

LOCALIZACION DE ZONAS DE SURGENCIA DEL NIVEL FREATICO A TRAVES DEL ESTUDIO EDAFICO

Patricia SILJESTRÖM. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología. Apartado 1052. Sevilla 41080.

Luis CLEMENTE. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología. Apartado 1052. Sevilla 41080.

Manuel Enrique FIGUEROA. Dpt. de Ecología, Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes s/n. Sevilla 41012.

RESUMEN

El Presente trabajo trata de caracterizar las zonas de surgencia del nivel freático dentro de las arenas del Parque Nacional de Doñana. Dichas zonas son de pequeña extensión y pueden variar de un año a otro, situándose, en general, en el contacto de las arenas estabilizadas con la marisma.

Los suelos representativos de estas situaciones, desarrollados sobre arenas silíceas muestran un contenido anormalmente alto de óxidos de hierro, carbonatos y otras sales en los horizontes superficiales, que los separa de la secuencia evolutiva general del área.

Palabras clave: surgencia, nivel freático, suelos, Doñana, arenas.

ABSTRACT

The present paper deals with the characterization of water table spring areas in the sands of the Doñana National Park. These areas have a small surface, varying among years. Normally, they are placed in the contact areas between the stabilized sands and the marsh.

Their representative soils, developed on acid sands, show an extremely high content of iron oxides, carbonates and other salts, which separates them from the general evolution sequence in the area.

Key words: water table, spring areas, soils, Doñana, sands.

INTRODUCCION

El área de estudio se encuentra enclavada dentro del Parque Nacional de Doñana, situado en la margen derecha de la desembocadura del Guadalquivir (SW España).

Desde un punto de vista textural, pueden distinguirse dos grandes zonas: la primera está constituida por arenas eólicas procedentes de la erosión del farallón ccstero plio-cuaternario (Siljeström y Clemente, 1987a) y la segunda, que forma parte de las marismas del Guadalquivir, por los sedimentos aluviales limo-arcillosos que colmataron el estuario durante el Holoceno reciente.

En función de la dinámica geomorfológica, el área de arenas se divide en tres unidades fundamentales: arenas estabilizadas, arenas móviles y zonas de contacto (Siljeström y Clemente, 1987b). Esta última se diferencia, a su vez, en dos subunidades de acuerdo con su origen y situación: lagunas permanentes y vera (Siljeström, 1985). La vera constituye la zona de contacto entre las arenas estabilizadas y la marisma, apareciendo como una discontinuidad ecológica entre ambas unidades.

LOS "NOCLES" U "OJOS"

Dentro de la vera aparecen una serie de lugares puntuales que reciben el nombre local de "Ojos", si pertenecen al área de marisma, o "Nocles", si están dentro de las arenas. La variación temporal y espacial de estas área, así como su pequeña extensión (1 a 2 m² de tamaño medio y perímetro circular), las hace difícilmente detectables a través de la fotografía aérea.

Después de sondear diversos enclaves similares, se muestreó un perfil representativo ubicado al sur de la laguna del Sopetón, en un área donde la vera se confunde con antiguos corrales. La baja posición fisiográfica del perfil en el paisaje implica un "efecto colector" del agua que eleva el nivel freático y llega a inundar la zona gran parte del año. Este hecho favorece la presencia de una densa vegetación de pastizal, representada por las

PERFIL XXVI "Nocle"

Clasificación	Aeric Calciaquoll
Ubicación	2 Km al S de la laguna del Sopotón
Pendiente	Llano (0 - 2 %)
Drenaje externo	Escasamente drenado
Drenaje interno	Imperfectamente drenado
Prof. capa freática	50 cm (abril 83); 80 cm (julio 83); 40 cm (noviembre 83)
Material original	Arenas eólicas
Vegetación	Asociación Trifolio-Caricetum chaetophyllae

