

Pamplona 30/9 1992

III CONGRESO NACIONAL DE LA CIENCIA DEL SUELO

CONFERENCIAS PLENARIAS
COMUNICACIONES

A. Urogoitia

PAMPLONA, 21 al 24 de SEPTIEMBRE de 1992

Organizado por:

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE LA CIENCIA DEL SUELO
DEPARTAMENTO DE EDAFOLOGIA. UNIVERSIDAD DE NAVARRA



R. 16. 1992

358112.001.002

© Copyright 1992
Departamento de Edafología
Facultad de Ciencias
C/ Irunlarrea, s/n. - Teléfono 252150. - PAMPLONA

ISBN: 84-600-8224-5
Depósito Legal: NA 1543-1992
Impreso en EUROGRAF, S.L. - Tras. T. Ochoa de Alda, s/n. - PAMPLONA

COMITE DE HONOR

SU MAJESTAD EL REY D. JUAN CARLOS I

EXCMO. SR. D. JUAN CRUZ ALLI ARANGUREN
PRESIDENTE DEL GOBIERNO DE NAVARRA

EXCMO. SR. D. ALEJANDRO LLANO CIFUENTES
RECTOR MAGNIFICO DE LA UNIVERSIDAD DE NAVARRA

ILMO. SR. D. ALFREDO JAIME IRUJO
ALCALDE DE PAMPLONA

ILMO. SR. D. JOSÉ CRUZ PÉREZ LAPAZARAN
CONSEJERO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y MONTES DEL GOBIERNO DE NAVARRA

ILMO. SR. D. MIGUEL SANZ SESMA
CONSEJERO DE PRESIDENCIA E INTERIOR, ORDENACION DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE Y
ADMINISTRACION LOCAL DEL GOBIERNO DE NAVARRA

ILMO. SR. D. JAVIER MARCOTEGUI ROS
CONSEJERO DE EDUCACION Y CULTURA DEL GOBIERNO DE NAVARRA

ILMO. SR. D. ANGEL LUIS RODRIGUEZ SAN VICENTE
CONSEJERO DE INDUSTRIA, COMERCIO, TURISMO Y TRABAJO DEL GOBIERNO DE NAVARRA

ILMA. SRA. DA. PILAR SESMA EGOZCUE
DECANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE NAVARRA

COMITE ORGANIZADOR

PRESIDENTE	JAIME ÑIGUEZ HERRERO
VICEPRESIDENTE	CARLOS ROQUERO DE LABURU
SECRETARIO	IGNACIO SANCHEZ-CARPINTERO PLANO
TESORERA	ROSA MARIA VAL LEGAZ
VOCALES	MAGDALENA ARRARAS ANDUEZA
	LUIS BERMEJO IRAIZOZ
	ANA DONCEL UNANUA
	JAVIER PERALTA DE ANDRÉS
	ROBERTO RUILOPE PINEDA
	MANUEL VIDAL BARDAN
	GUADALUPE VITORIA MÁNGADO

COMITE CIENTIFICO

F. DIAZ-FIERROS VIQUEIRA	SANTIAGO DE COMPOSTELA
F. INGELMO SANCHEZ	VALENCIA
F. MACIAS VAZQUEZ	SANTIAGO DE COMPOSTELA
B. SILVA HERMO	SANTIAGO DE COMPOSTELA
J. TORRENT CASTELLET	CORDOBA
J. GALLARDO LANCHO	SALAMANCA
J.A. EGIDO RODRIGUEZ	SALAMANCA
J.M. MURILLO CARPIO	SEVILLA
R. GONZALEZ PONCE	MADRID
J.L. MUDARRA GOMEZ	SEVILLA
L. ALCALA DEL OLMO BOBADILLA	MADRID
R. JIMÉNEZ BALLESTA	MADRID
V. GOMEZ Y MIGUEL	MADRID
J. GALLARDO DIAZ	MADRID
C. DORRONSORO FERNANDEZ	SALAMANCA
J. MARIA GASCO MONTES.	MADRID
J. SOLER SOLER	MADRID
J. PORTA CASANELLAS	LLEIDA
M.A. VICENTE HERNANDEZ	SALAMANCA
M.T. GARCIA GONZALEZ	MADRID
A. BELLO PÉREZ	MADRID
I. SANTA REGINA RODRIGUEZ	SALAMANCA

Presidencia

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE LA CIENCIA DEL SUELO
C/ Serrano 115 - 28006 MADRID - Tfno. 91 - 5625020

Secretaría General

DEPARTAMENTO DE EDAFOLOGIA. FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD DE
NAVARRA

Apartado 273 - 31080 PAMPLONA - Tfno. 948 - 252150

iciación de las
caciones no sólo
también de la

tradicionalmente
progreso de la
y sólo a partir
el iniciador, a
vación del Suelo
considerado como

adas ampliamente
rollados, y las
r la Industria a
el Medio Natural,
ento ecologista"
conservación.

estudios de la
ón creciente de
e unos a otros
ue la Edafología

ueva celebración
hospitalidad de
as y en especial
irático D. Jaime
esores D. Ignacio
de cuantos han
a preparación de

RÓ DE LABURU
e la Sociedad
la Ciencia del

INDICE GENERAL

	Página
CONFERENCIAS PLENARIAS	
Micromorphological aspects of soil mineralogy. G. Stoops...	25
Role of Agrophysics in modern Agriculture. J. Glinski.....	30
COMUNICACIONES CIENTIFICAS	
SECCION I (FISICA DEL SUELO)	
1.- Influencia del riego en las propiedades físicas y el drenaje de suelos recuperados de las Marismas del Guadalquivir. F. Moreno, L. Andreu, J. Martín Aranda y G. Vacháud.....	39
2.- Estructura espacial de las propiedades físicas del suelo y diseño experimental en ensayos de laboreo de conservación. M ^a V. López y J.L. Arrúe.....	45
3.- Utilización del cloruro como medida de la capacidad dispersante de contaminantes en suelos. E. López, A. Núñez y F. Díaz-Fierros.....	51
4.- Estabilidad estructural de suelos desarrollados sobre materiales geológicos ricos en hierro. M.T. Barral, M. Arias y F. Díaz-Fierros.....	57
94.- Efecto comparado del Fe y del Al en la agregación de sustratos caolíníticos. M. Arias Estévez y M.T. Barral Silva.....	63
SECCION II (QUIMICA DEL SUELO)	
47.- Interpretación de datos de la disolución de suelos de Galicia: análisis de correspondencias. A. Martínez Cortizas, A. Veiga Vila y E. Alvarez Rodríguez.....	71
48.- Adsorción de fosfato en relación con las propiedades superficiales de hematites con sustitución por aluminio. C. Colombo, A. Violante, V. Barrón y J. Torrent.....	77
49.- Algunas propiedades de carga en horizontes superficiales de suelos de Galicia. Influencia del tipo de roca. C. Moares Domínguez y R. Calvo de Anta.....	81

