

# DEPARTAMENTO DE EDAFOLOGIA Y QUIMICA AGRICOLA

## DEGRADACION BIOLOGICA DEL SUELO EN EL SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LA SIERRA DE LAS GUAJARAS Y EL RIO ALBUÑUELAS

F. J. Martínez, F. J. Lozano, E. Ortega y C. Sierra

### RESUMEN

Se realiza el estudio de la degradación biológica de los suelos del sector comprendido entre la Sierra de Las Guájaras y el río Albuñuelas, empleando para ello la metodología propuesta por la FAO.

Se evalúa el factor clima y factor suelo, teniendo en cuenta el % de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y la textura (porcentajes medios a 30 cm de profundidad).

Los suelos se agrupan en tres grandes grupos: El primero corresponde a suelos con una  $D_B$  que oscila de nula a ligera. El segundo con valores de degradación biológica potencial moderada y el tercero con suelos que presentan degradación biológica alta.

### SUMMARY

A study on biological degradation of soils have been carried out in the sector placed between Sierra de Guajaras and Albuñuelas river, using the FAO methodology.

Climate and soil factors have been valuated, having into account the % of  $\text{Ca CO}_3$  and the texture (mean percentages at 30 cm depth).

The soils were divided into three main groups: in the first one there are those soils with  $D_B$  values oscillating between null and light, the second one shows moderate potential biological degradation values, and finally the last one including soils with a high biological degradation.

## INTRODUCCION

La fracción orgánica del suelo constituye un sistema complejo, formado por sustancias de naturaleza muy diversa; su dinámica está determinada por la incorporación al suelo de restos vegetales y animales, cuya transformación se realiza a través de microorganismos con el concurso y la acción conjunta de la precipitación atmosférica, reacción del suelo, cambios de temperatura..., etc. Kononova (1981).

La modificación de las propiedades físicas, químicas y fisico-químicas, así como la deforestación, predisponen al suelo hacia una degradación biológica, cuyo resultado inmediato es la pérdida de materia orgánica, cuyas consecuencias principales son la degradación física, pérdida de nutrientes, aumento de la escorrentía, y de ahí la erosión.

La degradación biológica es la mineralización de la materia orgánica resistente (humus), que hay en la potencial capa arable, considerando a ésta como la capa de terreno comprendida entre 0 y 30 cm de profundidad FAO (1980).

Al ser la mineralización de la materia orgánica un proceso cuyo resultado conduce a la desaparición total de la misma por transformación en productos secundarios tales como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,..., etc.; el riesgo potencial de que exista esta mineralización, va a depender de múltiples factores, entre los que se encuentran el clima, las características intrínsecas del suelo, topografía y la acción antrópica.

Clima.- Las condiciones termopluviométricas, tienen un papel polivalente en los procesos de transformación de la materia orgánica del suelo, como ponen de manifiesto Williams y Cols (1980), Heady y Bartolomé (1980) al estudiar las condiciones climáticas que condicionan la desertización de los suelos. Esta influencia de los factores climáticos en la dinámica de los compuestos húmicos como indica Paul u Van Veen (1978) es muy débil en los climas que carecen de un periodo seco acusado y muy intenso en los climas con estaciones contrastadas.

La FAO adopta un índice (modificación del de Koepf) para evaluar la velocidad de descomposición de la materia orgánica.

Suelo.- El papel de las propiedades físicas y fisico-químicas del suelo en los procesos de transformación de la materia orgánica se determina por un lado, por su influencia sobre el desarrollo de la capa vegetal y por otro lado por su influencia en la fijación de las sustancias y por tanto en la conservación del suelo.

La velocidad de descomposición de la materia orgánica varía con la textura del suelo; en suelos arenosos es más rápida que en los arcillosos donde se forman complejos órgano-minerales de más difícil descomposición. Schnitzer, M. (1969). Por esta razón la FAO en su metodología utiliza una valoración de este parámetro basándose en la granulometría del suelo, indicando que para suelos de textura gruesa ésta es mayor que en los de textura fina.

El ion  $\text{Ca}^{2+}$  ejerce un papel fundamental en la biodegradación de la materia orgánica, debido a que tanto la mineralización del carbono, como la del nitrógeno están ralentizadas, e incluso los ácidos fúlvicos, cuando son precipitados en la superficie de las arcillas por el calcio, resisten la biodegradación. Duchaufour (1984).