Prof. (cm.)	Hori- zonte	Descripción
0-15	Akz	5 YR 3/3 (h), pardo rojizo oscuro con manchas 2,5 Y 4/2 (h), pardo grisáceo oscuras y 2,5 Y 3/2 (h), pardo grisáceas muy oscuras; franco-arenosa; estructura migajosa gruesa; blando (s), firme (h), no plástico y ligeramente adherente (m); fuerte reacción caliza; muy abundantes raíces medianas, finas y muy finas; actividad biológica muy alta; límite gradual e irregular.
15-25	Ak	2,5 Y 3/2 (h), pardo grisáceo muy oscuro con manchas 5 YR 3/3 (h), pardo rojizo oscuras y 7,5 YR 2,5/0 (h), negras; arenosa-franca; estructura migajosa gruesa; blando (s), firme (h); no plástico y ligeramente adherente (m); fuerte reacción caliza y sulfídrica; muy abundantes raíces medianas, finas y muy finas; actividad biológica alta; límite neto y plano.
25-45	ACr	10 YR 5/3 (h), pardo y algunas manchas 10 YR 3/3 (h) pardo oscuro en forma de raíces; arenosa; grano suelto (s), friable (h), no plástico y no adherente (m); débil reacción caliza; ligero olor sáprico; abundantes restos de raíces medianas y finas; no se aprecia actividad biológica; límite gradual y ondulado.
45-120	Cr ₁	10 YR 6/3 (h), pardo pálido; arenosa; grano suelto; suelto (s), friable (h), no plástico y no adherente (m); muy débil reacción caliza; escasos restos de raíces finas; límite gradual y ondulado.
120-	Cr ₂	2,5 Y 4/2 (m), pardo grisáceo oscuro; arenosa; grano suelto; suelto (s), friable (h), no plástico y no adherente (m); muy débil reacción caliza; desaparecen los restos de raíces.

TABLA 1

Análisis químicos y físicos generales y de la CEC

Horiz.	AKz	AK	ACr	Cr ₁	Cr ₂
M.O. (%)	11,9	8,5	1,2	0,4	0,3
C (%)	6,90	4,93	0,70	0,23	0,17
N (%)	0,54	0,43	0,07	0,03	0,02
C/N	12,8	11,5	10,0	7,7	8,5
CO ₃ ⁼ (%)	22,4	18,4	1,4	1,6	2,0
pH (H ₂ O)	8,2	7,9	7,7	7,6	8,0
pH (ClK)	7,5	7,1	6,9	6,8	7,4
Ar G (%)	52,5	72,0	91,0	91,5	94,0
Ar F (%)	16,5	12,0	7,5	7,5	5,0
Limo (%)	13,0	5,8	t	t	t
Arcilla (%)	18,0	10,2	1,5	1,0	1,0
Textura	Franc-Aren	Aren-Franc	Aren.	Aren.	Aren.
CEC (meq/100 g)	15,5	9,0	1,0	1,0	1,0
Na ⁺ "	5,0	1,0	0,1	0,1	t
K ⁺ "	t	t	t	t	t
Ca ⁺⁺ "	7,1	6,9	0,9	0,9	1,0
Mg ⁺⁺ "	3,4	1,1	t	t	t
V (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TABLA 2

Análisis de hierro, manganeso, sales y conductividad eléctrica de agua y suelo

Horiz.	AKz	AK	ACr	Cr ₁	Cr ₂
Fe ₂ O ₃ total (%)	7,58	8,79	0,57	3,10	3,30
Fe ₂ O ₃ libre (%)	3,06	3,15	0,09	0,11	0,17
libre/total	40,4	35,8	15,8	3,5	5,2
MnO ₂ total (%)	0,20	0,24	0,05	0,12	0,12
MnO ₂ libre (%)	0,18	0,22	-	-	-
libre/total	90,0	91,7	-	-	-
CO ₃ H ⁻ (meq/100 g)	0,76	0,76	0,18	0,18	0,36
Cl ⁻ "	7,40	1,00	0,20	0,20	0,20
Ca ⁺⁺ "	2,40	2,37	0,51	0,25	0,62
Mg ⁺⁺ "	0,76	0,27	0,21	0,06	0,08
Na ⁺ "	4,30	0,70	0,16	0,09	0,11
K ⁺ "	0,13	0,03	0,02	0,02	0,02
C _e suelo (mS/cm)	4,41	0,66	0,21	0,13	0,13
C _e agua (mS/cm)	0,83 (Oct. 1983)		1,36 (Marzo 1984)		

asociaciones hidrófilas Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati y Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae (Rivas-Martínez et al, 1980), acompañadas de densos juncales en zonas puntuales.