50.-	Cambios de las fracciones de materia orgánica y extractabilidad de elementos traza en suelo adicionado con lodos urbanos altamente contaminados con metales pesados. R. Nogales, L. Leita, F. Fornasier, M. de Nobili y F. Gallardo-Lara...	87
51.-	Predicción de la composición de la disolución de suelos de mina a partir de extractos acuosos. E. Alvarez y C. Monterroso.....	93
52.-	Comparación de dos métodos para la determinación del contenido en yeso del suelo. A. Boukhalifa.....	99
53 -	Análisis de la conductividad eléctrica en los suelos de Canarias. Su relación con algunos factores edáficos y ambientales. M.C. González Soto, L.A. Hernández Hernández, J.M. Torres Cabrera y G.E. Vargas Chávez.....	104
54.-	Fosfato asimilable por el método del absorbente de hidróxido de hierro en suelos ándicos. A. Hernández-Pérez y M.A. Negrin.....	110
55.-	Extracción química secuencial de metales pesados. Aplicación del método de Tessier a sedimentos. J.C. Echeverría, M.T. Morera y J. Garrido Segovia.	116
56.-	Evaluación de formas de carbono y nitrógeno lábil presentes en un compost de RSU. J.C. Rad, A. Rodríguez López, M. Navarro y S. González-Carcedo.....	121
57.-	Influencia del tiempo de incubación en la distribución del K añadido en suelos gallegos. B. Rubio y F. Gil.....	127
58.-	Condiciones de estabilidad de formas fosfatadas y control de la concentración de fósforo en solución en algunas escombreras de la mina Puentes (La Coruña, España). M.L. Fernández Marcos, C. Monterroso y F. Macías.....	133
59.-	Capacidad de adsorción de sulfato en suelos de Galicia. A. Merino y E. García-Rodeja.....	139
60.-	Salinización en suelos de carga variable: ensayos de laboratorio. J.M. Hernández-Moreno, C.D. Arbelo y M. Espino-Mesa.....	145
70.-	Clasificación de cenizas volantes de centrales termoeléctricas según composición elemental y propiedades ándicas. C. Ramírez de Diego, J.M. Hernández Moreno, J.L. Fernández Turiel y M.T. Felipó Oriol.....	151
71.-	Selectividad de K en Andosoles, Ultisoles e Inceptisoles de las Islas Canarias. M. Espino-Mesa, C.D. Arbelo y E. Iglesias-Jiménez.....	157

ánica y
 i suelo
 aminados
 ita, F.
 ara... 87

 ción de
 sos. E.
 93

 ción del
 99

 s suelos
 factores
 o, L.A.
 rera y
 104

 cente de
 os. A.
 110

 pesados.
 os. J.C.
 govia. 116

 no lábil
 Rad, A.
 nzález-
 121

 en la
 gos. B.
 127

 atadas y
 ución en
 Coruña,
 terroso
 133

 elos de
 139

 sayos de
 Arbelo
 145

 entrales
 ental y
 o, J.M.
 riel y
 151

 soles e
 Espino-
 157

SECCION III (BIOLOGIA DEL SUELO)

- 41.- Liberación de nutrientes durante las fases iniciales de descomposición de restos vegetales de diferentes especies en algunos medios de Galicia. A.M. García Arrese y F. Macías..... 165
- 42.- Relación de actividad del par β -D-glucosidasa/CMC-celulasa en edafogénesis con ritmos celulolíticos diferentes. S. González-Carcedo, M.S. Allende y J.C. Rad..... 171

SECCION IV (FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICION VEGETAL)

- 11.- Biodisponibilidad de cobalto en suelos. M.J. Graña y S. Seoane..... 179
- 12.- Reserva de potasio asimilable en Vertisoles de la provincia de Badajoz (España). A. López y M^A. Rozas..... 185
- 13.- Efecto de determinados complejos organo-metálicos ácidos húmicos-fúlvicos/ metal sobre la asimilación de micronutrientes y el crecimiento de las plantas en condiciones edáficas adversas. I. Estudio del crecimiento vegetal. M. Sánchez Díaz y J.M^A García-Mina..... 191
- 14.- Efecto de determinados complejos organo-metálicos ácidos húmicos-fúlvicos/ metal sobre la asimilación de micronutrientes y el crecimiento de las plantas en condiciones edáficas adversas. II. Estudio de la asimilación vegetal de cobre, hierro y zinc. J.M^A García-Mina y M. Sánchez Díaz..... 197
- 19 - Recuperación de estériles de minas de lignito con purín de vacuno: lavado de iones. M^D. Blanco, J. Cives, M^AC. Leiros y F. Gil Sotres..... 203
- 20.- Neutralización de la acidez de estériles de minas de lignito con cenizas de la combustión del carbón. S. Seoane y M^AC. Leiros..... 208
- 21.- Efecto de la fertilización con alpechín sobre la movilidad de cobre añadido al suelo. L. Madrid y E. Díaz Barrientos..... 214
- 22.- Efecto de la fertilización con vinaza concentrada sobre la producción y estado nutricional de ryegrass. R. López, F. Cabrera, S. Moreno, G. Esenarro y M.M. Llorente..... 220
- 61.- Influencia de la fertilización de fondo en los contenidos de fósforo en fondes, bayas de semilla y

