

## DINAMICA DEL HIERRO Y DEL ALUMINIO EN SUELOS DESARROLLADOS SOBRE RAÑAS EN LA PROVINCIA DE SALAMANCA.

GARCIA RODRIGUEZ, P., FORTEZA BONNIN, J., GARCIA RODRIGUEZ, A., LORENZO MARTIN, L.F. con la colaboración técnica de NAJAC BALLESTEROS, N.

Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca.

### INTRODUCCION

El estudio de las rañas ha merecido la atención de geólogos, geomorfólogos y edafólogos. BIROT y SOLE SABARIS (1954), consideran que toda la provincia de Salamanca ha sido afectada por el ciclo de las rañas, pero donde se manifiesta con mayor intensidad es en el "Campo de Yeltes".

El conocimiento y evaluación de los procesos de degradación de los suelos desarrollados sobre rañas y sedimentos afines, es necesario para poder establecer las medidas pertinentes para una explotación equilibrada y racional. Al tratarse de suelos pobres en materia orgánica, la determinación cualitativa y cuantitativa de componentes inorgánicos, resulta imprescindible para el establecimiento de medidas adecuadas para su uso y conservación. Se han estudiado fundamentalmente los parámetros químicos que inciden en la evolución del suelo, con el fin de preveer los impactos futuros que cualquier modificación en los sistemas de explotación pueda ocasionar en dichos parámetros y, en la estabilidad de los suelos, especialmente en cuanto se refiere a erosión, retención de agua, movilidad de componentes y elementos, formación de costras, etc., ya que el soporte suelo va a condicionar cualquier tipo de acción.

Se estudia con especial detenimiento la dinámica del hierro y del aluminio, por ser estos los componentes más afectados por emigraciones y acumulaciones.

### ZONA DE ESTUDIO

El estudio se ha centrado en la zona situada en el suroeste de la provincia de Salamanca, entre La Fuente de San Esteban y las Sierras de Francia y Tamames, dentro de la comarca denominada (LLORENTE-MALDONADO, 1976) "Campo Charro". Esta zona, limitada al Sur por las Sierras ya citadas, inclinándose suavemente hacia el centro de la Cuenca del Duero.

La geología ha sido estudiada por KINDELAN y DUNAY (1957), LOPEZ DE AZCONA y MINGARRO MARTIN (1970) y SANZ DONAIRE (1979-1986). La raña está formada por un derrame fluvial antiguo, constituido por un sedimento detrítico grueso con cantos y gravas de cuarcita incluidos en una matriz arcillosa, depositado sobre zócalo paleozoico y/o sedimentos versicolores del Mioceno.

El clima es subhúmedo seco, con temperatura media de 12°C y precipitaciones entre 600 y 800 mm. La mayor parte del área está cultivada, aunque hay masas arboladas pertenecientes la mayoría a Quercetea ilicis, Quercetea pyrenaica y Quercion fagineae.

Los perfiles estudiados, se encuentran en los términos municipales de Sepulcro Hilario, Puebla de Yeltes, Abusejo y Morasverdes.

La descripción morfológica y los datos analíticos están resumidos en las tablas I y II. En la tabla III se recogen los datos referentes a óxidos de hierro y aluminio.

#### METODOS DE ESTUDIO

El análisis mecánico y las determinaciones de pH, nitrógeno, materia orgánica y elementos asimilables se han realizado siguiendo los métodos habituales del Laboratorio de Análisis de Suelos del C.E.B.A.S.

El análisis de óxidos libres se ha hecho siguiendo el método de DUCHAUFOR y SOUCHIER (1966). Para el análisis de óxidos totales se ha utilizado el método de GARCIA y SAAVEDRA (1983). Estos óxidos se han medido mediante espectrometría de absorción atómica.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

De los análisis efectuados en este trabajo, así como de los obtenidos en otros perfiles de áreas próximas y de las relaciones entre todos ellos (GARCIA RODRIGUEZ, 1987), se pueden deducir las siguientes conclusiones:

Los suelos de esta zona se caracterizan por su escasa fertilidad, pH bajo, problemas de desequilibrios de nutrientes y, existencia de concreciones de hierro y manganeso, típicas de un proceso de pseudogleyización debido a una hidromorfia temporal y a una permeabilidad deficiente.

