IICICS2006

II CONGRESO IBÉRICO DE LA CIENCIA DEL SUELO

II CONGRESSO IBÉRICO DA CIÊNCIA DO SOLO

13-17 de junio de 2006
Huelva | España

Editores:
Nicolás Bellinfante Crocci
Isidoro A. Gómez Parrales
Antonio Jordán López
Lorena Martínez-Zavala

Patrocinadores

Sociedad Española de la Ciencia del Suelo

Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo

Universidad de Sevilla

Universidad de Huelva

Instituto de Ciencias de la Educación (Universidad de Sevilla)

Facultad de Ciencias Experimentales (Universidad de Huelva)

Consejería de Medio Ambiente
(Junta de Andalucía)

IFAPA
(Junta de Andalucía)

Excmo. Ayto. de Moguer

Excmo. Ayto. de Huelva

Comunidad de Regantes
Sector B-XII del Bajo Guadalquivir

Albus

LECO

Presidente:
Dr. Nicolás Bellinfante Crocci

Comité organizador
Dr. Carlos Alexandre
Dra. María Anaya Romero
Dr. Nicolás Bellinfante Crocci
Dra. Pilar Carral González
Dra. Marina del Toro Carrillo de Albornoz
Dra. Elena Fernández Boy
Dr. Juan Carlos Fernández Caliani
Dra. Mª Teresa García González
Dr. Isidoro Gómez Parrales
Ldo. Félix A. González Peñaloza
Dr. Antonio Jordán López
Dr. Manuel Madeira
Dr. Felipe Macías Vázquez
Dra. Lorena Martínez Zavala
Dra. Patricia Paneque Macías
Dr. Guillermo Paneque Guerrero
Dr. Rafael Ruiz Contreras
Dr. José Torrent Castellet

Comité científico

SECS

Dr. Juan Albadalejo Motoso
Dr. Nicolás Bellinfante Crocci
Dra. Rosa Calvo de Anta
Dr. Carlos Dorronsoro Fernández
Dr. Rafael Espejo Serrano
Dr. Carlos García Izquierdo
Dr. Pedro González Fernández
Dr. José Manuel Hernández Moreno
Dr. Antonio Jordán López
Dr. Armando Martínez Raya
Dr. Félix Moreno Lucas
Dr. Roque Ortiz Silla
Dr. Guillermo Paneque Guerrero
Dr. José Luis Pérez Rodríguez
Dr. Antonio Rodríguez Rodríguez
Dr. Juan Sánchez Díaz
Dr. Mariano Simón Torres

SPCS

Dra. Manuela Abreu
Dr. Carlos Alexandre
Dra. Fátima Calouro
Dr. João Coutinho
Dr. Edgar de Sousa
Dr. Manuel Madeira
Dr. Rui Marçal
Dr. Afonso Martins
Dr. Casimiro Martins
Dr. Fernando Monteiro
Dr. Luis Reis
Dr. Henrique Ribeiro
Dr. Luis Santos Pereira
Dr. Ricardo Paulo Serralheiro
Dra. Graça Serrão
Dr. Ernesto Vasconcelos

ÍNDICE GENERAL

PROGRAMA GENERAL 9

GUÍA DE CAMPO DE EXCURSIONES CIENTÍFICAS 17

Programa de excursiones científicas **18**

Aspectos generales del clima **18**

Aspectos generales de la vegetación y usos del suelo **21**

Síntesis geológica y geomorfológica **21**
Cuaternario de Huelva 21
Depresión del Guadalquivir 22

Síntesis edáfica **24**
Suelos del Cuaternario de Huelva 24
Suelos del Aljarafe 24
Suelos de las Marismas del Guadalquivir 25
Excursión científica 1: Suelos en la provincia de Sevilla 25
Excursión científica 2: Suelos en la provincia de Huelva 34

Referencias **40**

RESÚMENES 42

Presentaciones orales **43**
Área 1: Física del suelo y gestión del agua 43
Área 2: Contaminación y recuperación de suelos 51
Área 3: Fertilidad del suelo y nutrición de las plantas 71
Área 4: Biología y ecología del suelo 83
Área 5: Química y Mineralogía del suelo 91
Área 6: Génesis, clasificación y geografía de suelos 97
Área 7: Evaluación y planificación del uso del suelo 101

Pósteres **107**
Área 1: Física del suelo y gestión del agua 107
Área 2: Contaminación y recuperación de suelos 123
Área 3: Fertilidad del suelo y nutrición de las plantas 144
Área 4: Biología y ecología del suelo 180
Área 5: Química y Mineralogía del suelo 194
Área 6: Génesis, clasificación y geografía de suelos 219
Área 7: Evaluación y planificación del uso del suelo 231

ÍNDICE DE RESÚMENES 243

Sesiones orales 243

Sesiones de pósteres 247

Programa general

Martes, 13 de junio

09:00 – 10:00	**Sesión de apertura** Salón de Grados
10:00 – 11:00	**1ª Conferencia plenaria** Salón de Grados **Changements des propiétés physico-chimiques des sols. Contribution des experiences de longue durée** *Daniel Tessier*
11:00 – 12:00	**2ª Conferencia plenaria** Salón de Grados **Suelos y nuevas tecnologías de la información en medio ambiente** *J. M. Moreira*
12:00 – 12:30	**Pausa**
12:30 – 14:00	**Sesiones científicas: comunicaciones orales**
	Física del suelo y gestión del agua Moderadores: Félix Moreno y Carles Alexandre Salón de Grados **Relações hídricas e resposta das plantas à rega e a outras práticas de gestão do solo em Soutos do Norte de Portugal** *A. Martins, F. Raimundo , O. Borges , I. Linhares , V. Sousa , J. P. Coutinho, J. Gomes-Laranjo & M. Madeira* **Alternative use of FDR sensors for monitoring gravimetric soil moisture content in a vertisol.** *K. Vanderlinden, J.A. Jiménez, J.L. Muriel, F. Perea, I. García & G. Martínez* **Aplicación de un sensor de inducción electromagnética para determinar la humedad gravimétrica del suelo** *G- Martínez & K. Vanderlinden* **Sugar beet field irrigation in Portugal** *C. A. Pacheco ; A. C. Dias ; F. M. Neto ; P. S. S.Dias & J. C. Martins* **Indicadores de la conductividad hidráulica saturada de suelos en repoblación forestal.** *J. E. López-Periago, J. A. Rodríguez Suárez, M. Mirou Barciela, J. C. Nóvoa, M. Arias & B. Soto.* **Variación espacial de la compactación de un suelo bajo distintos sistemas de manejo** *I. García, J. A. Jiménez, J. L. Muriel,; G. Martínez, K. Vanderlinden & F. Perea* **Controlo da salinidade do solo com recurso à sementeira directa** *J. P. Mendes & M. Carvalho*
	Biología y ecología del suelo Moderadores: Fátima Calouro y Carlos García Salón de Actos **Relación entre la composición y densidad de la cubierta vegetal leñosa y las características superficiales del suelo en bosques mixtos de Quercus del sur de la Península Ibérica** *L.V. García , A. Polo , E. Gutiérrez , A. Jordán , S. Maltez-Mouro , I. M. Pérez-Ramos , T.Marañón, L. Martínez-Zavala* **Cambios a largo plazo (13 años) en las condiciones del suelo y**

	en la vegetación de un saladar costero del Mar Menor (SE España) afectado por actividades antrópicas *J. Álvarez-Rogel*, Francisco J. Jiménez-Cárceles, & M. J. Roca Hernández* **Efeito da estabilidade de um compostado na emissão de C-CO2 e mineralização de N** *J.R. Sousa , L. Ferreira , I. Mourão , L. M. Brito & V.Peixoto* **Efecto de la cubierta vegetal sobre la actividad biológica del suelo** *E. Farrús, M. Adrover, A. Forss & J. Vadell* **Efecto del riego con agua residual tratada sobre la actividad biológica de tres suelos** *M. Adrover, G. Moyà & J. Vadell* **Efeito da temperatura na decomposição de material orgânico aplicado ao solo** *J. Coutinho, P. Fidalgo, R. Lagoa, R. Alves & F. Cabral* **Efecto en los suelos de incendios de baja intensidad en ambiente mediterráneo** *F. del Moral., S. de Haro, J.A. Sánchez, M. Simón, & I. García*
16:00 – 17:00	**Sesiones científicas: comunicaciones orales**
	Química y mineralogía del suelo Moderadores: José Manuel Hernández y Enrique Ribeiro Salón de Grados **Reserva de carbono en suelos forestales mediterráneos** *A. Jordán López, L. Martínez Zavala & N. Bellinfante Crocci* **Modelling pH effect on competitive adsorption of Pb and Cd on soils** *S. Serrano, P. A. O'Day, D. Vlassopoulus, T. García-González, & F. Garrido* **Cambios ambientales en los últimos 5500 años detectados mediante el estudio del registro geoquímica de la turbera de Pena da Cadela (Serra do Xistral, NW Península Ibérica)** *E. Peiteado Varela, T. Mighall, X. Pontevedra Pombal, J. C. Nóvoa Muñoz, R. Piñeiro Rebolo & A. Martínez Cortizas* **Caracterización de la composición elemental y mineralógica de un suelo orgánico policíclico de Serra do Espinhaço Meridional (Diamantina, Minas Gerais, Brasil).** *J. Rodríguez Racedo, T. Taboada Rodríguez , A. Christofaro Silva & A. Martínez Cortizas* **Ultrasons focalizados na extracção de metais em amostras ambientais** *M. J. Matos, Hugo F. Silva,, Nelson F. Silva, Sandrina Oliveira, Erika S. Barros, C. C. Figueira & Vasco Matos*
	Génesis, clasificación y geografía de suelos Moderadores: Edgar de Sousa y Mariano Simón Salón de Actos **Degeneración de horizontes argílicos por ascenso capilar de carbonatos en un Suelo Rojo Mediterráneo sobre una terraza fluvial del río Guadalquivir (Córdoba, España).** *J. M. Recio Espejo & M. A. Núñez Granados* **Presencia de carbonatos en suelos desarrollados sobre material granítico del batolito de Los Pedroches (Córdoba)** *R. Nerger ; M. A. Núñez Granados & J. M. Recio Espejo* **Génese, evolução e distribuição paisagística de solos sodizados no Alentejo** *F. Monteiro, M. Fonseca, A. Herbillon & M. Madeira*

17:00 – 18:00	**Sesiones científicas: pósteres** **Física del suelo y gestión del agua** **Biología y ecología del suelo** **Química y mineralogía del suelo** **Génesis, clasificación y geografía de suelos**
18:30 – 19:30	**Asamblea de la SECS**

Miércoles, 14 de junio

08:00	**Excursión científica 1** Salida en autobús desde la Facultad de Ciencias Experimentales.

Jueves, 15 de junio

09:00 – 10:00	**3ª Conferencia plenaria** Salón de Grados **Availação biogeoquimica das áreas mineiras da Faixa Piritosa Ibérica Portuguesa** *M. Abreu*
10:00 – 11:00	**4ª Conferencia plenaria** Salón de Grados **¿Estabilización de la materia orgánica en Andosoles alofánicos? Un estudio por pirólisis-GC/MS** *P. Buurman*
11:00 – 11:30	Pausa
11:30 – 14:00	**Sesiones científicas: comunicaciones orales**
	Contaminación y recuperación de suelos Moderadores: Juan Albadalejo y Ernesto Vasconcelos Salón de Grados **Capacidade de absorção do chumbo por plantas do género Cistus desenvolvidas em ambientes mineiros** *M.M. Abreu , E.S. Santos, C. Anjos, M.C. Magalhães & C. Nabais* **Contaminación en metales pesados y arsénico en los suelos de la Ría de Huelva** *A. Iriarte , P. Bouza , M. Simón , J. Aguilar, , M. Díez , F. Martín & M. Sierra* **Caracterização dos lixiviados dum solo sujeito à aplicação de chorumes de porcos** *A.S. Araújo , M.R. Menino , M.A. Castelo Branco , F.P. Pires , A. Guerreiro , O.R. Monteiro , A. Varela, H. Domingues , O. Moreira , S.A. Sousa & F. Calouro* **Efecto de la aplicación de los subproductos industriales fosfoyeso y espuma de azucarería en la sorción de As, Cd, y Tl en un suelo ácido: Experimentos cinéticos y en equilibrio.** *J. Aguilar-Carrillo , F. Garrido , L. Barrios & M.T. García-González* **Potencial tecnológico de aplicación de los tratamientos de suelos contamincados. Cómo es la situación europea y su posible reflejo en el Estado Español.** *I. Susaeta, A. Rodriguez & O. Salas* **Dinámica del F en Palexerults enmendados con Fosfoyeso y/o espuma de azucarería** *F. Peregrina Alonso, I. Mariscal Sancho & R. Espejo Serrano* **Elementos traza en plantas espontáneas y reforestadas del corredor verde del Guadiamar ocho años después del accidente minero de Aznalcóllar** *M.T. Domínguez,, T. Marañón, & J.M. Murillo* **Variabilidad intraanual del potencial contaminante por fósforo en parcelas de olivar ecológico** *A. Rodríguez Lizana , R. Ordóñez Fernández & P. González Fernández* **Metales potencialmente tóxicos en suelos urbanos de Sevilla: relaciones entre los contenidos en suelos y en herbáceas, y distribución espacial**

