3), de características similares a las tierras recién aterrazadas y puestas en cultivo. Lo que indica que la nueva agricultura (de grandes inversiones, evidentes transformaciones paisajísticas, provocadas por importantes movimientos de tierras, y puesta en cultivo de zonas no aptas para ello), no ha aprendido mucho de la agricultura tradicional, que sin las adecuadas medidas de conservación de los suelos, al igual que aquella, está abocada al fracaso.

3. EFECTOS DEL ABANDONO

Los estudios realizados hasta el momento, en la región de Murcia, en relación con el abandono, han puesto de manifiesto la existencia de dos grupos principales de suelos con características y respuestas muy diferentes frente al abandono de las prácticas agrícolas. Por una parte, hay que citar los suelos generados sobre materiales calizos, y por otra, los originados sobre materiales margosos.

3.1. Suelos con substrato calizo

En general, en suelos con substrato calizo, como los estudiados en el campo experimental de «El Ardal» (Belmonte Serrato *et al.*, 1999), el abandono después de cierto número de años suele ser beneficioso. En esta área se han analizado los efectos del abandono en distintos campos con diferentes edades de abandono (de 1 a 30 años), prestando atención a las características de sus suelos, respuesta erosiva y dinámica vegetal.

Los suelos vuelven a su estado natural, en cuanto a sus características hídricas, nutrientes y cobertura vegetal, se refiere. El abandono permite un aumento de cobertura vegetal, herbáceas anuales en la primera fase, que van siendo sustituidas posteriormente por especies perennes del matorral circundante, y el contenido en materia orgánica muestra una relación importante con el tiempo de abandono (Martínez Fernández *et al.*, 1994). El cultivo de los campos llevó a un empobrecimiento por debajo del 1% en materia orgánica, y tras el abandono la recuperación es muy notable, alcanzando niveles similares a las áreas de matorral que nunca han sido cultivadas (Martínez Fernández *et al.*, 1996).

Respecto a la erosión, los campos abandonados, y en especial los abandonados por más tiempo, muestran valores muy bajos de erosión, frente a los que registran las áreas cultivadas. Después de 7 años de muestreo en un campo abandonado, se observó un bajo coeficiente de escorrentía (0,8%) y una tasa de erosión (24 kg/ha/año) que puede considerarse despreciable (Belmonte *et al.*, 1999). De todos los usos del suelo en los que se ha estudiado la pérdida de suelo en «El Ardal», la menor erosión se ha producido en el campo abandonado (Romero Díaz & Belmonte Serrato, 2002).

Experiencias en campos sembrados de cereal y arados sin sembrar, y con posterioridad abandonados por tres años, se ha observado como el coeficiente medio de escorrentía se eleva en el periodo de abandono, entre un 12 y un 47%, mientras que la tasa de erosión se reduce entre un 11,5 y un 67%, en relación con el periodo de cultivo. El aumento de la escorrentía puede ser debido al aumento de la compactación del suelo, pero esto no incide

FIGURA 3

Dos ejemplos de campos abandonados en el municipio de Campos del Río. Obsérvense los procesos de erosión que se han desarrollado en ellos



en un aumento de la erosión, ya que por el contrario disminuye, a causa del aumento de cobertura vegetal que hace descender la capacidad erosiva de la lluvia (Belmonte *et al.*, 1999).

El factor exposición, también estudiado en «El Ardal», no influye en gran medida en la regeneración de la vegetación natural, aunque, como era de esperar, los campos de umbría muestran valores más altos de cobertura en cada tipo vegetal.

En definitiva, todos los resultados indican que, en esta área, o en otras áreas de características similares, el abandono de campos cultivados propicia la recuperación, tanto de la cubierta vegetal, como de las propiedades del suelo perdidas tras la roturación, al mismo tiempo que se reduce la erosión.