Los suelos se encuentran muy influenciados por hidromorfismo, que se manifiesta, en los colores, presencia de minerales de arcilla interestratificados, teñidos de gravas, acumulación de óxidos de hierro, etc. Existe una doble acción de arriba hacia abajo por aguas fluviales y, de abajo hacia arriba debido a las oscilaciones de agua freática.

Los óxidos libres, tanto de hierro como de aluminio, están directamente relacionados con las oscilaciones del nivel freático y, por lo tanto, con los continuos fenómenos de oxidación-reducción; en los horizontes afectados por gleyización es frecuente la formación de nódulos.

El contenido en óxidos libres de hierro es elevado respecto al contenido en óxidos totales. En general tienen una relación directa con la textura, siendo mayor su porcentaje en las fracciones más gruesas, mientras que los óxidos de aluminio, están más relacionados con la fracción fina; estos son menos numerosos, por lo que la alteración de minerales ricos en aluminio, es menos intensa que la de minerales ricos en hierro, sin embargo, su lavado es más profundo.

Los óxidos totales tienen valores más altos en los horizontes inferiores, debido en parte, al lavado vertical en relación con la fracción arcilla y, al deficiente drenaje de estos horizontes. Hay que considerar, por lo tanto, la profundidad a la que se encuentran estos horizontes, por su gran importancia en el balance y economía del agua.

Al aumentar el contenido en aluminio libre y total, hay más fijación de fósforo (se pueden formar fosfatos aluminicos insolubles), por lo que se encuentra menos fósforo asimilable. Así, en la programación del abonado, hay que tener en cuenta los contenidos en