CARACTERISTICAS EDAFICAS

El perfil representativo muestra un alto contenido en materia orgánica, diferenciándose el horizonte superior en dos subhorizontes con valores de 11.9% y 8.5%, respectivamente. Estos porcentajes están directamente relacionados con el denso pastizal que cubre el suelo, favorecido por un nivel freático que no desciende nunca por debajo de 80 cm de profundidad. Hacia la base del perfil, los valores de materia orgánica disminuyen, equiparándose con otros suelos similares de zonas arenosas (0.3% en Cr2) (Siljeström y Clemente, 1987b).

Los valores de C y N, al estar íntimamente relacionados con los de materia orgánica, presentan un comportamiento paralelo a ésta. La relación C/N oscila entre 12.8 en superficie y 7.7 en profundidad, indicando una buena humificación de la materia orgánica, de acuerdo con los contenidos singulares de carbonatos que presenta el suelo, así como con sus elevados pH.

Una de las principales características de este suelo es el contenido en carbonatos a lo largo del perfil, ya que contrasta notablemente con su ausencia en los suelos circundantes, desarrollados igualmente sobre arenas ácidas y difícilmente alterables (Siljeström, 1985). El horizonte Akz presenta un valor máximo de 22.4%, que desciende ligeramente en el Ak (18.4%) y bruscamente en el siguiente horizonte (1.4% en ACr), a partir del cual se mantiene relativamente constante. La presencia de carbonatos parece estar relacionada con una situación de sumidero de aguas provenientes de las arenas móviles. El alto contenido en los horizontes superficiales influye decisivamente en la reacción del suelo, cuyos valores de pH son de 8.2 en Akz y 7.9 en Ak. Estos valores disminuyen ligeramente en profundidad para aumentar en el último horizonte (pH 8), debido probablemente al contenido en sales del nivel freático situado en dicho horizonte en el momento de la toma del perfil.

La textura es fundamentalmente arenosa, predominando la arena gruesa sobre la fina. Este predominio aumenta gradualmente en profundidad, hasta alcanzar el 94.0% en el horizonte Cr2, lo que parece indicar una gran influencia de las próximas arenas móviles, cuya granulometría es semejante (Apcarián, 1983). La fracción fina (limo y arcilla) presenta el máximo valor en el horizonte superficial (31.0% en Akz), coincidiendo con el máximo porcentaje de materia orgánica, lo que indica la influencia decisiva de ésta en dicha fracción, además de la de captación de partículas finas por el agua que inunda el suelo gran parte del año.

Los valores de CEC, cationes cambiabiles y grado de saturación observan una estrecha relación con los de materia orgánica y fracción fina. En efecto, el máximo valor de la CEC se da en el horizonte superficial (15.5 meq/100 g), existiendo un descenso brusco entre los horizontes Ak y ACr, donde el valor es de sólo 1.0 meq/100 g, equiparable a los de los suelos arenosos circundantes.

Los cationes de cambio presentan valores altos en el horizonte Akz de acuerdo con su mayor CEC. Entre ellos, hay que destacar los 5 meq/100 g de Na^+ , que supone más de un 30% de la capacidad total. Asimismo, hay que destacar los correspondientes a Ca^{++} (7.1 meq/100 g) y Mg^{++} (3.4 meq/100 g), que están de acuerdo con el contenido en carbonatos. Estas concentraciones descienden en profundidad, gradualmente primero y bruscamente después, quedando casi todos a nivel de trazas.

Todos los horizontes presentan una saturación completa, lo que está de acuerdo con el pH del medio (siempre por encima de 7). Esta total saturación se encuentra favorecida por la presencia de sales (4.41 mS/cm en pasta saturada en Akz). Las sales son fundamentalmente cloruros (7.4 meq/100 g) de Na^+ (4.3 meq/100 g) y sulfuros y bicarbonatos (0.76 meq/100 g) de Ca^{++} (2.40 meq/100 g). La conductividad eléctrica desciende marcadamente en profundidad (0.13 mS/cm en Cr2), indicando, por tanto, una acumulación de sales en superficie debido a un flujo vertical y posterior precipitación. De acuerdo con esto, el nivel freático presenta una mayor conductividad en la estación húmeda (1.36 mS/cm en marzo) que en la seca (0.83 mS/cm en octubre).