Es de destacar la importancia de los usos post-abandono ya que tienen gran relevancia en su evolución. Se ha detectado que un pastoreo moderado tiene un efecto muy importante en el rejuvenecimiento parcial de las comunidades vegetales, visible por el mantenimiento de estados sucesionales intermedios y altos índices de diversidad (Martínez Fernández *et al.*, 1996); por el contrario, un pastoreo intensivo incidiría, de manera muy negativa, en la regeneración y crecimiento de la cubierta vegetal (Schnabel, 2003).

3.2. Suelos con substrato margoso

En substrato margoso son varios los lugares en la región de Murcia, en donde han sido estudiados los efectos del abandono, así se tienen datos de experiencias realizadas en la Cuenca de Abanilla-Fortuna, Cuenca de Mula y Cuenca del Guadalentín. A diferencia del abandono en substratos calizos, la regeneración de los suelos y la cubierta vegetal en margas se realiza con dificultad y, en ocasiones, en condiciones naturales, no se supera el estado de degradación.

En la cabecera de la cuenca del Guadalentín se ha estudiado el impacto del abandono en la agregación del suelo (Cerdea *et al.*, 1994), en la pérdida de suelo y agua (Cerdea 1995a, 1997), en la humedad del suelo (Cerdea, 1995b) y en la dinámica microbiana (Cerdea *et al.*, 1995, 1998; García Izquierdo *et al.*, 1997a; 1997b; Roldán *et al.*, 1997).

Respecto a la estabilidad de agregados, los resultados ponen de manifiesto, como en campos abandonados, los agregados del suelo son muy inestables y es muy baja la capacidad para volver a unas condiciones iniciales (Cerdea *et al.*, 1994). Mediante simulaciones de lluvia se han determinado las pérdidas de suelo y agua, constatándose como es en los campos abandonados en donde más erosión se produce, a pesar de que en determinadas litologías, después de un abandono prolongado, la erosión se ve disminuida por la presencia de vegetación.

La distribución espacial de la actividad biológica muestra una clara influencia del uso del suelo. Frente al abandono existe una recuperación más rápida de la densidad de microorganismos que de la agregación (Cerdea *et al.*, 1995). Los suelos margosos, abandonados por más de 15 años y erosionados, comparados con los suelos que nunca han sido cultivados, tienen un bajo contenido en carbono orgánico total, y sustancias húmicas (García Izquierdo *et al.*, 1996). No obstante, en la rambla de «El Chortal» (Cabecera del Guadalentín), se ha comprobado como durante los años seguidos inmediatamente al abandono, los suelos muestran niveles mucho más bajos de carbono orgánico total, sustancias húmi-

cas y fracciones lábiles de materia orgánica, que los suelos naturales; pero los suelos abandonados durante más de 15 años, comienzan a recuperar sus fracciones orgánicas después de la aparición de vegetación espontánea. Cuando los suelos abandonados no se cubren de cubierta vegetal y están sometidos durante varios años a procesos degradativos, como la erosión, reflejan una baja actividad microbiana y, por tanto, una escasa calidad biológica (García Izquierdo *et al.*, 1998). En esta misma área (El Chortal) se ha constatado en suelos abandonados entre 3 y 45 años, como después del abandono hay un periodo de 5 años en el que los suelos alcanzan el mayor grado de degradación, después del cual se produce una lenta recuperación, alcanzando valores similares a los de los suelos vírgenes después de 45 años aproximadamente, siempre y cuando exista presencia de vegetación (Roldán *et al.*, 1997).

Las experiencias realizadas en la cuenca de Mula, en campos de substrato margoso y en abandono entre 1 y 25 años, mostraron que tras el abandono, la vegetación colonizó rápidamente los campos, llegando a una cobertura del 20% en los primeros años, pero después los incrementos de cobertura se ralentizaron. El aumento notable de cobertura, en campos recientemente abandonados, se hizo por plantas herbáceas, muchas de las cuales eran demasiado pequeñas para contribuir a un incremento medible de cobertura, por lo que la protección del suelo contra la lluvia no aumentó de modo significativo (Francis, 1986). No obstante, se comprobó un descenso de la erosión del suelo en los campos abandonados por más tiempo, aunque no parece ser debido a la vegetación, sino más bien a la mejora de un factor de erodibilidad del suelo (Francis, 1990).