diversos parámetros morfológicos de la esparaguera. J.A. Espejo y J.L. González.....	226
62.- Evaluación de los factores limitantes de la productividad agrícola en Andisoles. P.A. Padrón Padrón, C.C. Jiménez Mendoza, M.J. Ortega González y G.E. Vargas Chávez.....	232
63.- Introducción al aprovechamiento de residuos sólidos urbanos orgánicos, con recogida selectiva, como fuente de fertilización en agricultura biológica. A. García Navarro y J. Labrador.....	238
64.- Influencia del abonado organomineral de fondo en un cultivo de trigo. J.L. González, R. Barón e I.C. Benítez.....	244
65.- Utilización del agua de drenaje sin diluir para regar la cebada cultivada en dos suelos del Valle del Nilo con diferente granulometría. H.N. Esmat.....	250
72.- Nuevos productos para la prevención de la clorosis férica en plantas: evaluación de la efectividad de algunos fosfatos de hierro. M.C. del Campillo, V. Barrón y J. Torrent.....	256
73.- Estudio de los estados nutricionales y sanitarios de las poblaciones de Pinus radiata de siete localidades representativas del País Vasco. J.L. Albala, J. Dagnac y H. Casado.....	261
74.- Influencia de dos niveles de fertilización sobre el desarrollo, nutrición y rendimiento de un cultivo de maíz. J.M. Murillo, F. Moreno y C. Castro.....	267
75.- Efecto de la salinidad sobre las tasas de absorción del potasio en meliloto. J.M. Romero, T. Marañón y J.M. Murillo.....	273
SECCION V (GENESIS, CLASIFICACION Y CARTOGRAFIA DE SUELOS)	
6.- Metodología de capacidad de uso agrícola de suelos. J. Aguilar Ruiz y R. Ortiz Silla.....	281
7.- Capacidad de uso del suelo en el área central de la comarca del Baix Maestrat (Castellón). C. Afó, V. Segarra, B. Vendrell y C. Antolín.....	287
8.- Capacidad de uso agrícola, forestal y de protección de tierras del litoral andaluz: Cuenca de Lujar - Gualchos. C. Sierra, A. Roca y J. Quirantes....	293
9.- Capacidad y recomendaciones de uso en las sierras de Espadan y Calderona (Comunidad Valenciana). Analogías y diferencias. C. Antolín, E. Carbo, D. Alvarez y V. Martínez.....	299

raguera. 226

de la Padrón Ortega 232

sólidos ra, como gica. A. 238

do en un e I.C. 244

ra regar del Nilo 250

clorosis vidad de illo, V. 256

arios de alidades ala, J. 261

sobre el ltivo de ro..... 267

bsorción Marañón 273

ELOS)

suelos. 281

al de la Año, V. 287

otección Lujar - tes..... 293

erras de analogías Alvarez 299

10.- Material originario laminado de suelos afectados por sales en el valle del Ebro: implicaciones tecnológicas y de uso. J. Porta, R. Rodríguez-Ochoa, M^AT. García-González y M^AC. Vizcayno.. 305

27.- Tipología y desarrollo de suelos en el Surpirineo calizo Oriental de Cataluña (Alta Garrotxa). C. Martí, D. Badía y J.M. Alcañiz..... 311

28.- Estudio edafológico del valle del Alto Carrión. O. López Carcelén, R. Mulas Fernández, J.L. González Hurtado y M. Sánchez Bascones..... 317

29.- Suelos desarrollados sobre ofitas en el norte de Navarra. R.M. Val y R. Zapata..... 323

30.- Consideraciones sobre la génesis de la podsolización en el Puerto de la Quesera (Sierra de Ayllón, Guadalajara). R. Lagos y F. Velasco..... 329

31.- Estudio edafogenético de una superficie de rañas de la zona de Riaza (Segovia). J. Forteza Bonnin, L.F. Lorenzo Martín y M.P. García Rodríguez. Colaboración Técnica N. Najac Ballesteros.... 334

32.- El orden Inceptisol en el término municipal de Badajoz. J. Labrador y L. Fernández Pozo..... 340

33.- Caracterización de horizontes argílicos en régimen arídico (Islas Canarias). J.M. Torres Cabrera, A. Rodríguez Rodríguez, L.A. Hernández Hernández, C.C. Jiménez Mendoza y M.L. Tejedor Salguero..... 345

34.- Características, clasificación y génesis de los suelos de la Cuenca de Candelario. M^AC. Múñez y J.F. Gallardo..... 351

35.- Suelos y paisajes en la vertiente sur de la Cuenca del Duero. M.A. Casermeiro, M.I. Hernando, F. Garrido y M.F. Alcover..... 357

36.- Presencia de un suelo dúplex sobre una terraza en la confluencia Guadarrama-Tajo. J.M. Fernández, R. Jiménez Ballesta, A. Alvarez, V. Cala y A. Guerra..... 363

37.- Caracterización de un typic Durargid en el Tassili - N'Ajjer (Argelia). R. Espejo, J. Santano, J. Gallardo y V. Gómez..... 369.

38.- Génesis de Chromoxererts en la Cuenca Media del río Guadalquivir. G. Delgado, J. Aguilar, P.A. García Corral y R. Delgado..... 375

39.- Los suelos de la comarca vinícola de la Axarquía (Málaga). J. Párraga, G. Barceló, M. Soriano y M. Sánchez..... 381

40.-	Suelos del contacto del bloque del Garraf con el delta del Llobregat (Barcelona). J. Bach, J. Garrigó y D. Quilez.....	387
43.-	Sistemas de posicionamiento global por satélite. F. Mier Belizón.....	393
44.-	Empleo de un sistema experto para la detección previa de inconsistencias en los datos de información analítica sobre suelos en relación con su incorporación a bancos de datos. A. Roquero.....	399
45.-	Análisis multivariante de propiedades de suelos de Vizcaya. J. Iñiguez, M. Domingo y R.M. Val....	405
46.-	Variabilidad espacial de Xeralfts sometidos a distintas técnicas de manejo. C. López-Fando y R. Jiménez Ballesta.....	410
76.-	Caracterización de la materia orgánica de horizontes 2A enterrados en suelos de la meseta castellana. F. Velasco, J. Benayas y L. Alcalá.....	416
77.-	Índices morfológicos y edad en suelos desarrollados sobre terrazas fluviales en San Pedro del Valle (Salamanca). P. Alonso, A. Bravo y C. Dorransoro.....	422
78.-	Niveles de fertilidad y productividad de suelos para pastos en el Valle del Alto Carrión. R. Mulas Fernández, O. López Carcelén, C. Ruipérez Cantera y E. Muñoz Sastre.....	427
79.-	Evaluación de tierras para riego en los términos de Cabredo y Marañón (Navarra). A. Sanz y J. Sanz...	433
80.-	Propiedades físicas y químicas de suelos del Valle del Guadalquivir. Su relación con el factor K de la Usie. J. Gil y M. Tejada.....	439
81.-	Bauxitas en las unidades de paisaje de la Cuenca del Duero. Piedemonte de la Sierra de Ayllón. M.F. Alcover, M.A. Casermeiro, F. Garrido y J. Hernando.....	445
82.-	Los suelos en relación con el relieve de la alta montaña mediterránea (Sierra Nevada - Granada). M. Simón, S. Sánchez, I. García y O. Cabezas....	451
83.-	Cartografía y evaluación de la erosión hídrica de suelos del Valle del Guadalquivir. M. Tejada y J. Gil.....	457
84.-	Características de la materia orgánica de los suelos desarrollados sobre distintos materiales del Pantano de Los Bermejales (Granada). A. Roca, I. García, J. Lozano y J. Martínez.....	462