Debido a esto, la Metodología para la evaluación de la Degradación de la FAO, considera que altas concentraciones de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Ca}$  en el medio edáfico, contribuyen a

disminuir la degradación biológica de los suelos y realiza valoraciones decrecientes al aumentar la cantidad de éste.

Una variación del pH del suelo comprendida entre 5,0 y 7,5, tiene poco efecto en la degradación biológica, sin embargo suelos sulfúricos (ácidos), sódicos (básicos) e hidromorfos, debido al empobrecimiento de las propiedades físicas del suelo y en particular a la disminución de la porosidad de aireación, la actividad microbiana se deprime y en consecuencia disminuye la velocidad de descomposición del humus. FAO (1980), Kononova (1981); por esta razón la valoración propuesta por la FAO será más baja en estos tipos de suelos.

Topografía y acción humana.- La topografía del terreno tiene poca influencia en la degradación biológica, una vez aislado el efecto de la altitud sobre la temperatura, tenido en cuenta en la valoración del índice climático.

De otra parte el factor humano es difícil de cuantificar, por esta razón la FAO les asigna a ambos el valor 1.

Por todo lo comentado anteriormente, utilizamos para evaluar los riesgos de degradación biológica potencial de los suelos de la zona estudiada sólo los índices climáticos y las características intrínsecas del suelo (textura y % de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ ).

## MATERIAL Y METODOS

El material utilizado en este trabajo, corresponde a diez perfiles modales de suelos estudiados morfológica y analíticamente por F. J. Lozano (1986) y cuya clasificación se recoge en la tabla nº 1.

Tabla nº 1.- Suelos modales de la zona.

Zona	Perfil nº	Clasificación FAO	Clasificación Soil Taxonomy
V.N. Crucero Pinos	1	Cambisol cálcico Bk	Xerochrept calcixerólico
Barranco de Zaza	2	Phaeozem háplico (Hh)	Haploxeroll típico
	3	Regosol eútrico (Re)	Xerorthent lítico
Valle del río Albuñuelas	4	Regosol calcárico (Rc)	Xerorthent típico
	5	Regosol calcárico (Rc)	Xerorthent típico
	6	Luvisol cálcico (Lk)	haploxeralf cálcico
Güájaras	7	Cambisol cálcico (Bk)	Xerochrept calcixerólico
	8	Regosol litosólico (Ri)	Xerorthent lítico
Llanadas	65	Regosol litosólico (Ri)	Xerorthent lítico
Barranco de Zaza	66	Phaeozem calcárico (Hc)	Haploxeroll lítico

La metodología empleada para la evaluación de la degradación biológica es la propuesta por la FAO (1980).

Los datos climáticos utilizados han sido tomados de los elaborados por Sierra y cols (1986).

## PARTE EXPERIMENTAL Y RESULTADOS

Para el cálculo del factor climático ( $K_2$ ) que interviene en la descomposición de la materia orgánica, se tiene en cuenta, la precipitación, evapotranspiración potencial y temperatura media mensual de cada uno de los suelos modales de la zona.

El clima general de la comarca se define a partir de los valores mensuales aportados por las estaciones vecinas a la zona de estudio: Nigüelas, Albuñuelas y Dúrcal, junto con los de otras relativamente próximas como son las de Guájar Faragüit, Lanjarón, Melegís, Orgiva, Padul, Aguadero y Sierra de Lújar.

El estudio de las precipitaciones, muestra, que no existe una correlación entre la precipitación y la altura, ya que la mayor precipitación no se corresponde con la cota más baja; en el caso de las estaciones más elevadas, sí se mantiene la relación entre estos parámetros. F. J. Lozano (1986).

Para establecer los índices climáticos de precipitación y Etp, se tienen en cuenta los datos referidos a la estación más próxima y cota similar. Martínez y cols (1987). Los resultados de esta aproximación se resumen en la tabla nº 2.

Tabla nº 2.- Asignación de estaciones pluviométricas a los perfiles estudiados con la precipitación y ETP anuales.