	F. Madrid, E. Díaz Barrientos & L. Madrid **Efectos del drenaje ácido de minas sobre la composición química y mineralógica de suelos agrícolas. Una aproximación experimental** *C. Barba Brioso, E. Sánchez Blanco & J. C. Fernández Caliani* **Pb de contaminación y podzolización en el NW de la Península Ibérica** *C. Ferro Vázquez, , J.C. Nóvoa Muñoz , M. Costa Casais , C. Ferrín Prieto , J. Klaminder , R. Bindler & A.Martínez Cortizas*
	Fertilidad del suelo y nutrición de las plantas Moderadores: Graça Serrão y Pedro González Salón de Actos **Abandono dos campos de cultivo no Interior centro de Portugal: evolução do coberto vegetal e □ernánde de recuperação da fertilidade edáfica** *A. Nunes* **Deposición de hojarasca y reciclamiento de nutrientes en un ecosistema mediterráneo** *C. Robles & J. M. Barea* **Produção de azoto mineral durante a compostagem de □ernánde sólidos de chorume da pecuária leiteira intensiva** *L. M. Brito, I. □ernán, H. Trindade & J. Coutinho* **Produção e composição química e florística de diferentes misturas de pastagens, num solo franco-arenoso, na região do queijo do Rabaçal** *M.A. Castelo Branco , J. Santos , O. Moreira , A.S. Araújo , M.R. Menino , F.P. Pires , A. Guerreiro , M.L. □ernández , O.R. Monteiro & A. Varela* **Efeito da aplicação de chorumes de suinos no teor de nitratos nas águas lixiviadas e na produção de sorgo forrageiro** *M.R. Menino , A.S. Araújo , M.A. Castelo Branco , F.P. Pires , A. Guerreiro , O.R. Monteiro , A. Varela , H. □ernández , O. Moreira , S.A. Sousa & F. Calouro* **SUPERIS – Suspensão de Microorganismos Benéficos. Uma nova forma de fertilização.** *J. Castro Pinto* **Influencia del manejo de suelo en la pérdida de fertilidad en olivares ecológicos** *A. Rodríguez Lizana , R. Ordóñez Fernández , P. González Fernández* **Avaliação da libertação de azoto a partir de correctivos orgânicos com membranas de troca aniónica e um medidor de clorofila SPAD.** *M. A. Rodrigues, A. Pereira & M. Arrobas* **Avaliação da mobilidade do azoto em solos regáveis do Alentejo submetidos a diferentes salinidades** *A. Prazeres , M. C. Gonçalves , S. Fonte , J. C. Martins , F. Pires , F. L. Santos & N. Castanheira* **Interacção salinidade/adubação azotada na produção de milho grão** *M.C. Gonçalves, M. L. □ernández, T. Ramos, N. Castanheira, A. Prazeres, F. L. Santos, J. C. Martins, F. P. Pires & J. Reis* **Salinidade do solo e produtividade de espécies forrageiras vivazes regadas com águas salinas** *J. C. Martins, M. M. Oliveira, M. J. Neves, M. A. Carmona, F. P. Pires, J. Bica, M. A. Bica & T. B. Ramos*

16:00 – 17:00	**Sesiones científicas: comunicaciones orales**
	Contaminación y recuperación de suelos Moderadores: João Coutinho y Rosa Calvo de Anta Salón de Grados **Determinação do teor de paládio em solos recolhidos na cidade de lisboa** *H. F. Silva,2, N. F. Silva, S. Oliveira, M. Caetano, I. Lopes & M. J. Matos* **La restauración de la Marisma Gallega (Parque Natural de Doñana): efectos en las características superficiales del suelo** *L.V. García , E. Gutiérrez , J.L. Espinar, J.S. Cara , J. Camacho , A. Jordán , L. Clemente* **Estudio de la deposición de metales pesados en el entorno de la Central de As Pontes (Galicia)** *I. Berasategi Vinagre, A. Martínez Cortizas, B. Silva Hermo* **Evolución de la contaminación con elementos traza en los suelos afectados por el vertido de Aznalcollar** *F. Cabrera, I. F. Girón & F. Moreno* **Aplicación de enmiendas para la recuperación de la vegetación espontánea de un suelo contaminado con elementos traza** *P. Burgos, A. Pérez-de-Mora, E. Madejón & F. Cabrera* **Niveles de radionucleidos en los suelos del norte de la provincia de Huelva e implicaciones dosimétricas.** *I. López Coto, J. P. Bolívar Raya & J. C. Fernández Caliani* **Geoquímica y especiación química y mineralógica de suelos agrícolas afectados por escombreras de minas (Faja Pirítica Ibérica)** *I. González, M. López Pérez , & J. García López*
	Evaluación y planificación del uso del suelo Moderadores: Antonio Rodríguez Afonso Martins Salón de Actos **Modelo estadístico para facilitar el uso de cartografía de suelos con fines prácticos** *L. Fernández Seoane* **Desarrollo de un modelo de red neuronal para la selección de especies arbustivas en el ámbito mediterráneo** *N .Heredia , F. Mayol , M. Anaya-Romero , E. Díaz-Pereira & D. de la Rosa* **Propuesta de un modelo de distribución de especies forestales en el Parque Natural Sierra de Aracena y el Andévalo occidental (Huelva, España)** *M. Anaya-Romero, A. Jordán López, L. Martínez Zavala & N. Bellinfante Crocci* **Evaluación y planificación del uso de suelo del Ejido Atécuaro, Municipio de Morelia (Michoacán, México)** *M. Medina Mendoza, A. Cabrera González, J. M. Ortega Rodríguez*
17:00 – 18:00	**Sesiones científicas: pósteres** **Contaminación y recuperación de suelos** **Fertilidad del suelo y nutrición de las plantas** **Evaluación y planificación del uso del suelo**

18:00 – 18:30	**Sesión de clausura** Salón de Grados
21:00	**Cena de clausura** Salida en autobús desde la Facultad de Ciencias Experimentales
21:30	Cena en el Monasterio de Santa Clara (Moguer)

Viernes, 16 de junio

08:30	**Excursión científica 2** Salida en autobús desde la Facultad de Ciencias Experimentales.

Guía de campo de excursiones científicas

IICICS2006

Autores:
María Anaya-Romero
Nicolás Bellinfante
Isidoro A. Gómez Parrales
Félix A. González Peñaloza
Antonio Jordán López
Lorena Martínez-Zavala

Colaboradores:
Luis Miguel Cáceres Puro

Programa de excursiones científicas

EXCURSIÓN 1: SUELOS EN LA PROVINCIA DE SEVILLA				
14/06/06	Hora	Localización	Tema	
Salida	**08:00**	**Facultad de Ciencias Experimentales (Univ. de Huelva)**		
Parada 1	**09:45**	**"La Señuela" - Sección III Marismas (Lebrija, Sevilla).**	**Recuperación de suelos salinos**	**Intervienen: Félix Moreno Benito Bellido**
Parada2	**12:00**	**Corredor Verde (Sanlúcar la Mayor, Sevilla)**	**Recuperación de suelos afectados por el vertido tóxico de Aznalcázar**	**Intervienen: José M. Arenas Carlos Dorronsoro**
Almuerzo	**14:30**			
Parada 3	**16:45**	**Aznalcázar (Sevilla)**	**Luvisoles en la terraza del Guadiamar**	**Moderador: Guillermo Paneque**
Llegada	**19:00**	**Facultad de Ciencias Experimentales (Univ. de Huelva)**		

EXCURSIÓN 2: SUELOS EN LA PROVINCIA DE HUELVA				
16/06/06	Hora	Localización	Tema	
Salida	**08:30**	**Facultad de Ciencias Experimentales (Univ. de Huelva)**		
Parada 1	**09:00**	**Niebla (Huelva)**	**Cuaternario de Huelva**	**Interviene: Luis M. Cáceres**
Parada 2	**10:15**	**Fuente de la Corcha (Beas, Huelva)**	**Suelos del Cuaternario de Huelva**	**Moderadores: Roque Ortiz Luis M. Cáceres**
Parada 3	**12:30**	**Moguer (Huelva)**	**Visita a la finca experimental "El Cebollar"**	**Interviene: Juan J. Medina**
			Suelos del Cuaternario de Huelva	**Moderador: Rafael Espejo**
Almuerzo	**14:30**			
Llegada	**17:00**	**Facultad de Ciencias Experimentales (Univ. de Huelva)**		

Aspectos generales del clima

La costa atlántica andaluza posee un clima de tipo mediterráneo oceánico. Un factor distintivo de este tipo de clima es la influencia suavizadora del mar, que reduce la amplitud térmica anual, atemperando los inviernos, en los cuales la temperatura media anual se sitúa siempre por encima de 10ºC, y los veranos, que registran temperaturas medias en torno a 25ºC (en los que sólo en ocasiones excepcionales se superan los 40ºC de temperatura máxima).

Las precipitaciones no son demasiado abundantes, situándose en 500 – 600 mm anuales. La distribución de las lluvias es irregular, apreciándose una sequía estival y un invierno lluvioso. Es también destacable en este ámbito la elevada insolación, que en algunos lugares supera las 3000 horas

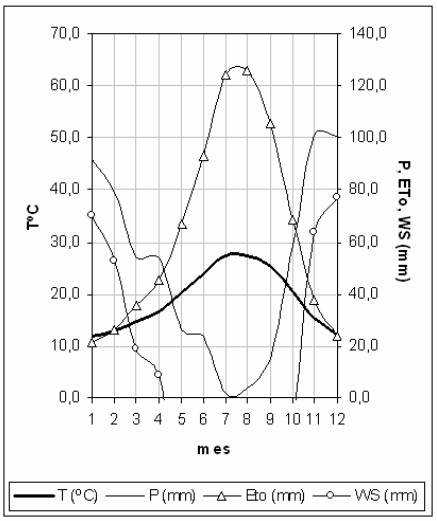
de sol anuales, lo que justifica la denominación de Costa de la Luz a la porción onubense de esta costa.

En el valle del Guadalquivir, el clima es de tipo mediterráneo semicontinental. La influencia oceánica por el oeste tiene lugar preferentemente en invierno, pero no tanto en verano. En esta estación tiende a imponerse un régimen de levante en la región, asociado a una fuerte subsidencia del aire generada por la presencia de una manifestación muy intensa del anticiclón de las Azores; en esas condiciones las influencias oceánicas se reducen al máximo y ello explica el carácter muy cálido y seco de los veranos de esta zona. De hecho, este es el rasgo que mejor define lo peculiar de esta región, donde las temperaturas medias de julio y agosto superan los 28ºC. Las temperaturas máximas son muy altas, superando a menudo los 40ºC. Los inviernos, aunque son suaves por la penetración de las influencias oceánicas, son algo más frescos que en las zonas costeras (la temperatura media anual suele descender de los 10º, aunque no suele ser inferior a 6º-7º) y ello determina un aumento de la amplitud térmica anual respecto a las zonas circundantes.

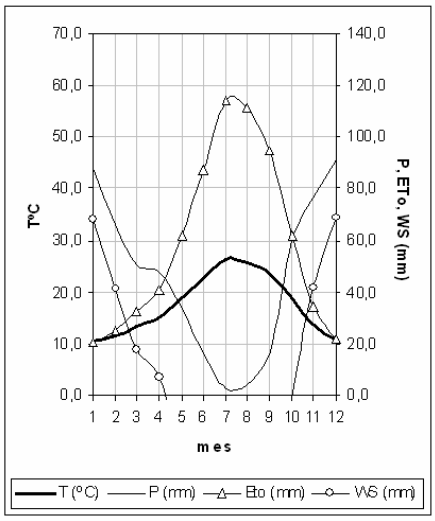
Las precipitaciones son abundantes en primavera y otoño con valores totales anuales que oscilan entre 600 y 700 mm, con un mínimo pluviométrico anual en la época estival (García Baquero, 1990).

De forma general, y para toda el área visitada, la evolución mensual de la evapotranspiración potencial (ETo), calculada mediante el método de Thornthwaite presenta un comportamiento homogéneo en las estaciones consultadas, presentando un mínimo invernal (ligeramente superior a 20 mm) y un máximo estival (situado en torno a 50 mm).

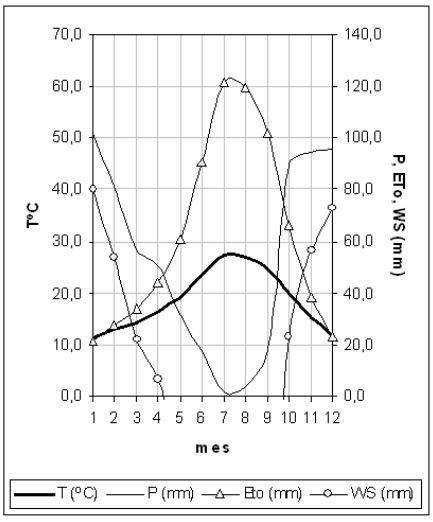
En la Figura 1 se muestran diagramas ombroclimáticos de algunas estaciones meteorológicas de la región.



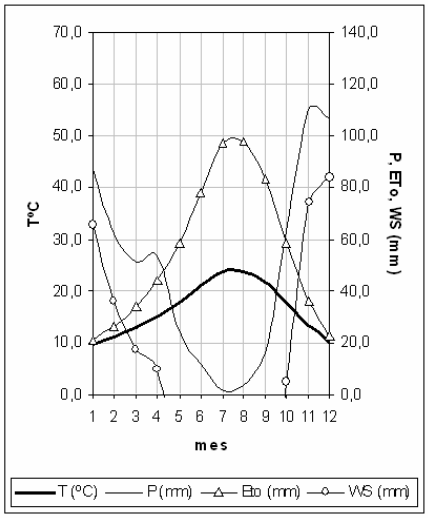
Aznalcázar



Lebrija



Beas



Moguer

Figura 1. Diagrama ombroclimático de estaciones climáticas de la zona.

Aspectos generales de la vegetación y usos del suelo

En el ámbito mediterráneo, la intensa y secular intervención humana en el territorio ha distorsionado de tal forma la vegetación original que ésta ha desaparecido totalmente o se mantiene relicta en determinados espacios naturales (Ortega et al., 1987). En la provincia de Huelva este hecho es muy acusado debido a la profunda degradación ambiental provocada por la actividad minera, la utilización abusiva de los recursos forestales, la reforestación con especies alóctonas o no apropiadas y a la actividad agrícola sobre suelos marginales.

Después de la minería, las repoblaciones forestales constituyen la actividad que ha provocado mayor transformación en el paisaje, utilizando superficies prácticamente improductivas o de bajo rendimiento y que hoy proporcionan materias primas para la industria, como madera o papel.

De las especies más usadas en repoblación en Huelva, los eucaliptos son los más frecuentes (*Eucaliptus globulus* y *Eucaliptus camaldulensis*). A menudo, los eucaliptales se sitúan sobre terrazas artificiales y subsolados, donde se encontraban etapas de degradación del encinar.