Finalmente, el poder de óxido-reducción de metales como hierro y manganeso hace que el estudio de dichos elementos sea fundamental para el conocimiento de la dinámica de zonas hidromorfas.

En efecto, estos óxidos, existentes en el sistema de dunas estabilizadas son transportados por el nivel freático, complejados y solubilizados por los compuestos orgánicos, precipitando en superficie al cambiar las condiciones físico-químicas del medio (pH, salinidad, etc.), de forma similar a como ocurre en otros suelos situados en la vera (Clemente et al, 1981). Este proceso se refleja en los datos de Fe_2O_3 total (3% en profundidad y 8% en superficie) y, sobre todo, en los de Fe_2O_3 libre, que aumentan aproximadamente 30 veces desde la base del perfil hasta los horizontes superiores.

El MnO_2 presenta, asimismo valores altos, en comparación con los suelos arenosos circundantes (Siljeström y Clemente, 1987c), fundamentalmente en los horizontes superficiales. En dichos horizontes (Akz y Ak) se alcanza el 0.20% y 0.24% de MnO_2 total, respectivamente. Estos contenidos siguen, en general, una secuencia de variación paralela al Fe_2O_3 total.

Finalmente, hay que señalar las altas razones MnO_2 libre/total en superficie, debido posiblemente a un fenómeno de acumulación de óxidos libres por evaporación del agua durante la época más seca.

EL FENOMENO DE SURGENCIA

La baja posición fisiográfica del perfil en el paisaje, el elevado nivel freático a lo largo de todo el año y la variación estacional de su conductividad eléctrica refuerza la idea de "efecto colector o sumidero". El encharcamiento producido por este efecto colector se incrementa como consecuencia del flujo de aguas más profundas provenientes de las zonas de recarga. Dicho flujo tarda en su recorrido entre 2 y 220 años (Vela, 1984), atravesando niveles conchíferos y/o salinos que enriquecen su contenido en sales. Posteriormente, aflora en la zona de la Retuerta (parte sur de la vera, donde se sitúa el suelo estudiado), depositando las sales anteriormente disueltas, carbonatos fundamentalmente, que alcanzan valores muy elevados en las zonas

puntuales de surgencia. En dichas zonas existe, asimismo, un fenómeno de acumulación de los óxidos de hierro que recubren los granos de arena del manto arrasado, de donde son removidos por complejación con los compuestos orgánicos y evacuados a través del nivel freático. Un fenómeno similar se produce en suelos próximos con nivel freático más profundo. En estos casos, durante la época seca, los óxidos de hierro envejecen y cementan los granos de arena hasta formar verdaderas costras lateríticas (Clemente et al, 1984).

CLASIFICACION DEL SUELO

Los valores de pH (8.2), relación C/N (11.7), saturación en bases (100%) y, sobre todo, el tiempo de encharcamiento, convienen a un humus de tipo anmoor cálcico (Duchaufour, 1975).

El intenso proceso de hidromorfía del suelo se refleja no sólo en los horizontes superficiales, sino también en los más profundos, que presentan un color grisáceo con cierto abigarramiento y olor sáprico, manifestaciones típicas del régimen de humedad ácuico.

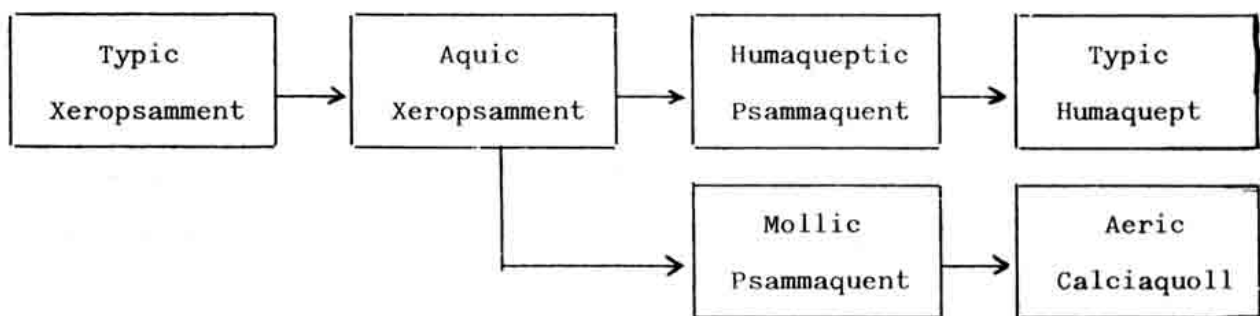
La potencia, color y saturación del horizonte húmico permiten la definición de un epipedón móllico que, unido al régimen de humedad, clasifica al suelo en el suborden Aquoll.