f con el Sech, J.	387
élite. F.	393
ón previa formación con su co.....	399
suelos de Val....	405
etidos a ndo y R.	410
orizontes llana. F.	416
rrollados del Valle y C.	422
elos para R. Mulas Ruipérez	427
rminos de Sanz....	433
del Valle r K de la	439
uenca del ón. M.F. lo y J.	445
la alta nada). M. zas....	451
ídrica de jada y J.	457
os suelos el Pantano García,	462

85.- El factor edáfico en los bosques de sabina albar. J. González, M.L. Palomar, A.M. Moreno, M.C. Fernández y M.T. Cruz.....	468
86.- Caracterización de la capacidad de uso agrícola de los suelos de la zona de Caravaca (Murcia). R. Ortiz, L.J. Alias, A. Sánchez, A. Faz y J. Alvarez.....	474
87.- Influencia de los parámetros climáticos en la génesis de los suelos del área de Padul (Granada). I. Saura, E. Ortega y C. Asensio.....	480
88.- Mapa de suelos de España del Atlas Nacional. M. Nieves Bernabé y V. Gómez-Miguel.....	486
89.- Evaluación por índices analíticos de la evolución de suelos de terrazas fluviales (San Pedro del Valle, Salamanca). C. Dorronsoró y P. Alonso.....	490
90.- Evaluación del proceso de iluviación de arcilla en suelos sobre calizas (Galicia). M.T. Taboada y B.M. Silva.....	496
91.- Evolución edáfica de los suelos desarrollados en el nivel más antiguo de la Raña (Guadalajara). L. Alcalá del Olmo, J. Benayas, M ^a L. Palomar y A. Guerra.....	502
92.- La diversidad de los suelos en las áreas de montaña bajo clima mediterráneo. (Un ejemplo representativo: el Macizo de Ayllón, Sistema Central). J.J. Ibáñez, S. de Alba, A. López-Lafuente y A. Saldaña...	508

SECCION VI (TECNOLOGIA DE SUELOS)

23.- Incorporación de residuos leñosos al suelo como resultado de las operaciones forestales: análisis de su evolución. A. Blanco.....	517
24.- Influencia del tipo de rueda compactadora de sembradora-abonadora sobre el comportamiento hídrico del suelo en la cama de siembra. F. Moreira Da Silva, L.A. Daniel, A.F. Ortolani y J.M ^a Gascó.....	523
25.- Aplicación del factor de Fournier modificado para la estimación de la erosividad. J. Almorox, A. Saa, R. de Antonio y J.M ^a Gascó.....	529
26.- Influencia del riego en las propiedades químicas de los suelos recuperados de las Marismas del Guadalquivir. F. Cabrera y R. Vaz.....	534
95.- Implicaciones edáficas de las repoblaciones por terrazas con <i>Pinus sylvestris</i> en Castilla y León.	

M.P. Modrego Alcalde y A. Hernández Fdez. de Rojas.....	540
96.- Aptitud de la provincia de La Coruña para la producción de <i>Eucalyptus globulus</i> (Labill). A. Riveiro y R. Calvo.....	546
97.- Estimación de la erosión mediante medidas de Cesio-137 en una vertiente de las Bardénas. A. Navas, D.E. Walling, T. Quine y J. Machín.....	552
98.- Estudio de pérdida de fertilidad del suelo en parcelas experimentales de erosión durante 1990. V. Andreu, J. Forteza, R. Cerni y J.L. Rubio....	558
99.- Estudio de las propiedades físicas de los horizontes superficiales de los suelos volcánicos de Canarias.- Su influencia en la erodibilidad. M.J. Ortega González, M.C. González Soto, P.A. Padrón Padrón y A. Rodríguez Rodríguez.....	564
100.- Elaboración de un modelo para el cálculo de la erosión y degradación del suelo. Su aplicación en el área de Baza (Provincia de Granada). E. Ortega, F.J. Lozano y C. Sierra.....	570
101.- Estudio comparado de características edáficas en vertederos sellados con materiales arcósicos y suelos del entorno. J. Pastor, A. Urcelay, A.J. Hernández, M ^a J. Adarve y A. García.....	576
102.- Efectos salinos sobre suelo tratado con lodo de depuradora. J. Navarro-Padrefío, I. Gómez y J. Mataix.....	581
103.- Efectos salinos sobre suelo tratado con piel de almendra. I. Gómez, J. Navarro-Padrefío y J. Mataix.....	587
SECCION VII (MINERALOGIA DE SUELOS)	
5.- Clases mineralógicas: las clases micácea y mixta en suelos graníticos de Galicia. R. Romero, T. Taboada y C. García.....	595
66.- Determinación del contenido de zeolitas en suelos pumíticos mediante análisis termogravimétrico: primeros ensayos. M.D. del Castillo, M.A. Negrín y C. Bati'sta.....	601
67.- Un avance sobre el estudio de los fragmentos gruesos de suelos rojos (Haploxeralf) de Sierra Nevada (Granada). J.M. Martín, G. Delgado, J. Párraga, E. Gámiz y R. Delgado.....	607
68.- Variación en la composición de minerales de la fracción arcilla de suelos desarrollados sobre gneis.	

dez. de 540
 para la 11). A. 546
 e Cesio-Navas, 552
 uelo en 1990. V. io.... 558
 rizontes marías.- Ortega Padrón 564
 o de la ón en el Ortega, 570
 ícas en y suelos , A.J. 576
 lodo de iz y J. 581
 piel de o y J. 587
 mixta en ero, T. 595
 a suelos nétrico; . Negrín 601
 gruesos . Nevada Párraga, 607
 s de la e gneis.