Perfil nº	Altitud (m)	Estación Asignada	Altitud (m)	PP anual	ETP anual
1	685	Albuñuelas	737	574,2	794,2
2	1005	Nigüelas	938	543,2	748,8
3	820	Dúrcal	890	571,2	802,3
4	900	Albuñuelas	737	574,2	794,2
5	905	Albuñuelas	737	574,2	794,2
6	1140	Nigüelas	938	543,2	748,8
7	890	Albuñuelas	737	574,2	794,2
8	1246	Nigüelas	938	543,2	748,8
65	1130	Nigüelas	938	543,2	748,8
66	1190	Nigüelas	938	543,2	748,8

De las estaciones meteorológicas consideradas, pocas poseen datos termométricos completos, obligándonos a realizar cálculos de correlación cota-temperatura para obtenerlos y extrapolarlos a aquellas estaciones más próximas a la zona de estudio. Estos cálculos se realizan tanto para las temperaturas medias máximas, como para las medias mínimas obteniéndose las temperaturas medias mensuales. F. J. Lozano (1986).

La ecuación matemática que refleja el comportamiento de las temperaturas medias máximas anuales es:  $y = 28,3875 e^{-0,0004x}$ , con un  $r = 0,9603$  y un nivel de significación de 0,01.

Las temperaturas mínimas medias anuales se ajustan a la ecuación  $y = 12,7373 - 0,0037x$  con niveles de significación de 0,01 y un  $r = 0,9260$ .

Seleccionada la ecuación matemática de más alta significación se obtiene con ella las temperaturas medias mensuales para cada estación. Lozano (1986).

Tabla nº 3.- Temperaturas medias mensuales y media anual de los perfiles estudiados

Perfil	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Octb.	Novi.	Dici.	Anual
1	8,8	9,4	10,8	13,0	16,4	20,5	23,9	23,9	20,8	16,0	11,7	8,9	15,4
2	7,6	8,0	9,2	11,7	15,0	19,0	23,0	23,1	19,8	14,7	10,2	7,2	14,1
3	9,1	9,5	10,0	13,0	15,3	20,6	24,9	24,7	21,4	16,0	12,0	9,3	15,5
4	8,8	9,4	10,8	13,0	16,4	20,5	23,9	23,9	20,8	16,0	11,7	8,9	15,4
5	8,8	9,4	10,8	13,0	16,4	20,5	23,9	23,9	20,8	16,0	11,7	8,9	15,4
6	7,6	8,0	9,2	11,7	15,0	19,8	23,1	23,1	19,8	14,7	10,2	7,2	14,1
7	8,8	9,4	10,8	13,0	16,4	20,5	23,9	23,9	20,8	16,0	11,7	8,9	15,4
8	7,6	8,0	9,2	11,7	15,0	19,0	23,1	23,1	19,8	14,7	10,2	7,2	14,1
65	7,6	8,0	9,2	11,7	15,0	19,0	23,1	23,1	19,8	14,7	10,2	7,2	14,1
66	7,6	8,0	9,2	11,7	15,0	19,0	23,1	23,1	19,8	14,7	10,2	7,2	14,1

El cálculo del índice climático  $K_2$ , se realiza según:

$$K_2 = 1/12 e^{0,1065t} p/Etp$$

dónde

t= temperatura media mensual

p= precipitación anual en mm

Etp= Evapotranspiración potencial en mm

El resultado de este índice y su valoración para cada uno de los perfiles, nos da los resultados que recogemos en la tabla nº4.

Tabla nº 4.- Valoración del factor climático de los suelos estudiados

Perfil nº	$K_2$	Valoración
1	4,4	Alta
2	3,9	Alta
3	4,5	Alta
4	4,4	Alta
5	4,4	Alta
6	3,9	Alta
7	4,4	Alta
8	3,9	Alta
65	3,9	Alta
66	3,9	Alta

El factor suelo ( $F_s$ ), se obtiene como producto de las dos valoraciones antes efectuadas y cuyos resultados se recogen en la tabla nº 7.

El factor suelo ( $F_s$ ), se obtiene como producto de las dos valoraciones antes efectuadas y cuyos resultados se recogen en la tabla nº 7.

El factor suelo ( $F_s$ ), se obtiene como producto de las dos valoraciones antes efectuadas y cuyos resultados se recogen en la tabla nº 7.

El factor suelo ( $F_s$ ), se obtiene como producto de las dos valoraciones antes efectuadas y cuyos resultados se recogen en la tabla nº 7.

Tabla nº 5.- Cálculo de la textura y su valoración en función del % Arena y % Arcilla.