La presencia de sales en superficie, reflejadas a través de la elevada conductividad eléctrica no es suficiente para definir un horizonte sálico, por lo que no puede ser tenido en cuenta a nivel de clasificación. No sucede lo mismo con los carbonatos que, por superar el 15% en los primeros 25 cm, definen un horizonte cálcico que clasifica el perfil como Calciaquoll. Finalmente, como consecuencia de un color en superficie más claro al exigido para el concepto central, el perfil estudiado se denomina Aeric Calciaquoll (Soil Taxonomy, 1975).

CONCLUSION

Los datos experimentales anteriormente discutidos ponen de manifiesto

la existencia en la vera de zonas de surgencia caracterizadas por el perfil estudiado. El fenómeno de surgencia se manifiesta por la precipitación de sales y óxidos de hierro en superficie durante la época seca, como consecuencia de la evaporación de las aguas de inundación. Dichas sales otorgan carácter móllico al suelo, en contraste con la acidez de las arenas circundantes, suponiendo una desviación de la catena de evolución normal, que puede expresarse como sigue :



Por todo ello, puede afirmarse que la presencia en la vera de suelos con características móllicas está íntimamente relacionada con la de zonas puntuales de surgencia.

REFERENCIAS

- APCARIAN, A. (1983): Evolución geomorfológica y edafológica de las arenas móviles del Parque Nacional de Doñana (España). Monografía. Centro de Edafología y biología aplicada del Cuarto, Sevilla, 100 pp.
- CLEMENTE, L.; PASCUAL, J. and SILJESTRÖM, P. (1981): Génesis y evolución de las costras ferruginosas de Doñana (Huelva). Actas V Reunión Gr. Trab. Cuater., Sevilla, 294-307.
- CLEMENTE, L.; SILJESTRÖM, P. and MUDARRA, J.L. (1984): Procesos edafogenéticos en las arenas de la Reserva Biológica de Doñana. Actas I Cong. Nac. Ciencia del Suelo, Madrid, 561-573.
- DUCHAUFOR, Ph. (1975): Manual de Edafología. Ed. Toray-Masson, 476 pp.

- RIVAS-MARTINEZ, S.; COSTA, M.; CASTROVIEJO, S. and VALDES, E.(1980): Vegetación de Doñana (Huelva-España). Lazaroa, 2 , 5-190.
- SILJESTRÖM, P. (1985): Geomorfología y Edafogénesis de las Arenas del Parque Nacional de Doñana. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, 515 pp.
- SILJESTRÖM, P. and CLEMENTE, L.(1987)a : Historia geológica y Geomorfología actual del Parque Nacional de Doñana. En prensa.
- SILJESTRÖM, P. and CLEMENTE, L. (1987)b : Evolución edáfica en la Vera Arcillosa del Parque Nacional de Doñana. An. Edaf. y Agrobiol., en prensa.
- SILJESTRÖM, P. and CLEMENTE, L. (1987)c : Caracterización de una toposecuencia en las Naves (Dunas Estabilizadas) del Parque Nacional de Doñana. An. Edaf. y Agrobiol., en prensa.
- SOIL SURVEY STAFF (1975): Soil Classification. A comprehensive System. 7th Approximation. U.S. Dept. Agriculture, 754 pp.
- VELA, A. (1984): Estudio preliminar de la hidrogeología e hidrogeoquímica del sistema de dunas móviles y flecha litoral del Parque Nacional de Doñana. Tesina de Licenciatura, Univ. Complutense de Madrid, 221 pp.