Desde el punto de vista florístico, la composición del eucaliptal no es importante, pues en sus primeros años corresponde a la de la formación anterior y paulatinamente se va empobreciendo en número y densidad de sus especies. Dependiendo del estado de la sucesión, encontramos comunidades en las que domina un matorral xérico cada vez más pobre y escaso (jarales y brezales).

De forma secundaria, los pinares de repoblación constituyen una de las formaciones más comunes en la provincia de Huelva, siendo particularmente frecuentes en la cuenca minera, y no sólo en la actualidad, pues su evolución puede seguirse desde el siglo XVIII. Su elección como especies repobladoras fue realizada basándose en su crecimiento rápido, así como por sus valores estéticos. Los pinares, por su parte, también soportan escasa vegetación pues, además del sombreado, la deficiente descomposición de la hojarasca genera una capa de materia orgánica de lenta mineralización. De este modo, se origina un sotobosque bastante aclarado de escasos requerimientos nutricionales (jarales y brezales), acompañados de otras especies típicas de estas etapas de sustitución.

En cuanto a las zonas agrícolas, en la provincia de Huelva se ha incrementado la superficie de tierras labradas, sobre todo en sectores litorales, a costa de zonas de vegetación natural o repoblada, destacando el aumento de la agricultura de regadío en la zona Palos-Moguer-Bonares, Cartaya-Gibraleón y zona de regadíos de Almonte-Marismas

En los últimos años destaca el hecho de la consolidación de las masas de arbolado de coníferas y quercíneas frente a los eucaliptos.

Por otra parte, el aumento reciente de la frecuencia de grandes incendios en las provincias de Huelva y Sevilla ha supuesto una fuerte modificación en los ecosistemas naturales.

En la provincia de Sevilla ha producido un fuerte descenso de las áreas de campiña y terrazas dedicadas al cultivo del olivar, viéndose estas tierras transformadas en cultivos de secano o regadío. Igualmente, hacia el sur de las marismas del Guadalquivir, se ha producido un incremento de la superficie de arrozal y de otros regadíos herbáceos. Las marismas sufren también fuertes procesos de transformación hacia tierras labradas en la zona de contacto con el Aljarafe, de forma que las marismas vírgenes del Guadalquivir se han reducido en los últimos años.

Síntesis geológica y geomorfológica

Cuaternario de Huelva

La retirada definitiva del mar del sector suroccidental de la Depresión del Guadalquivir pudo tener lugar durante el Plioceno. A medida que el mar se retiraba comenzó la organización de la red fluvial. Inicialmente, se trataba de una red incipiente de orientación N-S y estrechamente relacionada con el nivel del mar. Dicha red originó extensos depósitos mixtos (continentales-litorales) alternantes de gravas y arenas. La tendencia regresiva dio lugar a que parte de los depósitos previos quedasen expuestos a la actividad de procesos subaéreos y se verificase, por tanto, meteorización y alteración

edáfica. Estas alteraciones parecen apuntar hacia condiciones climáticas de características más húmedas que las actuales y con una marcada estación cálida y seca (Rodríguez Vidal et al., 1985). Así pues, estas alteraciones son indicadoras de la continentalización definitiva en la zona de Huelva y se sitúan en el Plioceno superior según Rodríguez Vidal (1989a) o en el Pleistoceno inferior según Torcal et al. (1990).

La red fluvial principal continuó organizándose en valles mejor definidos (paleo-Tinto) y con un drenaje principal orientado ENE-OSO, adaptándose al contacto litológico del Macizo Ibérico con la Depresión del Guadalquivir. Este cauce se prolongaba al SO hacia el litoral actual del Algarve portugués, desembocando en una costa que debía situarse en posiciones más alejadas del continente que la actual. A lo largo del Cuaternario dicha red principal fue encajándose y desplazándose hacia el SE, dejando amplias plataformas de depósitos en la margen derecha (Rodríguez Vidal et al., 1993).

En el Pleistoceno medio, el modelo fluvial anterior se complica un poco como consecuencia de la mayor entidad que adquieren algunos cursos afluentes del principal (Odiel, Candón y Piedras). De esta forma, van a desarrollar terrazas con depósitos que cortan y se encajan en las terrazas iniciales del Tinto. Por su parte, el Guadiana debía discurrir con otro trazado, probablemente seguía su orientación E-O para desembocar al S de Lisboa. Dicha situación se debió mantener así hasta el Pleistoceno superior, cuando un arroyo menor con trazado N-S capturó en este sector al río y dio lugar a su trazado actual (Cáceres, 1999).

Todos los depósitos generados por esta evolución fluvial, constituidos por gravas, arenas y conglomerados, se reconocen discordantes sobre todos los materiales previos. Las potencias son variables, como corresponde a este tipo de materiales de naturaleza continental, y van desde la veintena de metros hasta unos pocos decímetros.

En el tránsito Pleistoceno-Holoceno tuvo lugar el último ascenso del nivel del mar, ocasionado por el deshielo postwürmiense. A esta transgresión se le denomina Flandriense y alcanzó su máximo en torno al 6.500 B.P. (Zazo et al., 1994), probablemente 2-3 m por encima del nivel actual. Esta trasgresión supuso la erosión de parte de las morfologías y depósitos previos y la invasión marina de los cursos fluviales bajos. La dinámica generada, una vez se estabilizó el nivel del mar, supuso la tendencia a la regularización del trazado costero, con relleno de entrantes y erosión de salientes. De esta forma, se construyeron acantilados, flechas litorales y cordones arenosos. Al dorso de estas barreras, y en ambientes restringidos influenciados por las mareas, se desarrollaron amplias marismas en las zonas de estuario (Guadiana, Piedras, Tinto-Odiel, Guadalquivir), que se encuentran en la actualidad en proceso de colmatación natural y antrópica.

Depresión del Guadalquivir

En Andalucía podemos diferenciar tres grandes unidades geológicas, al N Sierra Morena, margen meridional del antiguo Macizo Hespérico y con dirección E-O. Las Cordilleras Béticas al S, con una dirección principal NE-SW, y entre ellas, destacamos la Depresión del Guadalquivir, un espacio triangular abierto al Atlántico, con orientación ENE-OSO.

La Depresión del Guadalquivir fue fosa y golfo marino rellenándose principalmente por materiales neógenos, y todavía se encuentra en continua colmatación (Rubio, 1989; Galán y Pérez, 1989; Rodríguez Vidal, 1989b).

El margen septentrional fue estudiado por Lotze (1945) quien diferenció el Macizo Ibérico en función a sus caracteres estratigráficos y tectónicos en seis zonas, modificados posteriormente (Vera, 2004), de las que tres asoman al mediodía en Sierra Morena: Ossa.Morena, Centro-Ibérica y Surportuguesa. Los materiales del conjunto son precámbricos y paleozoicos (gneis, anfibolitas, pizarras, cuarcitas armoricanas, esquistos, grauvacas, etc.), y en ocasiones aparecen intrusiones magmáticas, como es el caso del "batolito de Los Pedroches" en Córdoba, o un afloramiento vulcano sedimentario ("*faja pirítica*") que asoma desde Caveira Lousal (Portugal) hasta Aznalcollar (Alvarado, 1980; Díaz del Olmo, 1987; Vera, 2004).

Por el sur de la depresión se sitúan las Cordilleras Béticas, el orógeno alpino más occidental de Europa (Fontbote y Estévez, 1980), y que comenzó a configurarse a partir del Cretácico. En función a sus caracteres litológicos, tectónicos y paleogeográficos, han quedado divididos en Zonas Externas (Prebético y Subbético), Zonas Internas y Unidades del Campo de Gibraltar.

Fue hacia el Cretácico superior cuando comenzaron a configurarse las Cordilleras Béticas, con una fase paroximal datada en el Eoceno, fase que no tuvo incidencia en las zonas externas (Delannoy, 1987). El Prebético se comporta como plataforma continental. A esta le siguió una segunda fase que afectó a todo el conjunto, provocando el corrimiento de los materiales de las zonas internas sobre las externas en el Mioceno inferior, así como el plegamiento (postburdigaliense) de las subbéticas y el desplazamiento de sus mantos hacia el N hasta el Tortoniense.

Mientras que el margen septentrional de la Depresión del Guadalquivir se comportaba como una cuenca de tipo pasivo (antepaís) debido al hundimiento del zócalo hercínico bajo la cubierta cenozoica, el margen meridional experimentó un avance hacia el N como resultado de los movimientos compresivos de la tectónica Cenozoica, como es el caso del apilamiento de la masa olitostrómica en la cuenca por efecto gravitarorio.

En efecto la tectónica juega quizás el papel más importante, donde se han podido diferenciar desde el final del Mioceno medio (Serravaliense – Tortoniense inferior) con el desplazamiento de los mantos Subbéticos al N, dos etapas, una de distensión Mio–Pliocena, con una subsidencia de la cuenca, seguida de una compresión cuaternaria desde finales del Plioceno (Rodríguez Vidal, 1989b).

Las fases orogénicas alpinas han ido configurando la paleogeografía terciaria. Hacia el Eoceno, el mediterráneo quedó caracterizado por una etapa transgresiva generalizada. El S peninsular quedo configurado por dos estrechos el Nord – Bético y el Sur – Rifeño, al N y S respectivamente, separados por el macizo Bético – Rifeño, que va a permanecer incluso tras la regresión del Oligoceno. El Neógeno superior (Mioceno) se inaugura con un nuevo período transgresivo, produciéndose en Europa una serie de facies molásicas junto a las cuencas de tipo neríticas entre las cordilleras y que quedan comunicadas entre sí por pasillos. Pero esta transgresión va a proseguir hasta el borde meseteño hasta el Tortoniense superior, apareciendo, sin aparente consecuencia del hecho anterior, y favoreciendo la aparición del nombrado complejo olitostrómico proveniente de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas, que constituirán una formación basal detrítico – carbonatado. Pero el proceso transgresivo se acentuó y sobre las anteriores se depositaron un conjunto margo – arcilloso y carbonatado, ligeramente limosos (González, 1986; Galán y Pérez, 1989) denominado "*Unidad Margas Azules*" datadas entre el Tortoniense superior – Plioceno inferior.

Hacia el Messiniense (Mioceno superior) se produce una ruptura sedimentaria que hace pensar a los autores del cambio hacia un régimen regresivo, a la vez que emerge definitivamente el Subbético.

Los sedimentos, formaciones detrítico – marinos, que rellenan la cuenca y que datan del Plioceno lo hacen en función a una nueva etapa regresiva en los bordes de la cuenca (Rodríguez Vidal, 1989a), desplazándose el límite de E a O y de N a S. A su vez se instala una red fluvial que sería el germen de la actual cuenca del Guadalquivir y cuyos ríos poseían alta capacidad de carga, transportando los materiales propios de Sierra Morena (cuarcita, calizas, rocas ígneas y pizarras) y cuya mayor parte constituirán las actuales terrazas fluviales. La evolución cuaternaria del valle del Guadalquivir ha dejado una sucesión de catorce terrazas de tipo escalonado e imbricado que a medida que se acerca a su desembocadura se acentúa su disimetría debido a las características morfoestructurales del borde meridional del zócalo y de los rellenos neógenos de la depresión heredados de períodos pasados (Díaz del Olmo, *et al*., 1989).

Síntesis edáfica

Suelos del Cuaternario de Huelva

Asociados a las costas encontramos un manto eólico sobre el que se desarrollan Arenosoles. Se distribuyen, por lo tanto, formando una banda de unos 3 a 4 km desde la línea de costa hacia el interior.

El área de distribución de esta unidad comprende suelos característicos del sistema arenas y dunas del Parque Natural de Doñana.

También en las proximidades de las costas y asociados a áreas de marisma donde la influencia de los procesos de sedimentación fluvial es dominante frente a la influencia de las aguas marinas se desarrollan Fluvisoles. Corresponden a zonas con vegetación, que sólo son inundadas con mareas vivas o excepcionales (*schorre*). La red de drenaje está formada por una red de meandros más o menos densa, probablemente originados en una etapa anterior de su desarrollo. La disminución de la salinidad en esta área permite el desarrollo incipiente del suelo.

El Cuaternario no reciente de Huelva constituye un conjunto muy extenso con un paisaje suave y homogéneo que se extiende desde las últimas estribaciones de la zona Surportuguesa de Sierra Morena, sobre las depresiones post-tectónicas que constituyen los depósitos cuaternarios del valle del Guadalquivir. La naturaleza litológica de estos depósitos es homogénea y de naturaleza detrítica (arenas y gravas, fundamentalmente), con presencia frecuente de arenas calcáreas de origen bioclástico.

La naturaleza química y las propiedades físicas del sustrato no consolidado condicionan la actuación de los procesos edafogenéticos, que originan suelos poco desarrollados, del tipo de los Regosoles.

Excepcionalmente junto a los Regosoles se destaca también la presencia de Antrosoles dedicados al cultivo de cítricos.o de la fresa bajo plástico. Se trata generalmente de suelos decapitados mediante maquinaria hasta sus horizontes C o R, acompañados de trabajos de aterrazamiento, y sobre los que se han depositado materiales, en la mayor parte de los casos, de naturaleza litológica distinta, en forma de caballones de unos 50 cm de altura. En estos caballones se sitúan las plantas y los sistemas de fertirrigación.

En todos los casos, el perfil de suelo comprende dos horizontes bien diferenciados. El horizonte A ha sido transportado desde otro punto y añadido al suelo. De esta manera, el epipedión artificial posee una naturaleza química y física semejante al existente en su lugar de origen, pero diferente a la del sustrato original.

Suelos del Aljarafe

Al Sur de Sierra Morena, y entre los ríos Guadiamar y Guadalquivir, se sitúa la comarca del Aljarafe. Es un área muy poblada en la que el uso de suelo es eminentemente agrícola, con cultivos variados donde domina el olivar, viña y frutales.

Los suelos más desarrollados de la comarca son Luvisoles cálcicos que alternan en función de la fisiografía del terreno con Calcisoles, Regosoles y Vertisoles

El material original sobre el que se forman estos suelos está constituido básicamente por margas y arcillas. El paisaje es complejo y suave, formado por una sucesión de lomas y colinas de escasa elevación, con pendientes que ocasionalmente superan el 10 %.