Perfil nº	Prof. cm.	% Arena	% Arcilla	Textura	Valoración
1	30	33,7	24,2	Media	1,0
2	30	43,0	13,3	Media	1,0
3	30	52,7	7,3	Media	1,0
4	30	57,4	14,3	Media	1,0
5	28	39,4	30,6	Media	1,0
6	30	45,6	27,9	Media	1,0
7	28	59,2	14,8	Media	1,0
8	25	85,9	3,5	Gruesa	1,5
65	25	79,3	5,7	Gruesa	1,5
66	29	41,0	17,4	Media	1,0

Asimismo, el porcentaje de  $CO_3Ca$  también influye en la dinámica de la materia orgánica, por este motivo, se realiza una valoración del mismo. Tabla nº 6.

Tabla nº 6.- Contenido en carbonato cálcico expresado en % de carbonato cálcico y valoración del mismo

Perfil nº	Profundidad	% Carbonato cálcico	Valoración
1	30	25,3	0,52
2	30	0,0	1
3	30	0,0	1
4	30	53,5	0,23
5	28	8,0	0,74
6	30	11,0	0,68
7	28	17,5	0,57
8	25	59	0,21
65	25	71,7	0,14
66	29	18,0	0,56

El factor suelo ( $F_s$ ), se obtiene como producto de las dos valoraciones antes efectuadas y cuyos resultados se recogen en la tabla nº 7.

Tabla nº 7.- Valores del factor suelo en la degradación biológica

Perfil nº	F <sub>s</sub>
1	0,52
2	1
3	1
4	0,23
5	0,74
6	0,68
7	0,57
8	0,32
65	0,21
66	0,56

El cálculo de la Degradación biológica que sufren los suelos estudiados, se expresa como % de pérdida anual de humus y su equivalencia como riesgo potencial está recogida en la tabla nº 8.

Tabla nº 8.- Degradación biológica (% de pérdida de humus)

Perfil nº	DB (%)	Riesgo Potencial
1	2,3	Moderada
2	3,9	Alta
3	4,5	Alta
4	1,0	Nula/Moderada
5	3,3	Alta
6	2,7	Alta
7	2,5	Moderada/Alta
8	1,2	Moderada
65	0,8	Nula
66	2,2	Moderada

## CONSIDERACIONES GENERALES

El clima general de la comarca viene dado por los datos termopluviométricos de las estaciones más próximas y de cota similar, por correlación entre éstas y otras vecinas, único mecanismo que nos permite obtener unos resultados fiables.

En el caso de la pluviométrica, el problema es menor ya que las estaciones seleccionadas tiene datos suficientes para darnos una idea de la cantidad de lluvia caída.

La problemática se acentúa cuando estas estaciones carecen de información termométrica mensual de forma continuada en un periodo de años aceptable. Es por ello por lo que estos huecos, se subsanan mediante el empleo de las ecuaciones de correlación establecidas por Lozano (1986) y mencionadas anteriormente.

De esta forma se ha podido calcular el índice climático ( $K_2$ ) para cada perfil de la zona, pudiéndose observar que existe una similitud entre ellos y que los valores oscilan de 3,9 a 4,5 siendo su valoración alta. La incidencia de este factor climático en la degradación biológica del suelo es, por ésta razón, considerable.

La repetición de los valores de este índice obedece a una uniformidad climática, lógica dada la reducida extensión de la zona que nos ocupa.

Para cuantificar el factor edáfico, la FAO en su Metodología Provisional propone la utilización de dos parámetros, la textura y el porcentaje de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

Entre los requisitos propuestos, no siempre se puede utilizar la media de los parámetros edáficos en una profundidad de 30 cm, ya que la potencia del suelo a veces no lo permite y en consecuencia utilizamos como límite el solum del suelo.

Los suelos del área experimental tiene una textura franca a franco arenosa; que la FAO clasifica como medias (perfiles 1,2,3,4,5,6 y 66) y gruesas (perfiles 8 y 65). Tabla nº 5. De ahí que exista una gran uniformidad entre las valoraciones.

El factor que más condiciona las variaciones de unos perfiles a otros en cuanto a su influencia en los fenómenos de degradación biológica, es el porcentaje de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , ya que aunque la Metodología de la FAO da sólo cuatro tipos de valoraciones para porcentajes crecientes, nosotros creemos necesario establecer unas valoraciones intermedias. De esta forma se puede cuantificar esta influencia. Tabla nº 6.