Tabla 1. MORFOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES

Situación Perfil	Altitud	Topografía	Drenaje	Uso y Tipo de Vegetación	Suelo	Horizontes de Profundidad (cm.)	Color	Textura	Estructura	Ocultura	Módulos de Construcciones
Sapulcre Hilarco I	800 m.	Ladera suave	Ext: Malo Int: Malo	Monte de Cistus sp. (Ag)	Acrisol gleyico	(0-20)	10YR 6/4 (hum.) Equili- Subangular NO NO	Equili- Subangular	brada	SI	NO
						(20-35)	10YR 5/6 (seco) Equili- Subangular SI NO				
						(35-60)	7.5YR 5/6 (hum.) Arcillo- Subangular SI SI				
						(60-85)	7.5YR 5/6 (seco) sa Arcillo- Subangular SI SI				
						(85-110)	10YR 6/6 (hum.) Arcillo- Sin desarrollo NO SI				
						(110-130)	7.5YR 5/6 (seco) sa Arcillo- Sin desarrollo NO SI				
						(130-140)	10YR 7/4 (seco) sa Arcillo- Sin desarrollo NO SI				
						(140-150)	10YR 6/6 (hum.) Arcillo- Sin desarrollo NO NO				
						(150-160)	10YR 6/8 (seco) sa Arcillo- Sin desarrollo NO NO				
						(160-180)	10YR 6/8 (hum.) Arcillo- Sin desarrollo NO NO				
Pueblo de Yelton II	920 m.	Llano	Ext: Malo Int: Malo	Monte de encina. Terreno de labor abandonado Thyus sp.	Cambisol gleyico (Bg)	Ap	10YR 6/4 (hum.) Equili- Subangular NO NO	Equili- Subangular	brada	SI	NO
						(0-25)	10YR 6/6 (seco) Equili- Subangular SI SI				
						(25-50)	10YR 5/8 (hum.) Equili- Subangular SI NO				
						(50-110)	7.5YR 5/6 (seco) sa Arcillo- Subangular SI NO				
						(110-130)	10YR 6/8 (hum.) Arcillo- Sin desarrollo NO NO				
						(130-150)	10YR 6/8 (seco) sa Arcillo- Sin desarrollo NO NO				
						(150-160)	10YR 6/6 (hum.) Arcillo- Sin desarrollo NO NO				
						(160-180)	10YR 6/6 (seco) sa Arcillo- Sin desarrollo NO NO				
						(180-200)	10YR 6/6 (hum.) Arcillo- Sin desarrollo NO NO				
						(200-220)	10YR 6/6 (seco) sa Arcillo- Sin desarrollo NO NO				
Abusejo III	880 m.	Llano suave	Ext: Malo Int: Malo	Monte de encina. Terreno de labor abandonado Thyus sp.	Acrisol gleyico (Bg)	Ap	10YR 6/4 (hum.) Equili- Subangular NO SI	Equili- Subangular	brada	SI	SI
						(0-15)	7.5YR 5/6 (seco) Equili- Subangular SI SI				
						(15-35)	7.5YR 5/6 (seco) sa Arcillo- Sin desarrollo NO SI				
						(35-60)	10YR 7/4 (seco) Equili- Sin desarrollo NO SI				
						(60-110)	7.5YR 5/6 (hum.) Arcillo- Sin desarrollo NO SI				
						(110-150)	7.5YR 5/6 (seco) sa Arcillo- Sin desarrollo SI SI				
						(150-160)	7.5YR 5/6 (seco) sa Arcillo- Sin desarrollo SI NO				
						(160-180)	7.5YR 5/6 (seco) sa Arcillo- Sin desarrollo SI NO				
						(180-200)	7.5YR 5/6 (seco) sa Arcillo- Sin desarrollo SI NO				
						(200-220)	7.5YR 5/6 (seco) sa Arcillo- Sin desarrollo SI NO				
Morasverdes IV	860 m.	Llano	Ext: Malo Int: Malo	Monte de encina. Terreno de labor abandonado Thyus sp.	Planosol districo (Ld)	A	5YR 2/3 (hum.) Areno Granular NO NO	Areno Granular	brada	NO	NO
						(0-15)	7.5YR 6/4 (seco) Arcillo- Subangular NO NO				
						(15-35)	10YR 6/2 (hum.) Equili- Subangular NO NO				
						(35-60)	10YR 6/2 (seco) Equili- Subangular NO NO				
						(60-110)	2.5YR 8/2 (seco) brada Equili- Subangular NO NO				
						(110-150)	5YR 5/6 (hum.) Arcillo- Sin desarrollo SI NO				
						(150-160)	2.5YR 7/4 (hum.) Arcillo- Sin desarrollo SI NO				
						(160-180)	2.5YR 7/4 (hum.) Arcillo- Sin desarrollo SI NO				
						(180-200)	2.5YR 7/4 (hum.) Arcillo- Sin desarrollo SI NO				
						(200-220)	2.5YR 7/4 (hum.) Arcillo- Sin desarrollo SI NO				