M.I. Hernando Massanet, A. Barba Carretero, C. Barba Solana y J. Hernando Costa..... 612

- 69.- Contribución al conocimiento de los depósitos detríticos pleistocenos de los Montes Vascos - Pirineos Occidentales y su relación con formaciones edáficas surpirenaicas. I. Sánchez-Carpintero, M. Vidal y F.M. Ugarte..... 618

SECCION VIII (ECOLOGIA)

- 15.- Estudio comparativo de dos ecosistemas mediante la evolución estacional de los elementos biogeoquímicos del suelo. M.I. González, J.A. Egido y C. Quilchano..... 627
 16.- Retorno potencial al suelo de bioelementos por medio de la hojarasca en bosques bajo clima semiárido de la Cuenca del Duero. J.F. Gallardo, I.M. Hernández e I. Santa Regina..... 633
 17.- Cartografía de suelos y vegetación de la Sierra de Leyre: (I) Suelos. J. Peralta, J. Iñiguez y J.C. Bascones..... 639
 18.- Cartografía de suelos y vegetación de la Sierra de Leyre (II) Vegetación; relaciones suelos-vegetación. J.C. Bascones y J. Peralta..... 645
 93.- La textura de los suelos de los pinares españoles. J.M. Gandullo y O. Sánchez Palomares..... 651

MATERIAL ORIGINARIO LAMINADO DE SUELOS AFECTADOS POR SALES EN EL VALLE DEL EBRO: Implicaciones tecnológicas y de uso

J. PORTA*, R. RODRIGUEZ-OCHOA*, M^a.T. GARCIA-GONZALEZ**
y M^a.C. VIZCAYNO**

* Dto. Meteorología y Ciencia del Suelo. ETSIA. Lleida

** Dto. de Mineralogía y Geoquímica. Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC. Madrid.

INTRODUCCION

En diversos estudios de suelos realizados en el Valle del Ebro se ha descrito la presencia de un material con un modelo de sedimentación laminar, en Bardenas (Zaragoza) por Martínez-Beltrán (1978). Para designarlo se ha empleado el término "hojaldré", estudiado en el sistema de riego de Flumen-Monegros (Huesca) por Herrero et al. (1989). También ha sido citado en los regadíos del Cinca (Huesca) en las proximidades de Ilche (Porta y Rodríguez-Ochoa, 1991) y en Bardenas (Navarra) por Sanz (com. pers). El origen de este tipo de material y los procesos formadores de los suelos resultantes han sido estudiados por Porta y Rodríguez-Ochoa (1991).

La presencia de este material laminado se asocia a suelos con graves problemas tecnológicos y de uso, como queda patente en los estudios de drenaje y mejora de suelos afectados por salinidad desarrollados a partir de estos materiales. Los trabajos realizados por Martínez-Beltrán (1978), en la finca experimental de Valareña ponen de manifiesto, además, la dificultad que supone no poder aplicar a estos suelos los modelos teóricos clásicos para el movimiento del agua en el cálculo y diseño de sistemas de drenaje. La falta de circulación vertical del agua y la aparición de capas freáticas colgadas de poca duración explican la inadecuación de los modelos clásicos. Estos aspectos y la inutilización de los sistemas de drenaje enterrado han sido estudiados por Herrero et al. (1989). Las translocaciones sólidas pueden provocar en menos de cinco años la colmatación de los tubos de drenaje enterrados, lo que supone la pérdida de las inversiones realizadas.

Los objetivos del presente trabajo se centran en profundizar en el conocimiento de las características y comportamiento de este tipo de material originario. Para ello se estudia su morfología, características granulométricas, mineralogía, geoquímica, contenidos salinos y sodicidad, así como su comportamiento frente al agua, todo ello con claras implicaciones tecnológicas y de uso.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras de material originario laminado, de lutitas y de materiales laminados de depósito actuales estudiadas proceden de Fraella (Huesca) zona previamente estudiada por J. Porta y Rodríguez-Ochoa (1991), trabajo en el que puede encontrarse una caracterización general.

Se ha muestreado separadamente las láminas arcillosas y las limosas. Los estudios morfológicos realizados se enmarcan en un continuum de observación desde la macromorfología en campo, a la submicroscopía electrónica de barrido en muestra tridimensional y en lámina delgada, pasando por la micromorfología, en lámina delgada.

La granulometría globalizada se determina por sedimentación clásica (Porta et al. 1986), mientras que los estudios granulométricos en lámina se realizan con microscopio petrográfico y SEM (microscopio Zeiss DSM 960).

La identificación mineralógica se lleva a cabo por difracción de rayos X con un difractómetro Philips PW 1130 (radiación $K\alpha$ del Cu con monocromador de grafito). Los difractogramas se realizan después de eliminar carbonatos, empleando polvo desorientado y los siguientes agregados orientados: secos al aire, solvatados con etilenglicol, calentados a 300 °C durante 3 horas y calentados a 500 °C durante 3 horas.

La estimación mineralógica semicuantitativa del cuarzo, feldspatos, goetita y filosilicatos totales se ha obtenido de los difractogramas de polvo desorientado utilizando los poderes reflectantes dados por Schultz (1964). Los contenidos de clorita, pirofilita, illita y

caolinita de los difractogramas de agregados orientados.

La determinación cuantitativa de los elementos mayoritarios y minoritarios se lleva a cabo por espectrometría de fluorescencia de rayos X en perlas de borax empleando como estándares los patrones internacionales. Se utilizan las líneas $K\alpha$ en un espectrómetro secuencial Siemens SRS300 (tubo de Rh) equipado con un microprocesador PDP 11/23.

Los contenidos salinos se estudian de acuerdo con Porta et al. (1986), se utiliza el método del doble anillo para la velocidad de infiltración y el método Porchet para la conductividad hidráulica.