Los suelos más frecuentes son los Calcisoles y Vertisoles, ocupando estos últimos las zonas más bajas y los fondos de cubeta de las cuencas.

Suelos de las Marismas del Guadalquivir

De entre las marismas existentes en la zona, las marismas del Guadalquivir son las más extensas, con un área de 2000 km^2 en la provincia de Sevilla. Los suelos se han desarrollado a partir de sedimentos limoarcillosos que han ido rellenando el antiguo estuario del Guadalquivir (Moreno et. al., 1981).

En las zonas que actualmente tienen mayor influencia mareal por la cercanía del manto freático salino, el desarrollo del suelo se ve condicionado por la presencia de sales, encontrándose principalmente diversos tipos de Solonchaks.

Su característica principal es la presencia de un horizonte sálico relativamente cerca de la superficie. Son suelos que tienen valores de pH próximos a 8 y contenidos en $CaCO_3$ del orden del 20%. Poseen buena proporción de materia orgánica en las áreas de pastos y menos en las cultivadas. En la mayor parte de estos suelos se utilizan técnicas de manejo para disminuir la salinización, estando la mayor parte ellos dedicados al cultivo de la remolacha, algodón, girasol, etc.

En las zonas de marisma mas alejadas del mar y con poca influencia mareal, los sedimentos de relleno del estuario se han edafizado dando lugar a Vertisoles. En situaciones de génesis intermedia, se encuentran diversos suelos intergrados entre Vertisol y Solonchak.

Es de destacar en la margen derecha del Guadalquivir las modificaciones sufridas por grandes extensiones de estos suelos dedicados desde hace más de 60 años al cultivo del arroz

Excursión científica 1: Suelos en la provincia de Sevilla

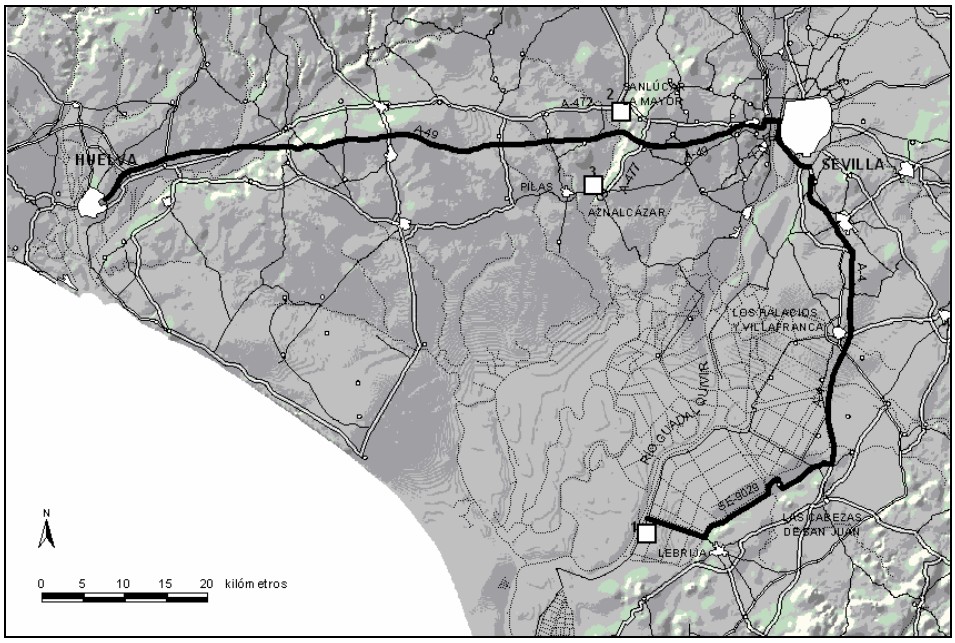


Figura 2. Perfil 1: "La Señuela" - Sección III Marismas (Lebrija, Sevilla).

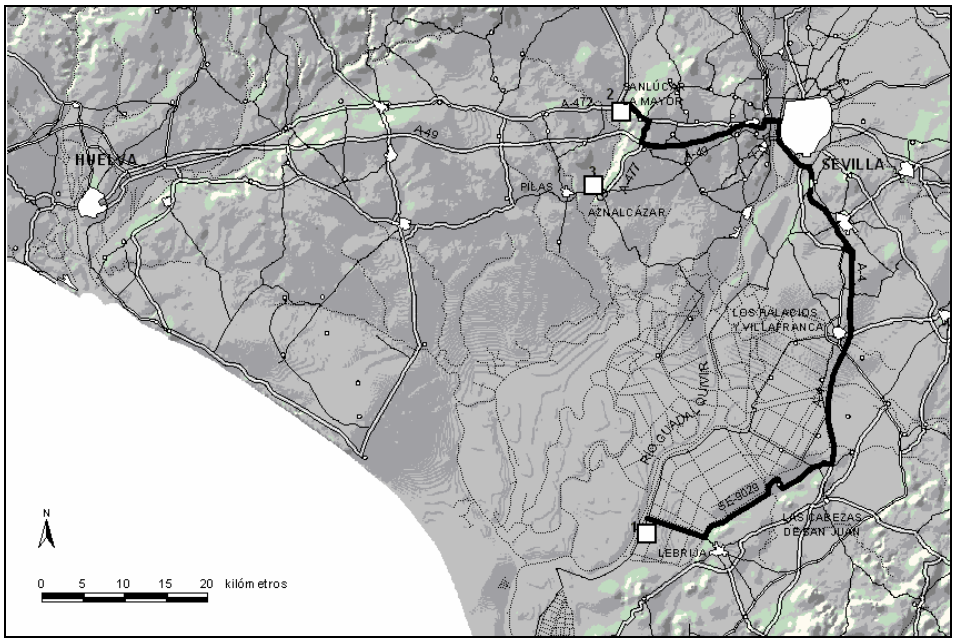


Figura 3. Perfil 2: Corredor Verde (Sanlúcar la Mayor, Sevilla).

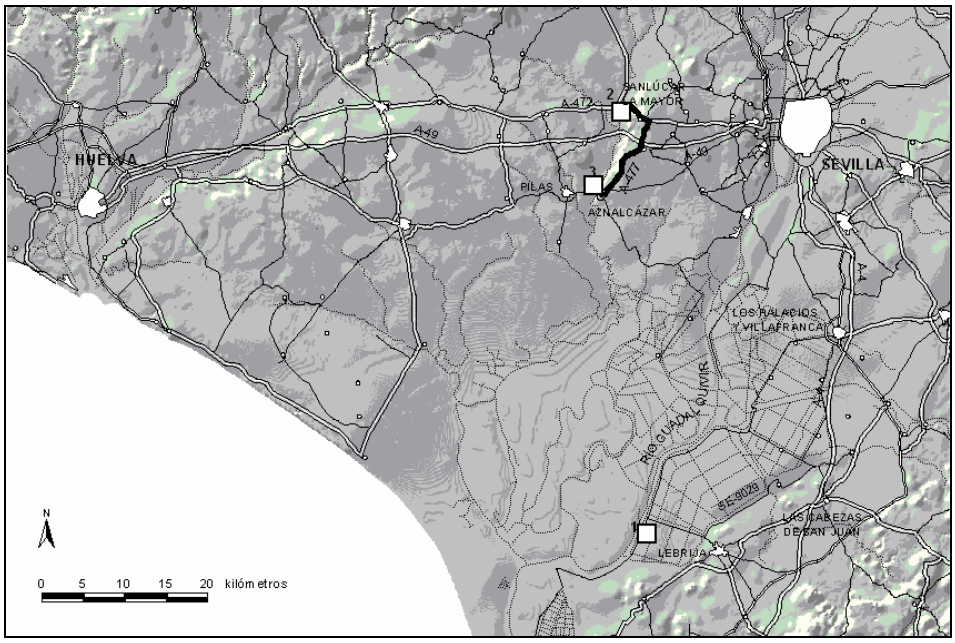


Figura 4. Perfil 3: Aznalcázar (Sevilla). Luvisoles en la terraza del Guadiamar.

Perfil 1: Descripción morfológica

Clasificación (WRB, 1998):	Solonchak sódico gleico (hipersálico)
Fuente:	Moreno et al., 1981
Situación:	Lebrija (Sevilla). "La Señuela". Sección III Marismas.
Coordenadas UTM:	217355 (X) 4093175 (Y)
Altitud:	2 m
Posición:	Llanura
Forma del terreno circundante:	Llano
Uso:	Matorral halófilo
Material original:	Depósitos coluviales arcillosos

Horizonte	**Prof. (cm)**	**Descripción**
A1	0-10	Pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo, gris claro (10 YR 7/2) en seco; arcilloso; estructura subangular tendiendo a prismática moderadamente desarrollada; muy plástico y muy adhesivo en mojado, firme en húmedo y muy duro en seco; calcáreo; eflorescencia salinas en la superficie de los agregados; limite neto plano.
C1	10-37	Pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo, gris claro (10 YR 7/2) en seco; arcilloso; estructura masiva con tendencia a bloques prismáticos ligeramente desarrollada; muy plástico y muy adhesivo en mojado, firme en húmedo; moteado rojizo difuso que aumenta en profundidad; micelio radicular salino parcialmente endurecido; calcáreo; limite gradual plano.
C2g	37-56	Color abigarrado difuso; gris oscuro (5Y 4/1) con manchas pardo oscuras (7.5YR 4/4); arcilloso; estructura masiva con tendencia a formar prismas débilmente desarrollados; muy plástico y muy adhesivo en mojado; firme en húmedo; calcáreo; micelio salino; limite gradual plano.
C3g	56-110	Color marrón oscuro abigarrado (7.5 YR 4/4); gris oscuro en húmedo (5 Y 4/1); arcilloso; estructura angular; plástico y adhesivo en mojado; firme en húmedo; calcáreo; micelio salino con motas grises.

Perfil 1: Descripción físico-química

Horizontes (cm)	pH (H_2O)	C (g kg^{-1})	MO (g kg^{-1})	$CO_3^=$ (%)	CE (dS m^{-1})
A1	7,9	17,44	30	24,0	15,2
C1	7,8	8,73	15	22,5	27,1
C2g	7,2	6,97	12	24,8	36,2
C3g	7,2	4,65	8	26,0	50,7

Horizontes (cm)	Bases de cambio (cmol(+)/kg)				CIC (cmol(+)/kg)	PSB (%)
	Ca2+	Mg2+	K+	Na+		
A1	1,7	2,7	0,1	6,0	19,0	55
C1	3,4	3,0	0,2	15,0	19,4	100
C2g	3,7	5,8	0,2	20,2	16,3	100
C3g	3,0	8,4	0,4	29,3	17,2	100

Horizontes (cm)	Sales solubles (meq/100g)						
	$CO3H^-$	Cl^-	$SO4^{2-}$	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
A1	0,3	8,1	1,7	6,0	0,1	1,7	2,7
C1	0,2	15,7	5,2	15,0	0,2	3,4	3,0
C2g	0,3	24,4	4,4	20,2	0,2	3,7	5,8
C3g	0,2	34,9	5,2	29,3	0,4	3,0	8,4

Horizontes (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
A1	0,5	28,5	71,0
C1	0,5	36,5	62,5
C2g	0,5	30,5	69,0
C3g	1,0	36,0	63,0

Perfil 2: Descripción morfológica

Clasificación (WRB, 1998):	Fluvisol eútrico
Fuente:	Clemente (c.c.)
Situación:	Corredor Verde del Guadiamar
Coordenadas UTM:	745439(X) 4142320(Y)
Altitud:	30
Posición:	Terraza
Forma del terreno circundante:	Llano
Uso:	Corredor verde
Material original:	Depósitos Fluviales

Horizonte	Prof. (cm)	Descripción
Ap1	0-10	Color pardo amarillento oscuro en húmedo (10 YR 3/4) y pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en seco; textura franca; estructura poliédrica moderada; ligeramente adhesivo; ligeramente plástico; límite irregular brusco.
Ap2	10-30	Color pardo oscuro (10 YR 4/3) en húmedo y pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en seco; textura franca; estructura poliédrica débil; ligeramente adhesivo en mojado, friable en húmedo; ligeramente plástico; límite plano difuso.
C	30-65	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo y pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en seco; textura arenosa; suelto; no adhesivo en mojado, no plástico; límite neto plano.
IIC1	65-95	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo y pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; textura arenosa; suelto, no adhesivo en mojado; no plástico; límite neto plano.
IIC2	95-105	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo; textura franco arenosa; suelto, no adhesivo en mojado; no plástico; límite neto plano.

Perfil 2: Descripción físico-química

Horizontes (cm)	pH (H_2O)	C (g kg^{-1})	MO (g kg^{-1})	$CO_3^=$ (%)	CE (dS m^{-1})
Ap1	6,1	26,0	45	0,0	0,26
Ap2	7,0	12,4	21	0,0	1,85
C	7,0	7	12	0,0	1,03
II C1	7,1	1,8	3	0,0	0,96
IIC2	8,0	5,6	10	0,0	0,267

Horizontes (cm)	Bases de cambio (cmol(+)/kg)				CIC (cmol(+)/kg)	PSB (%)
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+		
Ap1	18,46	1,67	0,35	0,34	21,65	96,2
Ap2	30,94	2,65	0,48	0,15	13,62	100,0
C	22,08	3,25	0,35	0,15	13,54	100,0
II C1	21,58	4,46	0,45	0,14	13,28	100,0
IIC2	18,71	4,94	0,59	0,12	13,88	100,0

Horizontes (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
Ap1	40,5	42,4	17,1
Ap2	42,6	43,0	14,4
C	63,8	26,4	9,8
II C1	90,1	6,7	3,2
IIC2	82,1	12,0	5,9

Perfil 3: Descripción morfológica

Clasificación (WRB, 1998):	Luvisol crómico gleico
Situación:	Terraza primera del Guadiamar
Coordenadas UTM:	742765 (X) 4133276 (Y)
Altitud:	22
Posición:	Terraza
Forma del terreno circundante:	Llano
Uso:	Corredor verde
Material original:	Depósito Fluvial

Horizonte	Prof. (cm)	Descripción
Ap	0-15	Color pardo amarillento oscuro en seco (10 YR 4/6) y pardo amarillento oscuro (10 YR 3/6) en húmedo; textura franco limosa; estructura subpoliédrica de tamaño medio moderadamente desarrollada; ligeramente adhesivo; ligeramente plástico; firme en húmedo y duro en seco; límite gradual plano.
Bt1	15-25	Color rojo amarillento en seco (5 YR 4/6) y pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo; textura franca; estructura subpoliédrica de tamaño grueso fuertemente desarrollada; adhesivo; ligeramente plástico; firme en húmedo y duro en seco; límite gradual plano.
Btg2	25-70	Color rojo amarillento en húmedo (5 YR 4/6) y pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo; textura franca; estructura poliédrica de tamaño grueso moderadamente desarrollada; adhesivo; plástico; muy firme en húmedo y muy duro en seco; límite neto plano.
Ck	+70	Color pardo muy pálido (10 YR 8/3) en seco y amarillo parduzco (10 YR 6/6) en húmedo; textura arenoso franca; estructura poliédrica de tamaño grueso moderadamente desarrollada; adhesivo; plástico; muy firme en húmedo y muy duro en seco.