TABLA II. DATOS ANALITICOS DE LOS PERFILES

Situación Perfil	Horizonte Prof. (cm.)	Arena		Análisis Mecánico		Arcilla %	pH	Materia Nitró-		C/N	T mg/ 100 gr.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Asimilable mg./100 gr.	K <sub>2</sub> O Asimilable mg./100 gr.	CaO %	Gravim %
		gr. %	gr. %	gr. %	gr. %			gr. %	gr. %						
Sepulcro Hilarlo	A	14.8	36.1	22.3	24.8	5.2	1.67	0.078	12.4	9.3	0.8	4.8	76.3	50.8	
	Au1	6.8	36.8	20.8	35.6	4.8	1.20	0.059	13.3	13.3	0.8	6.3	130.0	31.3	
	Btg	7.2	32.4	17.8	42.6	5.0	0.66	0.048	7.9	15.4	0.8	4.8	160.0	64.0	
	BCR	6.1	29.5	12.5	51.9	5.1	0.44	0.044	5.7	17.1	0.8	3.3	93.3	45.4	
	(60-81)	7.6	38.9	17.1	36.4	5.4	0.19	0.029	3.8	9.6	0.8	5.0	107.0	65.2	
	(85-110)	10.0	36.9	17.2	35.9	5.3	0.25	0.029	1.8	10.0	0.8	3.3	93.3	45.6	
	2C2k														
	(110-140)														
	Ap	9.4	41.9	22.3	28.4	5.1	1.39	0.085	9.4	11.0	0.8	4.2	41.7	36.1	
	(0-25)														
Bgen	15.2	36.1	20.4	26.3	5.2	0.60	0.056	6.1	6.1	0.8	5.0	70.0	72.7		
(25-60)															
Btg	7.3	23.2	16.7	32.8	5.0	0.16	0.041	2.2	6.0	0.8	3.3	76.7	45.9		
(60-110)															
(110-150)	5.9	14.7	16.4	63.0	4.9	0.16	0.046	1.9	11.4	0.8	3.3	103.0	49.7		
2C2k															
(150-200)	12.1	18.7	26.7	42.5	4.7	0.16	0.060	1.5	13.1	0.8	3.3	66.3	56.7		
Abuseyo	Ap	10.5	42.4	25.8	21.3	5.4	1.51	0.080	9.8	12.9	0.8	5.8	91.7	43.0	
	(0-25)														
	Bgen	21.5	27.3	16.2	35.0	5.5	0.63	0.044	8.4	17.9	0.8	7.7	160.0	71.7	
	(25-55)														
	Bt	19.1	36.2	17.5	27.2	5.9	0.25	0.037	3.4	11.4	0.8	4.2	93.3	76.9	
	(55-80)														
	Cg1	30.5	26.8	12.2	30.5	6.0	0.03	0.029	0.7	15.3	0.8	2.8	76.3	59.1	
	(80-110)														
	(110-150)	20.1	11.3	14.3	54.3	5.8	0.03	0.039	0.5	9.7	Traceas	3.3	128.0	58.6	
	2C2k														
(150-200)	10.8	11.8	28.7	48.7	5.5	0.06	0.050	0.6	12.2	0.8	5.0	140.0	65.0		
Morasverde	A	14.2	48.1	21.5	16.2	4.9	4.54	0.127	20.7	9.2	1.0	15.8	38.3	67.6	
	Au1	6.9	42.2	27.3	23.6	4.8	2.18	0.077	16.4	8.7	0.8	10.5	10.0	58.2	
	(15-25)														
	E	5.8	43.5	29.1	21.6	4.8	0.96	0.047	11.9	6.7	0.8	7.3	15.7	62.2	
	(25-45)														
	C1	3.1	38.3	12.3	46.3	4.6	0.60	0.037	9.2	12.4	Traceas	5.7	65.6	51.5	
	(45-85)														
	C2	7.6	39.8	7.0	45.6	4.7	0.16	0.022	4.1	12.4	Traceas	3.3	15.7	34.0	
(85-180)															

TABLA III CONTENIDOS Y RELACIONES DE  $Fe_2O_3$  Y  $Al_2O_3$

Situación Perfil	Horizonte Prof. (cm.)	$Fe_2O_3$	$Fe_2O_3$	$Fe_2O_3$ l.	$Fe_2O_3$ l.	$Al_2O_3$ Libre	$Al_2O_3$ Total	$Al_2O_3$ l.	$Al_2O_3$ l.
		Libre %	Total %	$\frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$ $Fe_2O_3$ T.	$\frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$ Arcilla %	%	%	$\frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$ $Al_2O_3$ T.	$\frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$ Arcilla %
Sepulco Hilarrio	A (0-20)	2.14	2.52	84.92	84.92	0.34	7.94	4.28	1.37
	Au1 (20-35)	2.50	3.61	69.25	69.25	0.64	11.34	5.64	1.79
	Bg (35-60)	3.31	5.45	60.73	60.73	0.73	12.47	5.58	1.71
	BG (60-85)	3.74	4.78	78.24	78.24	0.88	11.83	7.44	1.69
	2C1g (85-110)	3.29	5.32	61.84	61.84	0.64	11.46	5.58	1.75
	2C2g (110-140)	3.24	4.74	68.35	68.38	0.58	10.49	5.53	1.61
	Puebla de Yeltes	Ap (0-25)	2.24	4.48	50.00	8.48	0.51	7.94	6.42
Bgen (25-60)		3.39	5.25	64.57	12.89	0.75	5.67	13.23	2.85
Btg (60-110)		3.31	11.61	28.50	6.27	1.07	10.71	5.72	2.02
BCg (110-150)		4.53	12.80	35.39	7.19	1.15	23.95	4.80	1.82
2Cg (150-200)		5.43	14.70	36.93	12.77	0.43	32.58	1.32	1.01
Abusejo		Ap (0-25)	3.37	6.32	53.32	15.82	0.54	14.17	3.81
	Bgen (25-55)	5.50	10.30	53.39	15.71	0.79	23.81	3.32	2.25
	Bg (55-80)	4.93	6.68	73.80	18.12	0.62	10.77	5.76	2.27
	Cg1 (80-110)	4.82	5.75	83.82	15.80	0.49	12.47	3.93	1.60
	2Cg1 (110-150)	4.64	9.80	47.34	8.54	0.79	18.71	4.22	1.45
	3C1 + 150	4.14	11.46	31.12	8.50	0.51	22.46	7.22	1.04
	Moranverde	A (0-15)	2.79	6.14	45.44	17.22	0.41	5.67	7.23
Au1 (15-25)		1.44	2.46	58.53	6.10	0.37	9.26	3.99	1.57
E (25-45)		1.50	2.28	65.79	6.94	0.32	7.94	4.03	1.48
C1 (45-85)		3.86	6.75	57.18	8.34	1.13	15.21	7.38	2.44
C2 (85-190)		3.89	6.64	56.58	8.53	0.87	16.44	5.29	1.90