Todos los estudios realizados en campos de cultivo abandonados en suelos de margas, coinciden en destacar la degradación que supone su abandono y la lenta regeneración de una mínima cobertura vegetal en ellos. Vegetación, por otra parte, necesaria para la protección de los suelos frente a los procesos de erosión.

3.3. Efectos geomorfológicos del abandono

En suelos margosos donde el abandono, en especial en los primeros años, se ha demostrado su efecto degradativo, produce como consecuencias la aparición de procesos de erosión ligados a la formación de regatos y cárcavas, y en especial a la aparición de procesos de tubificación («piping») y formación de «pipes». Son numerosos los ejemplos en la Región de Murcia, donde el abandono de cultivos ha propiciado la generación de estas formas de modelado, siendo de citar las cuencas de Mula y Fortuna-Abanilla, como uno de los ejemplos representativos, aunque no los únicos (Figura 3). En la cuenca de Mula se han realizado diversos estudios sobre la morfología y génesis de estos «pipes», habiéndose observado como estos son una forma común de erosión en bancales agrícolas aterrazados (López Bermúdez & Torcal Sainz, 1986; López Bermúdez & Romero Díaz, 1989; Sánchez Soriano *et al.*, 2003). Se han formulado diversas hipótesis sobre los procesos que los inician. Una de ellas apunta a la existencia de una zona saturada desarrollada en el frente del terraplén, por lo que el «pipe» comienza desde abajo; y su expansión se justifica por el agua que fluye a través de pequeños canales preexistentes en el suelo (Watt, 1991). También se ha constatado como los «pipes» se producen en capas de suelo con alto contenido en limos, bajo contenido en arenas y alta conductividad eléctrica (Vandekerckhove *et al.*, 2000). Otras causas

esgrimidas por otros autores para la génesis del proceso de «piping», y que se han constatado en el área estudiada de la cuenca de Mula son: un importante gradiente hidráulico, diferencias de textura y estructura a diferentes profundidades, presencia de sales solubles y minerales de la arcilla que favorecen los procesos de disolución y formación de grietas de retracción (Sánchez Soriano *et al.*, 2003). A la vista de los estudios realizados se sugiere el cuidado y mantenimiento de los terraplenes de los bancales para impedir la iniciación de «pipes», cosa que no se realiza cuando los campos son abandonados.

La evolución geomorfológica de estas áreas es la aparición de una densa red de canales y la creación de un paisaje de «bad land», de muy difícil recuperación.

4. POSIBLES SOLUCIONES PARA LA REHABILITACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR ABANDONO

Como posibles propuestas para rehabilitar suelos degradados por abandono y evitar su degradación y erosión, se pueden citar: la siembra y plantación de plantas herbáceas y de matorral, y la adición de materia orgánica. Ambas técnicas han sido experimentadas en la Región de Murcia.

Francis & Thornes (1990) han demostrado, con sus estudios en la cuenca de Mula, que en matorral con un alto porcentaje de cubierta, las tasas de erosión son del mismo orden que las que se dan en arbolado; por lo tanto como medida de conservación sería más económico desarrollar matorral en áreas semiáridas que intentar repoblaciones. Como posibles acciones a realizar en áreas degradadas y abandonadas proponen utilizar matorral y plantas herbáceas para la siembra y plantación en suelos degradados, al mismo tiempo que es muy importante mejorar la calidad del suelo. En esta misma línea y además con una rentabilidad económica, otros autores proponen la restitución de la cubierta vegetal con especies patenses y forrajeras, que al mismo tiempo sirvan para alimento del ganado, y por consiguiente, para el desarrollo de la actividad ganadera (Correal, 1982). Las soluciones sugieren la recuperación de terrenos agrícolas marginales para su transformación en pastizales, mediante la plantación de leguminosas perennes (Correal *et al.*, 1992) o arbustos forrajeros (Correal, 1989), lo que ayudaría a disminuir la erosión y a fijar el suelo de áreas degradadas o abandonadas.