Perfil 3: Descripción físico-química

Horizontes (cm)	pH (H_2O)	C (g kg^{-1})	MO (g kg^{-1})	$CO_3^=$ (%)	CE (dS m^{-1})
Ap	7,23	13,06	22,5	0,00	0,549
Bt1	6,43	6,51	1,12	0	1,033
Btg2	5,96	3,57	0,66	0	0,542
Ck	7,65	4,30	7,50	43	1,190

Horizontes (cm)	Bases de cambio (cmol(+)/kg)				CIC (cmol(+)/kg)	PSB (%)
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+		
Ap	34,49	35,28	0,69	0,18	23.69	100
Bt1	15,03	15,03	0,52	0,78	24.47	78.8
Btg2	15,39	15,39	0,30	1,39	29.94	63.2
Ck	14,22	1,20	0,43	0,06	8,59	100

Horizontes (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
Ap	40,32	53,20	6,4
Bt1	41,56	48,13	10,31
Btg2	41,56	43,13	15,31
Ck	78,07	20,63	7,81

Horizontes (cm)	Análisis elemental (%)			Óxidos de hierro (%)		
	Sit	Alt	Fet	Fed	Feo	Feo/Fed
Ap	76,11	9,31	3,56	1,55	0,29	0,08
Bt1	76,82	9,33	3,51	1,67	0,25	0,07
Btg2	74.78	10.85	4.05	1.78	0.32	0.08
Ck	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Horizontes (cm)	Mineralogía de la fracción arcilla (%)				
	Ilita	Caolinita	Esmectita	Cuarzo	Interest.
Ap	30	15	40	15	I-S
Bt1	25	30	35	10	I-S
Btg2	30	15	50	5	I-S
Ck	nd	nd	nd	nd	nd

Excursión científica 2: Suelos en la provincia de Huelva

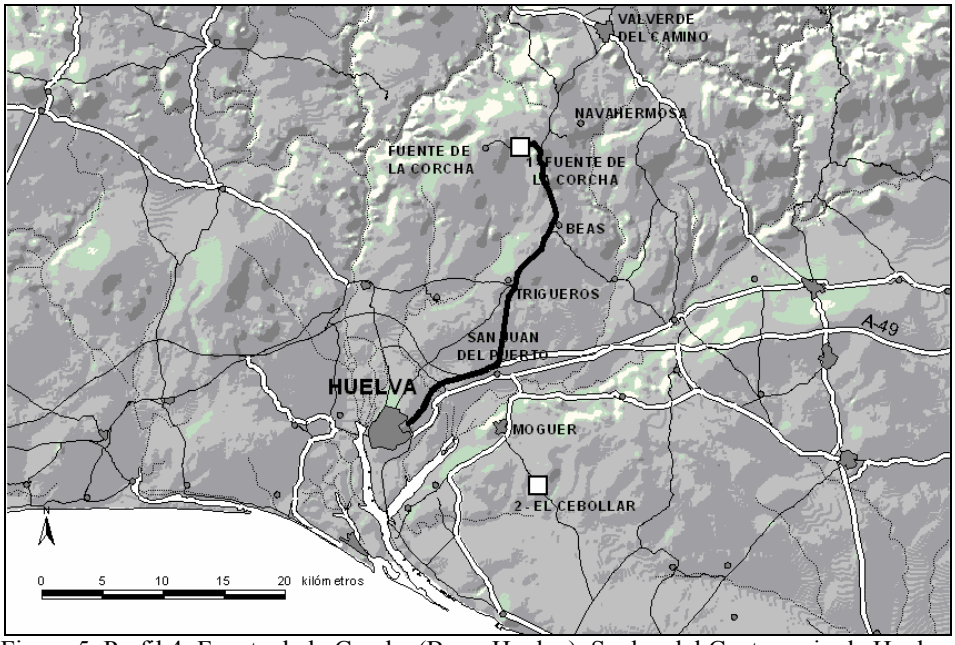


Figura 5. Perfil 4: Fuente de la Corcha (Beas, Huelva). Suelos del Cuaternario de Huelva.

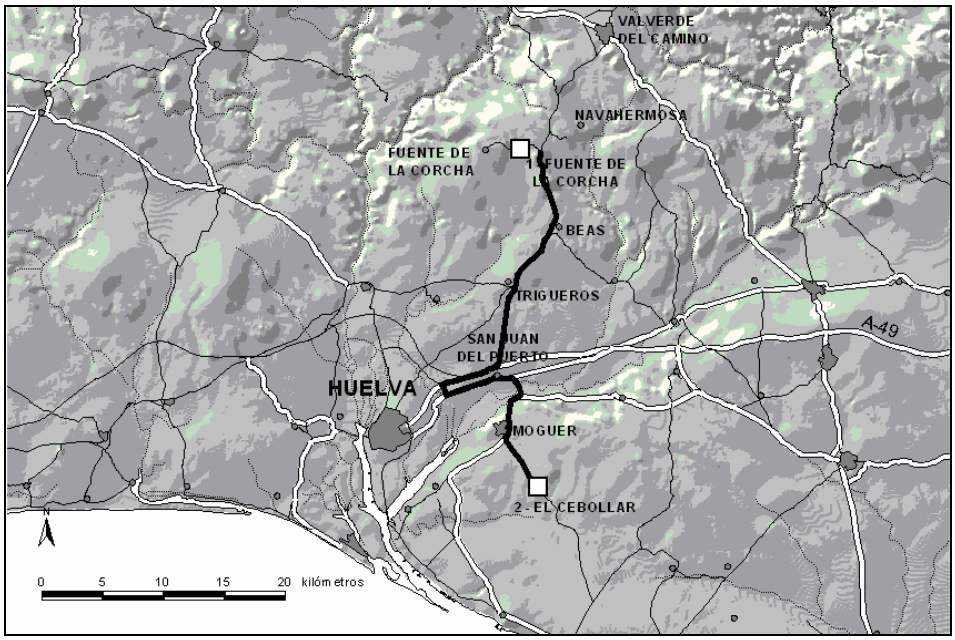


Figura 6. Perfil 5: Finca experimental El Cebollar (IFAPA).

Perfil 4: Descripción morfológica

Clasificación (WRB, 1998):	Regosol gleico dístrico
Situación:	Fuente de la Corcha; Carretera Beas-Valverde, km 21,3
Coordenadas UTM:	695455 (X) 4123689 (Y)
Altitud:	189
Posición:	Ladera
Forma del terreno circundante:	Alomado
Uso:	Alcornocal adehesado
Material original:	Conglomerados

Horizonte	Prof. (cm)	Descripción
A1	0-10	Color amarillo pálido en húmedo (2.5 Y 7/3) y pardo rojizo (2.5 YR 4/4) en seco; textura arenosa; sin estructura; no adhesivo; no plástico; suelto en húmedo y suelto en seco; límite brusco ondulado.
A2g	10-30	Color pardo muy pálido en húmedo (7.5 YR 5/8) y amarillo rojizo (7.5 YR 7/6) en seco; manchas pardas y rojo amarillentas; textura arenosa; estructura subpoliédrica muy gruesa débilmente desarrollada; no adhesivo; no plástico; suelto en húmedo y suelto en seco; límite neto plano.
IIB1	30-100	Color rojo en húmedo (2.5 YR 4/8) rojo (10 R 4/6) en seco; textura arcillosa; estructura poliédrica media moderadamente desarrollada; adhesivo; plástico; friable en húmedo y ligeramente duro en seco; límite neto plano.
IIB2	100-120	Color rojo en húmedo (2.5 YR 5/6) y pardo rojizo oscuro (2.5 YR 3/4) en seco; textura arcillo limosa; estructura prismática media fuertemente desarrollada; adherente; plástico; friable en húmedo ligeramente duro en seco; límite neto y plano
IIIC1	120-180	Pardo muy pálido en húmedo (10 YR 7/3) y pardo amarillento (10 YR 5/6) en seco; textura arenosa; estructura subangular muy gruesa fuertemente desarrollada; no adherente; no plástico; firme en húmedo y duro en seco; límite neto y plano
IIIC2	180-360	Pardo muy pálido en húmedo (10 YR 8/3) y gris claro (10 YR 7/2) en seco; textura arenosa; sin estructura; no adherente; no plástico; suelto en húmedo y suelto en seco; límite brusco y plano
Costra ferruginosa	360-380	Pardo grisáceo oscuro en húmedo (10 YR 8/4) y pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en seco; textura arenosa; estructura laminar muy gruesa fuertemente desarrollada; no adherente; no plástico; extremadamente firme en húmedo y extremadamente duro en seco; límite brusco y plano

Perfil 4: Descripción físico-química

Horizontes (cm)	pH (H_2O)	C (g kg^{-1})	MO (g kg^{-1})	$CO_3^=$ (%)	CE (dS m^{-1})
A1	5,2	5,2	9	0,0	0,073
A2g	4,4	0,6	1	0,0	0,060
IIB1	4,4	3,5	6	0,0	0,089
IIB2	4,6	4,1	7	0,0	0,070
IIIC1	4,2	1,2	2	0,0	0,100
IIIC2	4,8	0,1	0,2	0,0	0,092

Horizontes (cm)	Bases de cambio (cmol(+)/kg)				CIC (cmol(+)/kg)	PSB (%)	CICe (cmol(+)/kg)
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+			
A1	0,45	0,26	0,05	0,10	3,6	23,8	-
A2g	0,89	0,31	0,07	0,14	6,3	22,1	4,27
IIB1	1,36	1,19	0,12	0,24	44,0	6,6	12,37
IIB2	0,89	0,80	0,06	0,16	27,6	6,9	12,10
IIIC1	0,98	0,63	0,04	0,26	28,0	6,8	15,38
IIIC2	0,56	0,41	0,02	0,17	16,2	7,1	3,72

Horizontes (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Arcilla dispersable en H_2O (%)
A1	85	3	12	-
A2g	76	9	15	n.d.
IIB1	41	9	50	5,0
IIB2	57	13	30	7,5
IIIC1	53	12	35	5,0
IIIC2	80	5	15	5,0

Horizontes (cm)	Análisis elemental (%)			Óxidos de hierro (%)		
	Sit	Alt	Fet	Fed	Feo	Feo/Fed
A1	92,40	3,10	0,73	0,50	0,04	0,68
A2g	90,27	5,29	1,02	0,84	0,01	0,82
IIB1	70,30	12,28	7,84	5,70	0,10	0,73
IIB2	76,57	9,76	4,83	1,45	0,10	0,30
IIIC1	76,64	10,52	4,41	0,51	0,11	0,12
IIIC2	86,30	7,49	0,88	0,09	0,01	0,10

Horizontes (cm)	Mineralogía de arcillas (%)				Mineralogía 50-200 µm (%)	
	Ilita	Esmectita	Caolinita	Cuarzo	Feldespato	Cuarzo
A1	20	-	70	10	-	-
A2g	20	-	75	5	10	90
IIB1	35	-	55	15	<5	95
IIB2	20	20	55	5	<5	95
IIIC1	10	65	20	<5	10	90
IIIC2	15	35	45	5	20	80

Perfil 5: Descripción morfológica

Clasificación (WRB, 1998):	Regosol dístrico
Situación:	Finca "El Cebollar" (IFAPA)
Coordenadas UTM:	692013(X); 4151153(Y)
Altitud:	55
Posición:	Parte baja
Forma del terreno circundante:	Llanura
Uso:	Cultivos bajo plástico
Material original:	Arcillas y arenas

Horizonte	Prof. (cm)	
A	0-8	Color rojo oscuro en húmedo (2.5 YR 3/6) y rojo (2.5 YR 4/8) en seco; textura franca; estructura subangular media moderadamente desarrollada; ligeramente adherente; ligeramente plástico; friable en húmedo ligeramente duro en seco; límite neto y ondulado
C_1	8-28	Color rojo en húmedo (2.5 YR 5/8) y rojo (2.5 YR 4/8) en seco; textura franco arenosa; estructura subangular fina débilmente desarrollada; ligeramente adherente; ligeramente plástico; friable en húmedo ligeramente duro en seco; límite neto y plano
C_2	28-55	Color rojo amarillento en húmedo (5 YR 5/8) y pardo muy pálido(10 YR 8/4) en seco; textura arenoso franca; estructura subangular fina débilmente desarrollada; no adherente; no plástico; blando en húmedo y suelto en seco; límite neto y plano
C_3	55-80	Color rojo amarillento en húmedo (5 YR 5/8) y amarillo rojizo(5 YR 6/8) en seco; textura arenoso franca; estructura subangular fina débilmente desarrollada; no adherente; no plástico; blando en húmedo y suelto en seco; límite neto y plano
C_4	80-	Color amarillo rojizo en húmedo (5 YR 6/8) y rojo amarillento (5 YR 5/8) y abigarrado en seco; textura arenoso franca; sin estructura; no adherente; no plástico; blando en húmedo y suelto en seco.