RESULTADOS

Morfología y características granulométricas



Fig. 1.- Depósito de material laminado con evidencia de rasgos sedimentarios.

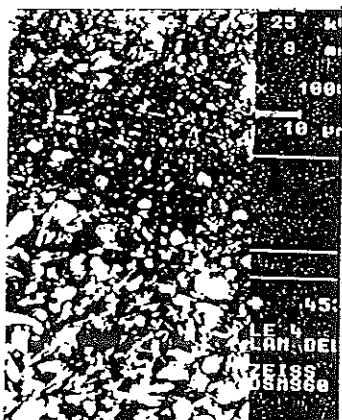


Fig. 2.- Estudio del material laminado por medio de láminas delgadas con SEM: Se observan las diferencias granulométricas entre capas.

En múltiples emplazamientos del Valle del Ebro aparecen depósitos sedimentarios con un contacto erosivo sobre lutitas y arenitas terciarias. La observación en campo permite describir en tales depósitos un modelo de disposición laminar, con capas de disposición subhorizontal. En el área de Flumen-Monegros los depósitos pueden alcanzar potencias de hasta diez metros (BL Salobral, Poleñino), si bien frecuentemente presentan espesores de uno a dos metros (Las Negras, San Juan de Flumen). Aunque afectados por procesos erosivos (cárcavas) y por las nivelaciones realizadas durante la transformación en regadío, se puede afirmar que su continuidad lateral es cuanto menos hectométrica, llegando incluso a ser kilométrica (Barranco de Las Lastras).

Pasando a una escala de observación a nivel de perfil, atendiendo a la coloración y a la textura se puede describir una disposición rítmica en capas, cuyo espesor puede llegar a ser centimétrico. Presentando las láminas una notable continuidad lateral de hasta varios metros.

Se observan localmente rasgos sedimentarios tales como paleogrietas, túbulos verticales atribuibles a rizomas y raíces, bioturbación, así como impresiones fósiles de vegetales paralelinervios de vegetación hidrófila. (Fig. 1).

Los colores son en unas capas rojizas (de 7.5 YR a 10 YR con brillos de 7 y cromas de 4 a 6) y en otras amarillentos (2.5 Y, con brillos de 6 a 7 y cromas de 2 a 4).

Un muestreo clásico de un volumen dado enmascara la realidad al mezclar las capas de distinta granulometría.

Globalmente, en la mayoría de los casos, existe un predominio de la fracción limo USDA con porcentajes y en un intervalo de 40% al 70%, un valor medio del 50%, (Tabla 1).

Una caracterización más precisa de la textura ha requerido el estudio de láminas delgadas con microscopio petrográfico y con SEM. Las capas rojizas son arcillosas, arcillo-limosas y

arios se lleva a
empleando como
espectrómetro
PDP 11/23.
(6), se utiliza el
Porchet para la

os del Valle del
entarios con un
renitas terciarias.
ite describir en
de disposición
n subhorizontal.
os los depósitos
asta diez metros
frecuentemente
los metros (Las
unque afectados
vas) y por las
a transformación
e su continuidad
étrica, llegando
arranco de Las

ervación a nivel
ión y a la textura
ción rítmica en
llegar a ser
minas una notable
s metros.

os sedimentarios
ulos verticales
bioturbación, así
de vegetales
trófila. (Fig. 1).
s rojizos (de 7.5
romas de 4 a 6) y
n brillos de 6 a 7

volumen dado
lar las capas de

ía de los casos,
ción limo USDA
o de 40% al 70%,
1).

lámminas delgadas
rcillo-limosas y

franco-arcillo-limosas, mientras que las amarillentas generalmente son franco-limosas (Fig. 2). Dentro de las láminas hay una granoclasificación positiva y una porosidad de tipo vesicular que se interpreta como sinsedimentaria.

Tabla 1.- Granulometría global de los materiales sedimentarios laminados (hojaldré) (*µm)

Referencia Textural	2000 500*	500 50*	50 20*	20 2*	<2*	Clase USDA
Grañén A-1	0.2	8.7	10.4	44.0	36.7	FAcL
Grañén A-2	3.6	21.8	6.2	39.5	28.9	FAc
Barranco de Las Lastras A-1	0.0	0.1	7.8	42.9	49.4	AcL
Barranco de Las Lastras A-2	0.0	0.6	7.2	61.0	31.2	FAcL
Barranco de Las Lastras A-3	0.0	0.1	0.7	41.0	58.2	AcL
Barranco de Las Lastras B-1	0.0	0.1	0.9	46.6	52.4	AcL
Barranco de Las Lastras B-2	1.3	49.7	23.7	16.6	8.7	F
Barranco de Las Lastras B-3	0.3	20.2	29.0	36.5	14.0	FL

Mineralogía

Los resultados obtenidos por difracción de rayos X, en fase descarboxada (Tabla 2), indican que el componente mineralógico más importante son los filosilicatos, su contenido es superior en la lutita (87%). Se aprecia la presencia de una pequeña proporción de goetita con bajo grado de cristalinidad en el material laminado de formación actual arcillosa. El filosilicato fundamental es la illita que va acompañada de una determinada proporción de clorita. La pirofilita está ausente en la lutita, mientras que la caolinita se identifica en un nivel de trazas sólo en los materiales originarios.

Tabla 2.- Composición mineralógica semi-cuantitativa (% relativo entre muestras).