hierro y aluminio, especialmente éste; para evitar en lo posible la fijación de fósforo, deben hacerse fundamentalmente abonados superficiales.

Dadas las condiciones físicas y químicas de estos suelos, el desarrollo radicular de las plantas se realiza en los horizontes superiores. Esto hay que tenerlo en cuenta en la implantación de cultivos y, como ya se ha dicho, en el abonado correspondiente.

Este trabajo es una contribución al estudio de los suelos dentro del proyecto. "Estudio del Medio Natural de las Rañas de la Región Central y medidas para su conservación. Suelos", financiado por la C.A.I.C.Y.T. con el nº PR 84-0140-C06-00.

#### BIBLIOGRAFIA

BIROT, P. y SOLE SABARIS, L. (1954). Investigaciones sobre morfología de la Cordillera Central Española. Ins. J.S. Elcano. Madrid.

DUCHAUFOR, Ph, et SOUCHIER, B. (1966). Note sur une methode d' extraction combinee de l' aluminium et du fer libres dans les sols. Science du sol, 1: 17-29.

F.A.O. (1977). Guia para la descripción de perfiles de suelos. Roma.

GARCIA SANCHEZ, A. y SAAVEDRA ALONSO, J. (1983). Datos analíticos sobre cuatro patrones geoquímicos de Salamanca (Granitos S.L.) y técnicas utilizadas. Anuario C.E.B.A.S. IX: 321-332.

GARCIA RODRIGUEZ, A.; FORTEZA BONNIN, J.; SANCHEZ CAMAZANO, M.; PRAT PEREZ, L.; LORENZO MARTIN, L.F. y LEDESMA GARCIA, M. (1977). Sobre los sedimentos postmesozoicos de la zona Yeltes-Huebra (Salamanca). Anuario C.E.B.A.S.: 107-139.

GARCIA RODRIGUEZ, P. (1987). Dinámica del hierro y del aluminio en suelos desarrollados sobre sedimentos Plio-cuaternarios del Campo de Yeltes. (Salamanca). Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Salamanca. Salamanca 98 pp.

KINDELAN y DUNAY, J.A. (1957). Mapa Geológico de España; escala 1:50.000. Hoja nº 527, Sequeros (Salamanca). IGME. Madrid.

LOPEZ AZCONA, M.C. y MINGARRO MARTIN, F. (1970). Mapa Geológico de España; escala 1:50.000. Hoja nº 502, Matilla de los Caños del Rio. IGME. Madrid.

LLORENTE MALDONADO, A. (1976). Las comarcas históricas y actuales en la provincia de Salamanca. Edit. Centro de Estudios Salmantinos. Salamanca. 144 pp.

SANZ DONAIRE, J.J. (1979). El Corredor de Bejar. Tomo I. Edit. Instituto de Geografía Aplicada. C.S.I.C. Madrid. 195 pp.

SANZ DONAIRE, J.J. (1986). El Corredor de Bejar. Tomo II. Edit. Instituto de Geografía Aplicada. C.S.I.C. Madrid. 269 pp.