En la cuenca de Abanilla-Fortuna, se ha llevado a cabo una experiencia dirigida a conocer el efecto de diferentes dosis de residuos sólidos urbanos en la regeneración de suelos degradados (Albaladejo & Díaz, 1990), con los objetivos de mejorar las propiedades de los suelos, reestablecer la vegetación y restaurar las propiedades de los suelos. Los estudios realizados mediante parcelas experimentales, incorporando diferentes dosis de residuos sólidos urbanos al suelo (RSU), en suelos muy degradados por erosión, han producido cambios muy significativos en sus propiedades físicas, químicas y biológicas que tienen importantes repercusiones positivas, tanto en su conservación y control de la degradación, como en su regeneración y aumento de la productividad (Albaladejo & Díaz, 1993). La aplicación de RSU a suelos degradados ha frenado la erosión y ha proporcionado al suelo una cubierta vegetal protectora, reiniciándose el ciclo del carbono.

La experiencia de campo se realizó por un periodo de 5 años (1988-1993) y se aplicaron diferentes tasas de RSU en cantidades que oscilaron de 6,5 a 26 kg/m². Con la tasa

más baja la escorrentía total descendió un 67% comparada con la parcela control, y un 98% con la tasa de residuos más elevada. Al mismo tiempo la tasa más baja redujo el 81% de la pérdida total de sedimentos, y el 99% la tasa más alta. (Albaladejo *et al.*, 2000). Por otro lado, se incrementó la fertilidad y la disponibilidad de agua, al mismo tiempo que lo hizo la biomasa vegetal y la cubierta vegetal en relación a la parcela de control. Nueve años después de la incorporación de los RSU el porcentaje de agregados estables que se incrementó con las dosis de RSU, muestra un descenso respecto al primer año, pero la mejora de la estructura del suelo aún subsiste, hecho que se atribuye al efecto del crecimiento de la vegetación (Díaz *et al.*, 1997; 1998). Los estudios realizados de la actividad microbiana (García *et al.*, 2000) muestran, 6 años después de las experiencias, una reactivación de la actividad microbiana del suelo, recuperándose así la fertilidad biológica del mismo. Un aspecto importante es la dosis a aplicar, pues los problemas de contaminación y salinidad aumentan con la cantidad de RSU aplicado. No obstante, los resultados han demostrado que una dosis bastante baja es efectiva por un periodo prolongado.

También sobre suelos margosos degradados en la cuenca de Abanilla, se han realizado otras experiencias incorporando al suelo lodos de depuradora (Gómez Lucas *et al.*, 1998), con el objetivo de observar la incidencia del nitrógeno, de la materia orgánica y del contenido de carbohidratos en la estabilidad de agregados. Los resultados muestran un incremento del contenido de todos ellos, incremento que es proporcional a la cantidad de fangos aplicados al suelo. Los carbohidratos, nitrógeno y materia orgánica contribuyen positivamente al incremento de los agregados del suelo, siendo los carbohidratos el parámetro más fuertemente relacionado con este incremento.

En suelos margo-arcillosos de la cuenca de Mula se comparó la adición al suelo de residuos frescos y compostados (RSU, lodos de depuradora y compost), en la eficacia para la mejora de la calidad de suelos. Y la calidad se vio visiblemente mejorada con adiciones orgánicas. La mejora fue más evidente en suelos enmendados con residuos frescos (RSU y lodos de depuradora) que los enmendados con compost. Las diferentes fracciones de carbón del suelo enmendado con residuos frescos, muestra tasas de mineralización significativamente más altas que con compost (Pascual *et al.*, 1999).

Una experiencia similar se realizó en suelos de Santomera en los que se compararon la efectividad de cuatro tipos de adiciones orgánicas en la mejora de la estructura del suelo (lodos de depuradora, residuos frescos sin compostar de basuras urbanas, compost de basuras urbanas y estiércol de caballo. El residuo sin compostar fue el más eficaz en el incremento de agregados estables (Roldán *et al.*, 1996).