Muestra	Sedimento actual parte arcillosa	Sedimento actual parte limosa	Hojaldré	Lutita
Cuarzo	15	27	17	8
Feldespato	8	4	7	5
Goetita	2	-	1	-
Min. laminares	68	46	75	87
Illita	52	35	70	74
Clorita	14	9	3	13
Pirofilita	2	2	2	-
Caolinita	-	-	tr	tr

Tabla 3.- Determinaciones cuantitativas por fluorescencia de rayos X (%)

Muestra	Sedimento actual parte arcillosa	Sedimento actual parte limosa	Sedimento actual arcilla +limo	Hojal- dré. F.80-90	Hojal- dré Fr 190- 200	Lutita	Lutita 441	Lutita 444
SiO ₂	36.67	38.89	41.57	40.48	39.58	47.95	44.66	41.37
Al ₂ O ₃	11.57	6.40	5.42	14.29	12.96	12.05	15.96	10.88
MgO	2.05	1.37	1.21	2.15	2.02	1.53	1.79	1.77
CaO	7.25	17.57	14.38	10.68	9.86	11.30	11.51	14.34
K ₂ O	3.77	1.70	1.69	3.14	2.92	2.58	2.81	2.59
Fe ₂ O ₃	6.81	3.68	3.17	6.17	6.18	4.71	6.04	4.55
Na ₂ O	2.00	1.25	1.47	1.64	1.14	1.54	1.50	1.23
MnO	0.07	0.07	0.06	0.08	0.07	0.06	0.10	0.06
TiO ₂	0.65	0.75	0.52	0.68	0.68	0.62	0.73	0.56
P ₂ O ₅	0.12	0.15	0.12	0.12	0.12	0.14	0.14	0.14
H ₂ O	4.61	1.34	3.97	0.82	0.99	0.80	1.00	1.57
H ₂ O ⁺	14.07	19.12	16.96	14.00	13.80	12.14	13.60	16.30

También se ha realizado el análisis mineralógico de los materiales que se encontraban en suspensión en una muestra de agua de una zanja próxima a la zona de muestreo. Las especies encontradas en los diagramas de agregados orientados indican que en su composición es de destacar la presencia de halita (ilita 74%, clorita 6% y halita 20%). Cabe señalar la ausencia de minerales de la arcilla tanto expansibles como fibrosos en todas las muestras.

Geoquímica

En los resultados cuantitativos de las determinaciones elementales de las distintas muestras (Tabla 3) destaca la baja proporción de Al_2O_3 , consecuencia de la escasez de especies mineralógicas aluminicas. Los altos contenidos de calcio coinciden con la abundancia de carbonatos de todas las muestras. El contenido más elevado de potasio en la parte arcillosa del sedimento actual concuerda también con la mayor proporción de ilita. La proporción de sodio es elevada.

Contenidos salinos y sodicidad

Los materiales laminados estudiados se caracterizan por unos niveles salinos generalmente moderados, dentro de un intervalo de 1.4 a 25 dS m^{-1} a 25 °C. En la mayoría de los casos predominan los valores de la banda baja de CEs. Del estudio de los cationes se desprende que en todos los casos es el Na^+ el mayoritario frente al Ca^{2+} y Mg^{2+} , con valores de SAR en un intervalo de 16 a 95 (Tabla 4).

Tabla 4.- Características analíticas de materiales laminados (Hojaldre)

Ref.	pH (1:2.5)	M.O. %	C.E. (1:5) dS/m a 25°C	Clase Textural (USDA)	% $CaCO_3$ equiv	Hs %	pH pasta	CEe dS/m a 25°C
Grañén A-1	9.3	0.1	3.37	FAcL	24.0	65.5	8.8	24.36
Grañén A-2	9.7	0.1	1.80	FAc	23.7	44.3	9.5	20.10
Grañén A-3	9.6	0.1	0.80	FAR	27.0	28.5	-	6.8
Lastras A-1	10.3	0.2	0.98	AcL	15.8	49.6	10.0	4.8
Lastras A-2	10.5	0.1	0.63	FAcL	23.5	42.0	9.6	3.3
Lastras A-3	10.3	0.1	0.59	AcL	18.0	48.7	9.3	1.5
Lastras B-1	10.2	0.2	0.50	AcL	17.0	45.3	9.2	1.4
Lastras B-2	10.4	0.1	1.00	F	26.5	33.4	10.3	9.6
Lastras B-3	10.6	lp	0.54	FL	9.1	28.3	10.3	4.5

EXTRACTO DE PASTA (*meq/l)							
Ca^{2+}	Mg^{2+} *	Na^+ *	SAR	Cl^- *	CO_3^{2-} *	HCO_3^- *	SO_4^{2-} *
6.3	5.7	234.3	95.6	198.2	0.0	5.6	26.8
6.3	7.3	239.6	91.6	176.2	0.0	9.2	29.5
1.9	3.1	70.1	47.5	45.5	0.0	5.8	19.6
0.8	1.1	47.0	50.2	15.3	3.3	10.8	23.0
0.6	1.0	27.9	33.0	6.3	1.6	11.9	9.9
0.4	1.0	16.6	21.5	1.5	2.0	8.0	8.4
0.5	0.6	11.9	16.0	1.3	1.2	6.3	5.8
2.1	1.6	100.1	73.6	53.4	12.2	11.9	28.8
2.4	2.6	44.2	28.0	6.9	13.0	14.3	16.1

Desde un punto de vista de aniones predominan los cloruros, hay sulfatos y es de destacar la presencia de carbonato sódico en algunos casos. Los pH en la pasta saturada se hallan en un intervalo de 8.8 a 10.3 y los pH 1:2.5 muestran mejor el elevado grado de alcalinización de estos materiales, sus valores se hallan en un intervalo de 9.3 a 10.6.

Estos resultados permiten una mejor comprensión del comportamiento de estos materiales frente al agua, las posibilidades de uso y orientar las técnicas de manejo.

encontraban en
o. Las especies
posición es de
lar la ausencia
s.

è las distintas
la escasez de
nciden con la
e potasio en la
ión de illita. La

iveles salinos
En la mayoría
los cationes se
²⁺, con valores

CEe dS/m a 25°C
24.36
20.10
6.8
4.8
3.3
1.5
1.4
9.6
4.5

SO ⁻² ₄ *
26.8
29.5
19.6
23.0
9.9
8.4
5.8
28.8
16.1

ulfatos y es de
esta saturada se
vado grado de
a 10.6.
iento de estos
inejo.

Comportamiento frente al agua

Para explicar el comportamiento de estos materiales frente al agua hay que diferenciar dos situaciones. Por un lado el material laminado puede aparecer como un horizonte subsuperficial a distintas profundidades. Por otra, la nivelación puede haber dejado en superficie el material laminado. En este segundo caso los principales factores que controlan el comportamiento frente al agua ya desde la superficie del suelo son: el elevado contenido en limo, el bajo contenido de materia orgánica, la sodicidad de las arcillas (ESP superiores a 15%). Todo ello se manifiesta a nivel macroscópico en un deficiente nivel de estructuración del horizonte superficial con una elevada inestabilidad. La clase de estabilidad estructural se ha evaluado como mínima, de acuerdo con el tests de Emerson (1967) y de Loveday (1975). En campo se observa una elevada tendencia al sellado, con posterior encostramiento. Esta es una de las causas de las insuficientes velocidades de infiltración (< 600 mm día⁻¹).