Perfil 5: Descripción físico-química

Horizontes (cm)	pH (H_2O)	C (g kg^{-1})	MO (g kg^{-1})	$CO_3^=$ (%)	CE (dS m^{-1})
A	3,60	5,9	10,2	0	0,1682
C1	3,73	0,2	0,3	0	0,1335
C2	3,68	2,8	4,9	0	0,1103
C3	3,69	2,9	5,0	0	0,1345
C4	3,38	0,3	0,4	0	0,0957

Horizontes (cm)	Bases de cambio (cmol(+)/kg)				CIC (cmol(+)/kg)	PSB (%)	CICe (cmol(+)/kg)
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+			
A	1,63	0,99	0,80	0,15	13,20	27,04	-
C1	1,16	0,58	0,36	0,07	12,35	17,57	11,67
C2	1,07	0,70	0,27	0,05	8,87	23,53	8,66
C3	1,06	0,66	0,25	0,02	9,82	20,20	8,49
C4	0,80	0,60	0,26	0,03	8,30	20,27	9,45

Horizontes (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Arcilla dispersable en H_2O (%)
A	71,87	4,46	23,67	-
C1	76,87	4,46	18,67	2,5
C2	79,46	3,29	17,25	n.d.
C3	82,32	6,51	11,17	n.d.
C4	85,24	1,09	13,67	2,5

Horizontes (cm)	Análisis elemental (%)			Óxidos de hierro (%)		
	Sit	Alt	Fet	Fed	Feo	Feo/Fed
A	81,33	9,47	2,51	1,87	0,14	0,74
C1	83,71	8,71	2,03	1,28	0,14	0,63
C2	89,32	5,80	1,04	0,52	0,06	0,50
C3	87,93	6,22	1,48	1,29	0,04	0,87
C4	87,13	7,01	1,27	0,52	0,06	0,41

Horizontes (cm)	Mineralogía de arcillas (%)			Mineralogía 50-200 µm (%)	
	Ilita	Caolinita	Cuarzo	Feldespato	Cuarzo
A	30	65	5	-	-
C1	30	65	5	10	90
C2	25	70	5	10	90
C3	30	60	10	10	90
C4	35	60	5	15	85

Referencias

Alvarado, M. (1980). Introducción a la Geología general de España. Bol. Geológico y Minero. T. XCI-I (1-65). Madrid.

Cáceres, L.M. (1999). Geomorfología del sector occidental de la Depresión del Guadalquivir (Huelva). Colección Alonso Barba, (5). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva. Huelva.

Delannoy, J.J. (1987). Reconocimiento biófisico de los espacios naturales de Andalucía. Junta de Andalucía – Casa de Velázquez. Madrid.

Díaz del Olmo F. (1987). El relieve de Andalucía. En: García Cano, G. (ed.): Geografía de Andalucía II (7-98). Tartessos. Madrid.

Díaz del Olmo, F.; Vallespí, E.; Baena Escudero, R.; Recio Espejo, J.M. (1989). Terrazas pleistocenas del Guadalquivir occidental: geomorfología, suelos, paleosuelos y secuencia cultural. En: Díaz del Olmo, F. y Rodríguez Vidal, J. (eds.): El Cuaternario en Andalucía Occidental. AEQUA. Madrid.

Fontbote, J.M., Estévez, A. 1980. Geología de las Cordillera Bética. Bol. Geológico y Minero. T. XCI-II (249-292). Madrid.

Galán, E., Pérez, J.C. (1989). Geología de Sevilla y alrededores y características geotécnicas de los suelos del área urbana de Sevilla. Ayuntamiento de Sevilla. Sevilla.

García Baquero, G. (1990). Geografía Física y Humana de Andaluía. Ed. Síntesis. Madrid.

González, M.I. (1986). Estudio geológico del área urbana de Sevilla y alrededores. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. Sevilla.

Lotze, F. 1945. Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. Geotekt. Forsch., 78-92. (traducido al español en Publ. Extr: Geol. España, 5: 149-166).

Moreno, F.; Martín, J.; Mudarra, J.L. 1981. A soil séquense in the natural and reclaimed marshes of the Guadalquivir river, Seville (Spain). Catena (Vol. 8, 201-221). Braunschweig.

Ortega, F.; Moreno J; García, M. 1987. La Vegetación de Andalucía. En: García Cano, G (Eds.). Geografía de Andalucía II.

Rodríguez Vidal J. 1989a. El inicio de la red fluvial cuaternaria en el sector occidental de la depresión del Guadalquivir. En: DIAZ DEL OLMO, F. y RODRÍGUEZ VIDAL, J. (Eds.). El Cuaternario en Andalucía Occidental. AEQUA Monografías.

Rodríguez Vidal J. 1989b. La Evolución Neotectónica del sector occidental de la depresión del Guadalquivir. En: Díaz del Olmo, F. y Rodríguez Vidal, J. (Eds.). El Cuaternario en Andalucía Occidental. AEQUA Monografías.

Rodríguez vidal, J.; Cáceres, L. y Rodríguez Ramírez, A. (1993). Modelo evolutivo de la red fluvial cuaternaria en el suroeste de la Península Ibérica. 3ª Reuniào do Quaternàrio Ibérico. Coimbra (Potugal).

Rodríguez vidal, J.; Mayoral, E. y Pendón J.G. (1985). Aportaciones paleoambientales al tránsito Plío-Pleistoceno en el litoral de Huelva. Actas I Reunión de Cuaternario Ibérico, I. Lisboa, 447-459.

Rubio, J.M. 1989. Elementos y organización del medio físico (Andalucía Occidental). En: Díaz del Olmo, F. y Rodríguez Vidal, J. (Eds.). El Cuaternario en Andalucía Occidental. AEQUA Monografías.

Torcal, L.; Zazo, C. y Marfil, R. (1990). Caracterización mineralógica y cronológica de los depósitos arenosos neógenos y cuaternarios del litoral de Huelva, España. (Área: río Tinto-río Guadalquivir). Estudios Geol., 46, 153-164.

Vera, J.A. 2004. Geología de España. Sociedad Geológica de España; Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.

Zazo, C.; Goy, J.L.; Somoza, L.; Dabrio, C.J.; Belluomini, G.; Improta, S.; Lario, J.; Bardají, T. and Silva, P.G. (1994). Holocene secuence of sea-level fluctuations in relation to climatic trends in the Atlantic-Mediterranean linkage coast. Journal of Coastal Research, 10 (4), 933-945.

Resúmenes

Presentaciones orales

Área 1: Física del suelo y gestión del agua

Relações hídricas e resposta das plantas à rega e a outras práticas de gestão do solo em Soutos do Norte de Portugal

A. Martins[1], F. Raimundo [1], O. Borges [2], I. Linhares [1], V. Sousa [3], J. P. Coutinho[4], J. Gomes-Laranjo[4] & M. Madeira[5]

[1] Dep. Edafologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Apart. 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal; Tel. 259 350209; e-mail: amartins@utad.pt
[2] DRATM, Qta do Valongo, 5370 Mirandela, Portugal
[3] Centro de Estudos Tecnológicos, do Ambiente e da Vida, UTAD, Apart. 1013, 5001-801 Vila Real
[3] Dpto. de Filotecnia e Engª Rural, UTAD, Apart. 1013, 5001-911 Vila Real
[4] Centro de Estudos da Terra, do Ambiente e da Vida, UTAD, Apart. 1013, 5001-911 Vila Real
[5] Dpto. de Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa

---

O castanheiro para produção de fruto, conduzido em pomar com a designação tradicional de souto, pode considerar-se uma das culturas mais importantes e sobreviventes à crise agrícola na região Norte de Portugal. Com um elevado contributo para o rendimento agrícola da região e tratando-se de um produto com saída assegurada no mercado, tem motivado um interesse crescente, manifestado pela instalação de novas plantações e a intensificação de práticas culturais, desde o aumento da intensidade de mobilização do solo até ao incremento das fertilizações, passando pelas podas e pela utilização de rega, com o objectivo de aumentar a produtividade. A rega é utilizada por alguns produtores com o objectivo de minimizar o défice hídrico estival e o efeito da irregularidade da precipitação que caracterizam o ambiente climático em que os soutos ocorrem. Porém, é necessária mais informação sobre a eficiência das práticas utilizadas, nomeadamente a preparação do solo e a utilização de rega, na produtividade e na sustentabilidade destes sistemas. No presente estudo são reportados, em síntese, os resultados sobre o efeito de diferentes práticas de gestão do solo, incluindo a rega, nas relações hídricas solo-árvore, na resposta fisiológica das árvores e na produtividade do sistema, obtidos em três épocas de crescimento (2003 a 2005). O estudo é suportado por um sistema experimental instalado em 2001 em soutos adultos (36 anos), variedade Longal, em que foram testados os seguintes tratamentos: Mobilização convencional com escarificador, três vezes ao ano (CT); Não mobilização com manutenção de cobertura herbácea de vegetação espontânea, controlada por pastoreio e um corte no final da primavera (NTV); Não mobilização com manutenção de cobertura herbácea semeada, constituída por uma mistura de leguminosas e gramíneas em regime de sequeiro, controlada como na modalidade anterior (NTP); como NTP, mas em regime de regadio (NTI). A rega foi aplicada de acordo com as condições climáticas de cada ano, de forma a manter a camada superficial permanentemente dentro da capacidade de água utilizável, sendo aplicados 217, 78 e 190 mm, o que correspondeu a 46 %, 16 % e 33 % do défice hídrico estival, baseado na evapotranspiração de referência, respectivamente para os anos 2003, 2004 e 2005.

Os resultados mostraram: (i) Elevados valores de potencial hídrico foliar de base (≈ -0,6 MPa), ao longo de toda a estação seca dos anos de 2003 e 2004 e em todos os tratamentos, revelando condições hídricas favoráveis para as árvores, que se atribui à existência de água utilizável nas camadas profundas do solo, as quais parecem assumir um papel crucial no abastecimento de água às árvores; (ii) Esses valores desceram até -0,8 MPa em Agosto e menos de -1,5 MPa em Setembro de 2005, um ano anormalmente seco, mostrando condições hídricas muito desfavoráveis, o que está em linha com o elevado défice hídrico deste ano e à baixa recarga do solo em água; (iii) A mobilização convencional do solo não mostrou benefícios na produção de fruto e nas relações hídricas, sobretudo no ano mais seco; (iv) A pastagem semeada de sequeiro mostrou um efeito desfavorável no regime hídrico do solo e na produção de fruto, evidenciando competição hídrica com as árvores; (v) Contrariamente, a não mobilização com cobertura de vegetação espontânea (NTV) não mostrou esse efeito, parecendo ser a prática mais favorável à gestão do solo nestes sistemas; (vi) A rega não mostrou um efeito claro na produção e qualidade do fruto, comparativamente com o tratamento NTV, o que questiona a sua eficiência quando comparada com este tratamento; (vii) A temperatura do ar para condições normais de distribuição da precipitação, parece ser um factor mais restritivo das funções do *Castanea sativa* do que a água, o que leva a recomendar a continuação de estudos sobre novas estratégias de aplicação da rega para apurar da sua eficiência nos soutos.

Alternative use of FDR sensors for monitoring gravimetric soil moisture content in a vertisol.

K. Vanderlinden, J.A. Jiménez, J.L. Muriel, F. Perea, I. García & G. Martínez

CIFA "Las Torres-Tomejil", IFAPA-CICE (Junta de Andalucía), Ctra. Sevilla-Cazalla km 12.2, 41200 Alcalá del Río (Sevilla), España (karl.vanderlinden.ext@juntadeandalucia.es)

Automated soil moisture sensors are widely used in agronomy and environmental sciences. However, to sense properly the amount of water retained in the soil matrix, a calibration with gravimetrically observed values is required. This is laborious and not appropriate when the soil physical properties change during the wetting and drying cycles due to expansion and shrinkage, respectively. This occurs in the heavy clay soils (Vertisols) in SE Spain, which are very appropriate for local dry-land agriculture. Automated soil moisture monitoring in these soils within the framework of a tillage experiment was found to be erratic, mainly because of the lack of physical contact between the sensor and the soil due to the shrinkage of the soil matrix during the drying cycle.

The objective of this paper is to analyse how gravimetric soil moisture (GSM) series can be interpolated and simulated from a minimum number of field observations, using daily automated sensor output. Guidelines about the optimal gravimetric sampling interval are given.

From december 2003 to august 2004 gravimetric soil moisture was weekly measured at depth intervals of 0-20, 20-40, and 40-60 cm in the no-tillage (NT) and conventional tillage (CT) treatments of a comparative study at the Tomejil experimental farm in SE Spain (Carmona, Seville). During this period also daily data of two FDR sensors at several depths were available for both treatments.

The exploratory data analysis showed that the NT soil profile was able to retain more water during a longer period, enabling wheat growth during a longer period than in CT. Kriging with an external drift (KED) was most appropriate for incorporating secondary information into the interpolation of GSM, since it takes into account the changing relationship with the FDR sensor output. Optimal sampling periods for GSM were found to be bi-weekly or longer during the wet or dry periods, but during the transition period from wet to dry, characterized by intense drying, samples should be taken at least each 3 days.

Aplicación de un sensor de inducción electromagnética para determinar la humedad gravimétrica del suelo

G- Martínez & K. Vanderlinden

CIFA "Las Torres-Tomegil", IFAPA-CICE (Junta de Andalucía). Ctra. Sevilla-Cazalla, km 12.2, 41200 – Alcalá del Río (Sevilla)

Introducción

La conservación del agua en la agricultura de secano juega un papel fundamental. Es por esto que optimizar el manejo del suelo y conocer detalladamente la humedad del mismo y su evolución se hacen muy necesarios. No obstante, por medios tradicionales esta última tarea sería muy costosa y se requieren otras técnicas que resuelvan este problema. Dentro de este tipo de técnicas destacan los sensores de inducción electromagnética, como es el EM38DD. Este sensor permite obtener un gran número de medidas de conductividad eléctrica aparente (CEa) en poco tiempo, para una superficie amplia y a un coste medio, tanto en superficie como hasta aproximadamente 1.5 m de profundidad. A partir de estos datos se obtiene una idea clara de la heterogeneidad en las propiedades del suelo. Igualmente mediante un análisis detallado para cada tipo de suelo, la CEa acoplada a otros parámetros como puede ser la humedad del suelo, permite establecer una relación directa entre ambas variables y una medida más eficaz de la humedad del suelo tanto en el espacio como en el tiempo sin necesidad de recurrir a muestreos destructivos.