5. CONCLUSIONES

Se constata en la región de Murcia, el abandono de una importante superficie de tierras en los últimos años, ligada a la escasa rentabilidad económica y a las políticas agrarias. El abandono se produce en aquellas áreas donde sus suelos son más pobres y están más degradados, favoreciéndose los procesos de erosión.

Desde el punto de vista erosivo, el abandono de tierras en substrato calizo es beneficioso, reduciéndose notablemente la erosión y regenerándose la cubierta vegetal, al mismo

tiempo que los suelos se enriquecen en materia orgánica, sus agregados son más estables y aumenta la capacidad de infiltración. En substrato margoso, en especial en los primeros cinco años, la degradación del suelo es muy grande, aumentando los coeficientes de escorrentía y de erosión. En este último caso es necesario que las tierras estén en abandono por un periodo superior a 40 años para que en los suelos se produzca una recuperación de sus propiedades y de su cobertura vegetal. El peligro está en que este periodo de recuperación es excesivamente largo y entre tanto inciden los procesos de erosión hídrica, creando regatos, cárcavas (asociadas con frecuencia con «pipes»), llegando a configurar un paisaje muy degradado.

La rehabilitación de suelos degradados por el abandono se conseguiría mediante la plantación de leguminosas perennes o arbustos, adecuados al medio climático, y la mejora de los suelos aplicando sustancias enriquecedoras. Las experiencias realizadas al respecto, han demostrado que la enmienda orgánica, especialmente con residuos sólidos urbanos, puede considerarse una forma efectiva de regeneración de la cubierta vegetal de suelos degradados, bajo condiciones mediterráneas semiáridas, y que con bajas dosis cumplirían los objetivos.

6. REFERENCIAS

- ALBALADEJO, J. & DÍAZ, E. (1990): Degradación y regeneración del suelo en el litoral mediterráneo español: Experiencias en el proyecto LUCDEME. En J. Albaladejo, M.A. Stocking & E. Díaz (Eds.) *Degradación y regeneración del suelo en condiciones ambientales mediterráneas*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Murcia, 191-214.
- ALBALADEJO, J. & DÍAZ, E. (1993): Utilización de residuos sólidos urbanos para el control de la desertificación. *Tecno-Ambiente*, 30: 55-57.
- ALBALADEJO, J., CASTILLO, V. & DÍAZ, E. (2000): Soil loss and runoff on semiarid land as amended with urban solid refuse. *Land Degradation and Development*, 11: 363-373.
- BELMONTE SERRATO, F., ROMERO DÍAZ, A. & LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1999): Efectos sobre la cubierta vegetal, la escorrentía y la erosión del suelo, de la alternancia cultivo-abandono en parcelas experimentales. *Investigaciones Geográficas*, 22: 95-107. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante.
- CAMMERAAT, E. & IMESON, A. C. (1998): Deriving indicators of soil degradation from soil aggregation studies in southeastern Spain and southern France. *Geomorphology*, 23: 307-321. Elsevier.
- CERDÁ, A., GARCÍA ÁLVAREZ, A., CAMMERAAT, L. H. & IMESON, A. C. (1994): Agregación del suelo en una catena afectada por el abandono del cultivo en la cuenca del Guadalentín (Murcia). Estabilidad y distribución de los agregados del suelo. En J.M. García Ruiz & T. Lasanta (Eds.) *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. Sociedad Española de Geomorfología, Zaragoza, 9-19.
- CERDÁ, A. (1995a): Impacto del abandono del cultivo sobre la pérdida de suelo y agua en un ambiente semiárido. Cuenca del río Guadalentín, Murcia. *XIV Congreso Nacional de Geografía*, Salamanca, 74-79.