En suelos en condiciones naturales las características del material laminado se manifiestan a partir de cierta profundidad. La disposición laminar subhorizontal impide la circulación del agua. La conductividad hidráulica de este material presenta valores de (0.7 - 8) x 10⁻⁵ ms⁻¹, evaluados mayoritariamente como insuficientes.

Los estudios micromorfológico y submicroscópico han puesto de manifiesto un modelo de huecos, no conectados, de tipo vesicular sinsedimentario y otro de tipo cavitario policónico generado por la degradación de la porosidad.

Un tercer aspecto en las relaciones material laminado-agua hace referencia a la elevada susceptibilidad a la erosión hídrica. En el cálculo del factor K de la USLE para el material laminado tiene influencia el limo (Tabla 1) con valores en un intervalo del 40 al 70%, los porcentajes de arena muy fina resultan despreciables (< 0.2%), la materia orgánica presenta valores inferiores al 0.2%; la estructura es laminar y la permeabilidad muy lenta, con lo que se obtienen valores de erosionabilidad en un intervalo de 0.035 a 0.70 t MJ⁻¹ h mm⁻¹.

La erosionabilidad de estos materiales se ve aumentada por el elevado ESP y cuando afloran dan origen a la formación de arroyaderos que, si no se labra, evolucionan muy rápidamente a cárcavas. En los taludes y zanjas de drenaje tiene lugar tres procesos, formación de arroyaderos, sofusión y movimientos en masa, que degradan rápidamente estas obras.

DISCUSION

La caracterización de estos materiales debe realizarse en muchos casos de forma individualizada para los distintos tipos de capas, para no enmascarar comportamientos diferenciales.

La perduración de la disposición laminada originaria incluso cuando se hallan en o muy cerca de la superficie del suelo se debe a las condiciones de medio y a sus características intrínsecas. La semiaridez del clima da lugar a un régimen de humedad del suelo de tipo no percolante. La abundancia de carbonato frena la edafización. La laminación horizontal y la porosidad vesicular no comunicante dificultan la circulación del agua hacia las capas a mayor profundidad. Por otro lado, la ausencia de arcillas expandibles favorece igualmente la conservación de la laminación.

La fauna es el factor formador más activo y su acción es aprovechada por las raíces que, de otro modo, ven muy limitado su desarrollo en profundidad.

Estas características de evolución exigen una prolongada actividad de la fauna para conseguir desarrollar horizontes Bw.

El sistema de huecos creado por la fauna es aprovechado por el agua que desencadena importantes translocaciones sólidas que dan lugar a revestimientos y rellenos (Porta y Rodríguez-Ochoa, 1991).

La mineralogía de arcillas evidencia el bajo grado de evolución de estos materiales. Ello queda patente por la presencia de illita con una buena cristalinidad, y de minerales lábiles tales como clorita y pirofilita, así como por la ausencia de minerales interstratificados, expandibles y fibrosos. La presencia, aunque en muy-baja proporción de pirofilita y caolinita

en condiciones alcalinas excluye cualquier posibilidad de neoformación.

No obstante, si la situación es de un suelo AC, no son de esperar procesos rápidos de autoorganización.

CONCLUSIONES

El uso de suelos formados a partir de materiales originarios con laminación horizontal en el Valle del Ebro es muy problemático, por los condicionamientos que plantea tal modelo de disposición, por el predominio de la fracción limo en estos materiales, por su salinidad y elevado grado de sodicidad.

La ausencia de arcillas expandibles tiene repercusiones que deben ser tenidas en cuenta al estudiar la inestabilidad estructural, así como los modelos de dispersión en relación con grados crecientes de porcentaje de sodio intercambiable.

Estos materiales presentan una gran inercia edafogenética, por la abundancia de carbonatos, escasa circulación vertical de agua y ausencia de procesos de expansión-retracción. Para mejorar la penetración de las raíces en profundidad y favorecer el movimiento del agua y la incorporación de enmiendas químicas habrá que prever actuaciones tecnológicas encaminadas a provocar la desorganización de la disposición originaria hasta la profundidad que se considere necesaria.

La elevada inestabilidad estructural de estos materiales favorece los procesos de encostramiento superficial y las translocaciones sólidas con elevado riesgo de colmatación de drenes enterrados; así como su elevada erosionabilidad, lo que hace que los suelos formados a partir de este material sean altamente susceptibles a la degradación, siendo muy cuestionable su aptitud para ser transformados en regadío.

BIBLIOGRAFIA

- Emerson, W.W. 1967. A classification of soil aggregates based on their coherence in water. *Austr. J. Soil Res*, 5, 47-57.
- Herrero, J., R. Rodríguez-Ochoa y J. Porta. 1989. Colmatación de drenes en suelos afectados por salinidad. *Inst. Fernando el Católico. Zaragoza*, 133 pp.
- Loveday, J. 1974. *Methods for analysis of irrigated soils*. CAB. Clayton, 208 pp.
- Martínez Beltrán, J. 1978. *Drainage and reclamation of salt affected soils in the Bardenas area (Spain)*. ILRI. Wageningen, 322 pp.
- Porta, J. M. López-Acevedo y R. Rodríguez-Ochoa. 1986. *Técnicas y experimentos en Edafología*. COLAC. Barcelona, 283 pp.
- Porta, J. y R. Rodríguez-Ochoa. 1991. *Translocaciones sólidas en suelos con características sódicas en Monegros-Flumen (Huesca): Procesos e implicaciones para el uso agrícola*. *Suelo y Planta*, 3
- Rodríguez, R., J. Herrero y J. Porta. 1989. *Suelos de regadío con drenaje enterrado del área de Flumen-Monegros (Huesca)*. XVI. Reunión SECS. SECS-DMCS. Lérida 84 pp.
- Schultz, L.G. 1964. *Quantitative interpretation of mineralogical composition from x-ray and chemical data for the Pierre Shale*. US Geological Survey Professional Paper 391-C, C1-C31. United States Government Printing Office, Washington DC.