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos establecer tres series de suelos:

La primera de ellas representa a aquellos cuyo riesgo de  $D_b$  es nulo o ligero y que corresponden al suelo nº 65. Se trata de un Regosol Litosólico que se desarrolla bajo una vegetación espesa de encinas y pinos de repoblación, junto con el sotobosque típico de la encina. Estos aportan al suelo un gran contenido de materia orgánica (2,1 %), estando bien humificada ( $C/N = 12,5$ ). Por otra parte el alto contenido en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  (71,7 %), efectúa una acción protectora de la misma.

La segunda serie tiene 2,5 %. Se encuadran en ella los suelos nºs 4,8,1,66 y 7.

Los dos primeros presentan la tipología de Regosol Calcárico y Regosol Litosólico respectivamente. Ambos tienen poca potencia del solum del suelo con unos valores de materia orgánica intermedios (1,3 y 1,4 %). El porcentaje de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  es alto, pero el índice climático (4,4), en el caso del primero y la textura gruesa en el segundo impiden que la  $D_b$  sea menor. No obstante ambos se aproximan mucho al suelo típico de la primera serie con un 1 y 1,2 % de pérdida anual de humus respectivamente.

Los restantes, nºs 1 y 7 (Cambisoles Calcáricos) y nº 66 (Phaeozem Calcárico), son suelos con una mayor potencia del solum del suelo y con un alto contenido en materia orgánica de 2,8 a 3,1 %. Por el contrario el bajo porcentaje de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  hace que presenten condiciones para una mayor mineralización del humus.



Finalmente está la tercera, serie donde se agrupan suelos con un alto riesgo de degradación biológica de 2,5 a 5 % (suelos n<sup>os</sup> 2,3,5,6). Todos ellos pertenecen a taxones diferentes con contenidos en CO<sub>3</sub>Ca nulos o muy bajos y texturas medias. La relación C/N es más alta que en los anteriores, lo que indica una menor transformación de la materia orgánica.

En función de los resultados obtenidos, y dada la climatología del lugar, podemos concluir indicando que la degradación biológica en la Sierra de Las Guájaras, está condicionada debido a la semejanza textural, por la presencia de carbonato cálcico en el suelo.

### BIBLIOGRAFIA

- DUCHAUFOR, PH. Edafología. Edafogénesis y clasificación. Ed. Masson, S.A. Barcelona. 493 p. (1984).
- FAO. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma. 86 p. (1980).
- HEADY, H. F. y BARTOLOME, J. The vale Rangeland Program. The desert repaired in Southern Oregon. Editors Biwas. M. R. y Biwas A. K. Pergamon Press. U. K. 523 p. (1980).
- KONONOVA, M. M. Materia Orgánica del suelo. Ed. Oikos-Tau, S. A. Vilassas de Mar. Barcelona. 365 p. (1981).
- LOZANO, F. J. Estudio edáfico del sector comprendido entre la Sierra de Las Guájaras y el río Albuñuelas. Balance de erosión hídrica. Tesis de Licenciatura. Fac. Farmacia. Univ. Granada. 232 p. (1986).
- MARTINEZ, F. J.; LOZANO, F. J.; GARCIA, I.; SIERRA, C. y ORTEGA, E. Degradación física de los suelos del sector comprendido entre la Sierra de Las Guájaras y el río Albuñuelas. Rev. Ars Pharmaceutica. Tomo XXVIII n<sup>o</sup> 3 (1987).
- PAUL, E. A. y VAN VEEM, J. A. 11 eime Cong. ISSS. Symposia papers, 3,61-102. (1978).
- SCHNITZER, M. 1969. Reactions between fulvic acid, a soil humic compounds, and inorganic soil constituents. Soil sci. Soc. Amer. Procc. 33,75-81. (1969).
- SIERRA, C.; ORTEGA, E.; GARCIA, I.; RODRIGUEZ, T.; SAURA, I.; IRIARTE, A. Memoria del mapa de suelos E 1:100.000 Dúrcal. Minist. Agric. Pesca y Alimt. ICONA. Uni. Granada. 184 p. (1986).
- WILLIAMS, O. B.; SUIJDENDORP, H. y WILCOX, D. G. Desertification. Edit. Biwas M. R. y Biwas, A. K. Pergamon Press. U. K. 523 p. (1980).