Materiales y métodos.

En una parcela en siembra directa de 3 ha, orden vertisol, situada en la vega del Guadaquivir (Carmona, Sevilla), se procedió a un muestreo exhaustivo con EM38DD, se tomaron muestras pareadas de suelo, para analizar su humedad gravimétrica y se analizó espacialmente la relación entre ambas variables.

Resultados

Se observó que el dato de CEa tanto en superficie como en profundidad varía dentro de la parcela, siendo mayor este valor en las zonas bajas y menor en las altas. Igualmente este gradiente hacia zonas bajas se manifiesta también en los valores de humedad del suelo, pudiendo establecerse una relación espacial entre CEa y humedad.

Conclusiones

La utilización de EM38DD para caracterizar la variablidad espacial del suelo y estimar su contenido de humedad es una medida eficaz y rápida debido a la gran relación que existe entre ambos parámetros.

Sugar beet field irrigation in Portugal

C. A. Pacheco [1]; A. C. Dias [1]; F. M. Neto [1]; P. S. S.Dias[1] & J. C. Martins[2]

[1] Instituto Superior de Agronomia – Dpto. de Ciências do Ambiente. Tapada da Ajuda, 1399 Lisboa. Tel/Fax: (+351) 213646982; Email: capacheco@isa.utl.pt

[2] Instituto Nacional de Investigação Agrária e Pescas - Estação Agronómica Nacional, Quinta do Marquês, Avenida da Republica, Nova Oeiras, 2784-505 Oeiras, Portugal – Tel: (+351) 214 403 500 – Fax: (+351) 214 416 011– E-mail: jcmartins-lx@netc.pt

---

The sugar beet crop in Portugal covers, until now, 10 000 ha.yr^{-1} and is located on the Tagus Valley and on Alentejo. In these regions, rain extends from October to May, solar radiation is saturated from May to September and thermic stress appears during some days of June, July and August. The soil's potential productivity is low or medium. Center pivot's is the main irrigation system.

Results gathered allow us to conclude that:

1. Irrigation most begin with the seedling and finish when the crop is gathered;
2. The irrigation schedule of the field crops can occur in two conditions: maximum hydric confort and moderated hydric deficit. In the first condition, the productivity increases strongly and the polarisation drops significantly. In the second condition, the yield of normalised sugar beet (16%) could represent a greater income to the farmer;
3. In the maturation phase, the water requirements in maximum hydric confort of the field crop, range from 7 to 8 mm/day and photosynthetic rate is about 25-30 μmol.m^{-2}.s^{-1}. In moderated hydric deficit condition, the need for water ranges from 5 to 6 mm/day and the photosynthetic rate is about 15-20 μmol.m^{-2}.s^{-1};
4. The total field sugar beet water requirements, estimated by hydrologic equation, range from 1000 to 1200 mm.ha^{-1}.yr^{-1} for the best situation and drop to 800-1000 mm.ha^{-1}.yr^{-1} in moderated hydric deficit condition;
5. Sugar beet is moderately tolerant to drought up to 20-30 % of the available soil water (AW). The photosynthetic rate drops linearly when AW decrease from 70-80 % to 20-30%. Thermic stress during somes days of June to August months is similar to the hydric stress;
6. The normalised sugar beet yields, with no tillage and minimum tillage are in most cases, higher or equivalents to classic tillage. The maximum experimental yield reached ranges from 90 to 100 t·ha^{-1}.

Indicadores de la conductividad hidráulica saturada de suelos en repoblación forestal.

J. E. López-Periago, J. A. Rodríguez Suárez, M. Mirou Barciela, J. C. Nóvoa, M. Arias & B. Soto.

Universidad de Vigo. Facultad de Ciencias, As Lagoas, 32004 Ourense.

Las repoblaciones forestales son acciones prioritarias en la recuperación y revalorización de los suelos con vocación forestal de España y Portugal. El conocimiento de sus propiedades hidráulicas y de los efectos de las labores de repoblación, permite optimizar las estrategias y prácticas de repoblación así como la estimación del efecto de las repoblaciones sobre el balance hídrico de cuencas.

Los objetivos son examinar las modificaciones de las propiedades hidráulicas y mecánicas que se derivan de las labores de repoblación de *Pinus pinaster* a partir de una cubierta de matorral en un Typic haplumbrept sobre esquistos (Xestosa, Ourense, datum 570 m, 42º16'N, 7º57'O). Los objetivos inmediatos son obtener indicadores para la estimación rápida y económica de la conductividad hidráulica saturada (*K*s) a partir de propiedades que se pueden estimar rápidamente 'in situ'. Hemos elegido algunas de las propiedades consideradas en la guía de descripción de perfiles de suelos de la FAO (1977).

Se obtuvieron tres testigos de suelo estructurado en cilindros de acero de 100 cm^3 de capacidad, y muestras de agregados sueltos en 17 puntos de muestreo, obtenidos todos ellos en el intervalo 2-7 cm de profundidad. Diez puntos estaban situados en zonas después de 1-3 años de haber sido repobladas y 7 puntos en áreas no repobladas. Dentro de cada zona los puntos se situaron aleatoriamente. En cada testigo se determinó la *Ks* mediante un permeámetro de carga constante. A cada muestra de suelo estructurado se le determinaron las consistencias en seco y en húmedo, el índice de plasticidad, la textura a mano, el color y la estabilidad de la agregación.

Los resultados indicaron elevados valores de *K*s, media (desviación típica) de 605 (201) mm h^{-1}. Se observaron diferencias significativas entre los suelos sometidos a labores de repoblación 544 (154) y suelos de áreas no repobladas 605 (202). Estos elevados valores sugieren que *K*s está determinada por macroporos asociados a características estructurales. Los indicadores relacionados con la estructura y contenido de materia orgánica son los mas apropiados para establecer clases de *K*s, entre ellos sugerimos el color y la consistencia en seco como indicadores potenciales que merecen ser explorados.

Variación espacial de la compactación de un suelo bajo distintos sistemas de manejo

I. García, J. A. Jiménez, J. L. Muriel,; G. Martínez, K. Vanderlinden & F. Perea

IFAPA. CICE (Junta de Andalucía). CIFA "Las Torres-Tomejil"
41200. Alcalá del Río. Sevilla. e-mail: ivan.garcia.ext@juntadeandalucia.es

---

Las principales causas de la compactación de un suelo agrícola se deben a la presión ejercida por las ruedas de la maquinaria y el uso de diferentes aperos de labranza, siendo un factor determinante en el desarrollo radicular de los cultivos así como en la dinámica del agua en el perfil del suelo.

Las prácticas relacionadas con la agricultura de conservación minimizan la alteración de la estructura natural del suelo permitiéndose una mayor interconexión del espacio poroso y por lo tanto una dinámica de movimiento del agua en el suelo más favorable para el cultivo, permitiéndose un mayor almacenamiento durante los periodos de recarga y una mejor puesta a disposición del cultivo en los periodos de mayor demanda evapotranspirativa.

Con el objetivo de estudiar la variación espacial del grado de compactación a lo largo del perfil de un suelo y su relación con la distribución espacial del contenido de humedad, se tomaron medidas puntuales cada 2,5 m con un penetrómetro manual a lo largo de un transecto de 70 m de longitud, que atravesaba tres parcelas de ensayo sometidas desde hace más de veinte años a distintos sistemas de laboreo: Siembra Directa (SD), Mínimo Laboreo (ML) y Laboreo Convencional (LC).

Se pudo comprobar la existencia de diferencias significativas entre los distintos tratamientos a partir de los 50 cm de profundidad debido a la existencia de una suela de labor que aparecía en las parcelas bajo LC y no para el resto. Si bien es cierto que en los primeros centímetros la compactación era inferior para las parcelas bajo LC, éstas diferencias no se reflejaban para los contenidos de humedad, siendo éstos superiores para las parcelas bajo SD y ML.

El análisis de la varianza evidenció una mayor uniformidad en los datos de resistencia a la penetración para las parcelas bajo SD y ML, tal y como ocurría para los contenidos de humedad a lo largo del perfil del suelo, como ya se ha informado en trabajos anteriores. Estos datos demuestran la relación existente entre los niveles de compactación de un suelo y la distribución del agua a lo largo del perfil.

Controlo da salinidade do solo com recurso à sementeira directa

J. P. Mendes[1] & M. Carvalho[2]

[1] *Escola Superior Agrária de Elvas, Elvas, Portugal · jpm@esaelvas.pt*
[2] *Universidade de Évora · Dep. Fitotecnia, Évora, Portugal · mjc@uevora.pt*

A introdução do regadio utilizando água com teores moderados de sais, em zonas de clima semi-árido e em solos com má drenagem interna, conduz, a prazo, ao inevitável aumento da salinidade do solo e, provavelmente ao risco de sodicização do mesmo. A maior parte das áreas de regadio, a beneficiar com as águas provenientes do Alqueva, enquadram-se nesta circunstância.

No presente estudo, pretende-se averiguar se, o aumento da infiltrabilidade do solo e a redução da evaporação directa, conseguida com uma elevada quantidade de resíduos à superfície do solo provenientes de uma cultura de cobertura seguida de sementeira directa, possibilitam uma menor acumulação dos sais durante o Verão e uma maior lavagem, dos mesmos, durante o Inverno.

Para testar a sementeira directa com cultura de cobertura, como tecnologia para o controlo da salinidade, a longo prazo, em clima árido e solos mal drenados, instalou-se um ensaio no alto Alentejo no perímetro de rega do Caia, em Luvissolos. O ensaio está a decorrer debaixo de uma rampa pivotante e tem como tratamentos principais dois sistemas de preparação do solo: sementeira directa sobre cultura de cobertura (SD); sistema tradicional (Trad), subdivididos em dois níveis de salinidade da água (0,7 dSm^{-1} e 2 dSm^{-1}) e em dois regimes hídricos (100% e 70% da ETc do sistema Trad). O regime hídrico mais baixo foi obtido por redução do diâmetro dos bicos dos aspersores numa coroa circular da rampa pivotante e as diferentes qualidades da água foram obtidas por aplicação de sais à superfície do solo como se trata-se de um vulgar fertilizante de cobertura, sólido.

Ao fim do segundo ano de ensaio, os valores de salinidade da solução do solo (1:2 em peso) nos primeiros 20 cm são inferiores na sementeira directa (1,27 dSm^{-1} para a SD e 1,49 dSm^{-1} para o Trad) e as diferenças são mais acentuadas no regime hídrico mais elevado.

Os valores mais baixos de condutividade eléctrica da solução do solo ao fim de dois anos são indicadoras, de que, a sementeira directa, em conjunto com uma cultura de cobertura, poderá ser uma ferramenta útil na prática de uma agricultura de regadio sustentável, em clima semi-árido e com solos de baixa condutividade hidráulica, mesmo utilizando águas de rega com teores moderados de sais.

Área 2: Contaminación y recuperación de suelos

Capacidade de absorção do chumbo por plantas do género Cistus desenvolvidas em ambientes mineiros

M.M. Abreu [1], E.S. Santos[2], C. Anjos[3], M.C. Magalhães[3] & C. Nabais [4]

[1] *Instituto Superior de Agronomia, UTL, Tapada da Ajuda 1399-017 Lisboa, Portugal*
[2] *Faculdade de Ciências do Mar e Ambiente, Universidade do Algarve, Faro, Portugal*
[3] *Dep.de Química e CICECO, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal*
[4] *Dep. de Botânica,Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal*

As plantas espontâneas que crescem nas áreas mineiras apresentam, no geral, elevada capacidade de adaptação aos teores elevados em elementos metálicos que se encontram nestes ambientes. Esta capacidade pode ser devida a mecanismos de exclusão ou de tolerância, permitindo neste último caso a absorção dos elementos contaminantes do substrato em quantidades que seriam geralmente tóxicas para as plantas.

A mina de São Domingos (Mértola, Faixa Piritosa Ibérica) foi explorada para ouro, cobre e prata desde os tempos romanos e nos séculos XIX e XX a exploração centrou-se nos sulfuretos maciços de cobre com teores significativos de zinco e chumbo. Actualmente, as escombreiras espalhadas por uma grande área são ricas em elementos metálicos dos quais se destaca o chumbo que pode atingir nos solos teores totais entre 5280 e 9210 mg/kg, dos quais 8 a 67 mg/kg são extraíveis com nitrato de cálcio. O *Cistus ladanifer* tem nestes solos um bom desenvolvimento vegetativo apresentando nas folhas (colheita em 04/2005) teores de chumbo entre 15 e 23 mg/kg. A mina do Braçal (Sever do Vouga) foi explorada para chumbo nos séculos XIX e XX a partir da galena (PbS). Na área mineira ocorrem escombreiras de materiais finos e grosseiros ainda muito ricos em chumbo (1480-9030 mg/kg) que se encontram, na maioria dos casos, colonizadas por vegetação arbórea e arbustiva espontânea e introduzida. O *Cistus inflatus*, bem adaptado a estes materiais, contém na parte aérea (colheita em 03/2005) teores de chumbo entre 100 e 217 mg/kg. A fracção disponível de chumbo (extracção com nitrato de cálcio) apresenta concentrações muito elevadas (220-4490 mg/kg).

As plantas do género *Cistus*, que crescem nestas áreas, parecem ser muito tolerantes ao chumbo (total e disponível) apresentam boa produção de biomassa e cobertura eficaz dos solos, constituem um importante potencial que deve ser aproveitado para a recuperação, por fitoestabilização, destas áreas mineiras.