- CERDÁ, A. (1995b): Soil moisture regime under simulated rainfall in a three years abandoned field in Southeast Spain. *Phys. Chem. Earth*, 20 (3-4): 271-279.
- CERDÁ, A., GARCÍA ÁLVAREZ, A., CAMMERAAT, L. H. & IMESON, A. C. (1995): Fluctuación estacional y dinámica microbiana en una catena afectada por el abandono del cultivo en la cuenca del Guadalentín (Murcia). *Pirineos*, 145-146: 3-11.
- CERDÁ, A. (1997): Soil erosion after land abandonment in a semiarid environment of Southeastern Spain. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 11: 163-176.
- CERDÁ, A., GARCÍA ÁLVAREZ, A. & IMESON, A. C. (1998): Microbial activity and hydrological characteristics of soils along a catena in a semiarid environment in southeast Spain. Implications for land degradation. En A. Rodríguez, C.C. Jiménez & M.L. Tejedor (Eds.) *The soil as a strategic resource: Degradation processes and conservation measures*. Geofoma Ediciones, Logroño, 33-48.
- (CEH) CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA (2002): *Anuarios Estadísticos de la Región de Murcia*. Años 1989 a 2002. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- CORREAL, E. (1982): La introducción de especies pratenses y forrajeras en zonas áridas: los arbustos forrajeros. *Actas del Seminario sobre zonas áridas*. Almería, 173-197.
- CORREAL, E. (1989): Arbustos forrajeros para zonas áridas y terrenos agrícolas marginales con orientación ganadera y problemas de erosión. *Jornadas sobre el futuro del Secano Aragonés*. Diputación General de Aragón. 121-139.
- CORREAL, E., ROBLEDO, A. & RÍOS, S. (1992): Recursos forrajeros herbáceos de zonas áridas y semiáridas. *43 Reunión Anual de la FEZ*, Madrid, 1-23.
- DÍAZ, E., ROLDÁN, A., CASTILLO, V. & ALBALADEJO, J. (1997): Plant colonization and biomass production in a xeric torriorthent amended with urban solid refuse. *Land degradation & development*, 8: 245-255. John Wiley & Sons.
- DÍAZ, E., IBÁÑEZ, M. A., CASTILLO, V. & ALBALADEJO, J. (1998): Soil rehabilitation with organic amendment: effect on soil structure and moisture content. *Annales Geophysicae*, Supplement to Volume 16, (Abstract). C529.
- FRANCIS, C. (1986): Variaciones sucesionales y estacionales de vegetación en campos abandonados de la provincia de Murcia, España. *Ecología*, 4: 35-47. Madrid.
- FRANCIS, C. (1990): Soil erosion and organic matter losses on fallow land: a case study from south-east Spain. En J. Boardman, I.D.L. Foster & J.A. Dearing (Eds.) *Soil Erosion on Agricultural Land*, 331-338. John Wiley & Sons, Chichester.
- FRANCIS, C. & THORNES, J. B. (1990): Matorral: Erosion and reclamation. En J. Albaladejo, M.A. Stocking & E. Díaz (Eds.) *Degradación y regeneración del suelo en condiciones ambientales mediterráneas*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Murcia, 87-116.
- GARCÍA IZQUIERDO, C., HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, T., BARAHONA, A. & COSTA, F. (1996): Organic matter characteristics and nutrient content in eroded soils. *Environmental Management*, 20: 133-141.
- GARCÍA IZQUIERDO, C., HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, T. & COSTA, F. (1997a): Potential use of dehydrogenase activity as an index of microbial activity in degraded soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 28 (1-2): 123-134.

- GARCÍA IZQUIERDO, C., ROLDÁN, A. & HERNÁNDEZ, T. (1997b): Changes in microbial activity after abandonment of cultivation in a semiarid Mediterranean environment. *Journal of Environmental Quality*, 26: 285-291.
- GARCÍA IZQUIERDO, C., HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, T. & COSTA, F. (1998): Suelos erosionados: bioindicadores de su calidad biológica y bioquímica. *Edafología*, 4: 165-175.
- GARCÍA IZQUIERDO, C., HERNÁNDEZ, T., PASCUAL, J., MORENO, J. L. & ROS, M. (2000): Actividad microbiana en suelos del sureste español sometidos a procesos de degradación y desertificación. Estrategias para su rehabilitación. En C. Garcia & T. Hernández (Eds.) *Investigación y perspectivas de la Enzimología de suelos en España*. 43-92. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CSIC), Murcia.
- GÓMEZ LUCAS, I., GARCÍA ORENES, F., NAVARRO PEDREÑO, J., MORAL, R., PALACIOS, G. & MATAIX, J. (1998): Addition of sewage sludge to degraded soils: incidence of N, O.M. and carbohydrates content on the aggregate stability. En A. Rodríguez, C.C. Jiménez & M.L. Tejedor (Eds.) *The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures*. Geoforma Ediciones, Logroño, 413-418.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. & TORCAL SAINZ, L. (1986): Procesos de erosión en túnel (piping) en cuencas sedimentarias de Murcia, España. Estudio preliminar mediante difracción de rayos X y microscopio electrónico de barrido. *Papeles de Geografía Física*, 11: 7-20. Universidad de Murcia.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. & ROMERO DÍAZ, A. (1989): Piping erosion and badland development in South-East Spain. *Catena Supplement*. 14: 59-73. Arid & Semi-Arid Environments. Geomorphological & Pedological Aspects.
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J., MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J. & LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1994): Evolución de algunas propiedades edáficas y de la vegetación en campos abandonados en ambiente semiárido. En J.M. García Ruiz & T. Lasanta (Eds.) *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. Sociedad Española de Geomorfología. Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Logroño, 107-120.
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J., MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J., LÓPEZ BERMÚDEZ, F., ROMERO DÍAZ, A. & BELMONTE SERRATO, F. (1996): Evolution of vegetation and pedological characteristics in fields with different age of abandonment: A case study in Murcia (Spain). En J. L. Rubio & A. Calvo (Eds.) *Soil Degradation and Desertification in Mediterranean Environments*. Geoforma Ediciones. Logroño, 279-290.
- PASCUAL, J. A., GARCÍA, C. & HERNÁNDEZ, T. (1999): Comparison of fresh and composted organic waste in their efficacy for the improvement of arid soil quality. *Bio-resource Technology*, 68: 255-264. Elsevier Science.
- ROLDÁN, A., ALBALADEJO, J. & THORNES, J. B. (1996): Aggregate stability changes in a semiarid soil after treatment with different organic amendments. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 10: 139-148.
- ROLDÁN, A., GARCÍA, C. & ALBALADEJO, J. (1997): AM-fungal abundance and activity in a chronosequence of abandoned fields in a semiarid Mediterranean site. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 11: 211-220.
- ROMERO DÍAZ, A. & BELMONTE SERRATO, F. (2002): Erosión del suelo en ambiente semiárido extremo bajo diferentes tipos de litologías y suelos. En A. Pérez

- González, J. Vegas & M. J. Machado (Eds.) *Aportaciones a la Geomorfología de España en el inicio del tercer milenio*. IGME, SEG, Madrid, 315-322.
- SÁNCHEZ SORIANO, A., ROMERO DÍAZ, A. & MARÍN SANLEADRO, P. (2003): Procesos de «piping» en campos de cultivo abandonados (Campos del Río, Murcia). En R. Bienes y M. J. Marqués (Eds.) *Control de la erosión y degradación del suelo*. Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria. Madrid, 625-629.
- SCHNABEL, S. (2003): Variabilidad espacio-temporal de la pérdida de suelo en áreas con aprovechamiento silvopastoral. En R. Bienes y M.J. Marques (Eds.) *Control de la erosión y degradación del suelo*. Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria. Madrid, 475-478.
- VANDEKERCKHOVE, L., POESEN, J., OOSTWOUD WIJDENES, D., NACHTERGALE, J., KOSMAS, C., ROXO, M. J. & DE FIGUEREIDO, T. (2000): Thresholds for gully initiation and sedimentation in Mediterranean Europe. *Earth Surface Processes and Landforms*, 25: 1201-1220.
- WATTS, G. (1991): The relationship between soil piping and changing farming techniques on semi-arid agricultural terraces. *Proceeding of 20th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics* at Viena. IAHS Publication n° 202: 81-89.