Contaminación en metales pesados y arsénico en los suelos de la Ría de Huelva

A. Iriarte [1], P. Bouza [2], M. Simón [3], J. Aguilar, [4], M. Díez [4], F. Martín [4] & M. Sierra [4]

[1] Estación Experimental del Zaidín. CSIC. Granada. España.
[2] Centro Nacional Patagónico. CONICET. Argentina.
[3] Dpto. Edafología y Química Agrícola. Universidad de Almería. España.
[4] Dpto. Edafología y Química Agrícola. Universidad de Granada. España.

Introducción.

La ciudad de Huelva se encuentra rodeada por uno de los complejos de industrias químicas y básicas más grandes de España. Así mismo, se sitúa entre los estuarios de los ríos Tinto y Odiel, cuyas cuencas fluviales están asociadas a un intenso Drenaje Ácido de Mina. La proximidad de núcleos urbanos, la presencia de zonas agrícolas, de recolección marisquera y de espacios naturales protegidos en áreas adyacentes, supone un riesgo evidente para la población de estas zonas.

Materiales y métodos.

La toma de muestras se realizó mediante un muestreo sistemático-aleatorio tras la subdivisión de la zona en cuadrículas de 1 km de lado. Se tomaron muestras compuestas a tres profundidades (0-10; 10-30 y 30-50 cm). Los análisis se realizaron sobre la fracción tierra fina. Se analizaron las principales propiedades de los suelos, así como el contenido en arsénico y metales pesados mediante ICP-MS en un espectrómetro PE SCIEX ELAN-5000A.

Resultados.

De los 24 elementos analizados, Pb, Zn, As y Cu muestran subpoblaciones potencialmente contaminadas. Las muestras se agruparon según las principales unidades geomorfológicas de la zona: Planicies aluviales (UG1); Terrazas (UG2); Peniplanicies (UG3); Cordones litorales (UG4); Marismas (UG5). Las mayores concentraciones en estos elementos se alcanzan en la UG1 y UG5, indicando una clara influencia de los aportes fluviales de los ríos Tinto y Odiel. Dentro de la UG1, las planicies asociadas con el río Tinto presentan los valores más elevados; multiplicando los valores de los suelos no contaminados 30 veces para el Pb, 20 para el As, 9 para el Cu y 5 para el Zn. En la UG5, el Zn es el elemento que alcanza las mayores concentraciones, superando en numerosos puntos los 1000 mg kg^{-1} (límite de intervención para zonas naturales); Cu, As y Pb también alcanzan valores altos en varios puntos de las marismas, en los que superan también sus respectivos límites para zonas naturales.

Conclusión.

El estudio de las concentraciones As y metales pesados en la ría de Huelva indica una clara relación con las unidades geomorfológicas asociadas a los ríos Tinto y Odiel, apareciendo niveles elevados en las planicies aluviales actuales y subactuales, así como en las marismas. Los niveles detectados superan en numerosos casos los límites de intervención para zonas agrícolas o naturales, por lo que se considera fundamental el estudio de la especiación de estos contaminantes, así como la realización de medidas para evaluar y controlar su movilidad.

Caracterização dos lixiviados dum solo sujeito à aplicação de chorumes de porcos

A.S. Araújo [1], M.R. Menino [1], M.A. Castelo Branco [1], F.P. Pires [1], A. Guerreiro [1], O.R. Monteiro [1], A. Varela[1], H. Domingues [1], O. Moreira [2], S.A. Sousa [3] & F. Calouro [4]

[1]*Estação Agronómica Nacional, Quinta do Marquês, Av. da República, 2784-505 Oeiras, Tel. 214403500, Fax. 214416011. Email: melita@mail.telepac.pt*

[2]*Estação Zootécnica Nacional, Fonte Boa, Vale de Santarém, 2005-048 Vale de Santarém, Tel. 243767320, Fax 243767307. Email: nutrição.ezn@mail.telepac.pt*

[3]*Environmental Technologies Centre – ISQ, TagusPark, Apartado 012, CTT Porto Salvo, 2780-994 Porto Salvo. Email: sasousa@isq.pt*

[4]*Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Tapada da Ajuda, Apartado 3228, 1301-903 Lisboa, Tel. 213617740, Fax. 213636460. Email: lqars@mail.telepac.pt*

Em Portugal o sector de suinicultura, nas regiões onde se insere, tem grande importância económica e social. Contudo, tem constituído um problema de difícil solução a eliminação de elevadas quantidades dos resíduos produzidos, resultante de uma actividade caracterizada por uma grande concentração de animais em recintos reduzidos, consumindo grandes quantidades de alimentos concentrados. Na generalidade, os resíduos são constituídos por uma mistura de urina, fezes, restos de alimentos e águas de lavagem das instalações. A aplicação de chorumes na agricultura pode, efectivamente, constituir um processo de incorporação nos solos não só de quantidades apreciáveis de nutrientes e, o que em certas épocas do ano poderia ser muito importante, de água. Cerca de 80% do azoto e do fósforo e mais de 90% do potássio ingeridos pelos animais são excretados, pelo que se têm vindo a desenvolver estudos de modificação da dieta, com o intuito de aumentar a eficiência de utilização destes elementos pelos animais. Neste contexto, está-se a efectuar um estudo com porcos, alimentados com três tipos de dieta: a T (dieta *standard*) com 18% de proteína bruta e fosfato bicálcico; a N com 15% de proteína bruta, aminoácidos essenciais e fosfato bicálcico; e a P com 18% de proteína bruta e fosfato monocálcico. Os chorumes produzidos foram aplicados a um solo de textura franca. O delineamento do ensaio foi em blocos completos casualisados com três repetições e três níveis de chorume (0, 85 e 170 kg/ha de azoto total) de cada uma das dietas, sendo a dose mais elevada correspondente ao teor máximo de azoto que a Legislação Portuguesa permite que seja introduzido no solo. No primeiro ano de ensaio foram também aplicadas 50 unidades de azoto mineral por hectare, em fundo. O presente trabalho tem como objectivo a avaliação da qualidade das águas de percolação, relativamente ao pH, condutividade, K, Mg, Ca, Na, $N\text{-}NO_3^-$, $N\text{-}NH_4^+$, P, Cu, Fe, Zn, Mn. Comparando os valores obtidos nas diversas características com os valores estabelecidos para a qualidade de água destinada à rega, verifica-se que a maior parte dos valores de pH se encontram perto do limite superior dos valores máximos recomendados (VMR). A aplicação dos chorumes conduziu a um acréscimo significativo da condutividade, por outro lado, analisando os resultados ao longo das várias colheitas, apenas na 1ª colheita esse valor foi significativamente superior aos restantes, no entanto, em qualquer dos casos, os valores foram sempre superiores ao VMR. Os valores da Relação da Adsorção do Sódio (RAS) foram sempre inferiores ao VMR. Os valores de nitratos nas três primeiras colheitas ultrapassaram largamente os VMR, em qualquer dos tratamentos. Relativamente aos microelementos analisados, os teores detectados nas águas são muito inferiores ao VMR. Assim sendo, quando se proceder à aplicação de chorumes, parece ser desnecessário efectuar aplicação de fertilizantes minerais em fundo, já que se corre o perigo de que o mesmo seja arrastado, causando a contaminação dos aquíferos, com todos os riscos que daí advêm.

Efecto de la aplicación de los subproductos industriales fosfoyeso y espuma de azucarería en la sorción de As, Cd, y Tl en un suelo ácido: Experimentos cinéticos y en equilibrio.

J. Aguilar-Carrillo [1], F. Garrido [1], L. Barrios [2] & M.T. García-González [1]

[1] *Instituto de Ciencias Agrarias, Centro de Ciencias Medioambientales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Serrano 115 dpdo, 28006, Madrid, España.*
[2] *Centro Técnico de Informática, Consejo Superior de investigaciones Científicas, Pinar 19, 28006, Madrid, España.*

Introducción

La estabilización *in situ* de elementos tóxicos mediante la adición de enmiendas está siendo considerada en la actualidad como una técnica efectiva de recuperación de suelos contaminados. Generalmente en los procesos de contaminación se produce la movilización de una combinación de elementos tóxicos de naturaleza aniónica y catiónica. De esta forma, la contaminación del suelo es difícil de controlar debido al diferente comportamiento de los elementos tóxicos implicados y es necesario encontrar enmiendas capaces de reducir la solubilidad de dichos elementos en la solución del suelo.

Con el fin de estudiar la posibilidad de la utilización de fosfoyeso y espuma de azucarería para mejorar la capacidad de retención de los elementos As, Cd y Tl en un suelo ácido, en este trabajo hemos realizado experimentos de sorción cinéticos y en equilibrio en muestras tratadas con dichos subproductos industriales. Además, se ha determinado las relaciones entre los parámetros en equilibrio y cinéticos utilizando análisis de componentes principales categórico (CatPCA).

Materiales y métodos

Se emplearon los subproductos industriales fosfoyeso (PG) y espuma de azucarería (SF). El PG y SF contenían fundamentalmente yeso y carbonato cálcico, respectivamente. Los subproductos se aplicaron en la superficie de las parcelas experimentales por triplicado como enmiendas simples (PG, SF) y conjuntas (PG+SF). Adicionalmente, seis parcelas no recibieron tratamiento y se utilizaron como control. A los dos años de la aplicación de los subproductos se tomaron muestras de las parcelas enmendadas y control y con ellas se realizaron experimentos de sorción cinéticos y en equilibrio de As, Cd y Tl.

Resultados

La sorción de As, Cd y Tl se ajustó correctamente ($R^2 > 0.99$) a un modelo cinético de pseudo-segundo orden describiendo un proceso doble difusivo (difusión laminar y difusión intrapartícula), que controlan los mecanismos de la sorción de los elementos. Las isotermas de sorción se describieron apropiadamente por la ecuación de Langmuir. La capacidad de sorción máxima estimada de las muestras control y enmendadas por los elementos decreció en el orden Cd>As>Tl. Se evaluaron también las constantes termodinámicas de la sorción (ΔG, ΔH y ΔS) que indicaron la naturaleza espontánea y endotérmica del proceso, excepto para el Tl que fue exotérmica.

Conclusiones

Del trabajo se puede extraer las siguientes conclusiones:

Las enmiendas que contienen espuma de azucarería pueden ser usadas para aumentar la capacidad de sorción de As, Cd y Tl en un suelo ácido.

La cinética de la sorción de As, Cd y Tl incluye una combinación compleja de mecanismos difusivos tales como difusión laminar y difusión intrapartícula.

La sorción de As, Cd y Tl fue bien caracterizada utilizando el modelo de Langmuir, excepto en el caso del Cd en el suelo enmendado con espuma.

El estudio termodinámico mostró la naturaleza espontánea de los procesos de sorción de los tres elementos.

La relación estadística multivariante entre los parámetros cinéticos y en equilibrio depende de la naturaleza del elemento.

Potencial tecnológico de aplicación de los tratamientos de suelos contamincados. Cómo es la situación europea y su posible reflejo en el Estado Español.

I. Susaeta, A. Rodriguez & O. Salas

GAIKER, Centro Tecnológico.Parque Tecnológico de Zamudio. Edf 202.48170. Zamudio. susaeta@gaiker.es

---

En nuestro ámbito, recientemente se ha aprobado el Real Decreto 9/2005, de 14 de Enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados, y la Ley 1/2005 de prevención y corrección de la contaminación del suelo del País Vasco. Estas dos normas legales suponen un cambio de escenario en materia de suelos contaminados, pues concretan algunas obligaciones a los titulares de actividades potencialmente contaminantes del suelo, llegando incluso a establecer la obligatoriedad de la recuperación de los suelos. La memoria económica que acompaña a la ley 1/2005 (Prevención y corrección de la contaminación del suelo del País Vasco) fija en 1.809 millones de euros la repercusión económica de la entrada en vigor de la norma en labores de estudio, caracterizaciones y la remediación propiamente dicha. Las operaciones propiamente de saneamiento, excluidas las actuaciones que se llevan a cabo en los vertederos, alcanzarán una cantidad aproximada de 970 millones de euros y, dado que se estima que el proceso se podría prolongar hasta el año 2040, deberían invertirse anualmente 28 millones de euros en dichas actuaciones de limpieza (Estrategia Empresarial, Guía de desarrollo sostenible 2005). En Europa y ante la necesidad de dar solución a la problemática derivada de la contaminación del suelo, se han desarrollado a diferentes escalas numerosas técnicas y tecnologías enfocadas a la actuación o tratamiento de los suelos contaminados. Actualmente es posible enumerar decenas de tecnologías con sus correspondientes variantes que han obtenido resultados muy diversos. No obstante, muchas de estas tecnologías sólo ocasionalmente han sido utilizadas en actuaciones a escala real. En este sentido es importante destacar que a medida que más y más tecnologías de recuperación de suelos contaminados se desarrollan e implementan a diferentes escalas de aplicación, se va generando un enorme conjunto de datos acerca de su funcionamiento en distintas situaciones. Una conclusión importante puede ser extraída de este conjunto de información: *los datos de funcionamiento de una tecnología, en su mayor parte, no son siempre transferibles de un emplazamiento a otro*. Cada emplazamiento presenta sus propias características únicas que hacen la transferencia directa de datos de funcionamiento de la tecnología en otros emplazamientos arriesgada e inapropiada. Existen, sin embargo, algunas técnicas y tecnologías de recuperación de suelos contaminados que pueden ser aplicadas a un coste asumible evitando la utilización de vertederos con la consiguiente "hipoteca" del suelo utilizado.

Dinámica del F en Palexerults enmendados con Fosfoyeso y/o espuma de azucarería

F. Peregrina Alonso, I. Mariscal Sancho & R. Espejo Serrano

Dpto. Edafología, ETSI Agrónomos Avda. Complutense s/n 28040 Madrid

Introducción

En los Palexerults del W de España, las espumas de azucarería (EA), enmendantes calizos y los fosfoyesos (FY), enmendantes yesíferos, resultan muy eficaces para contrarrestar la toxicidad por Al respectivamente en los horizontes superficiales y en los subsuperficiales; ambos subproductos suponen una alternativa eficaz a los correspondientes enmendantes clásicos en las zonas con este tipo de suelos con frecuencia economicamente deprimidas. Estos suelos, por antiguos aportes de fosforitas naturales, contienen pequeñas cantidades de flúor; la adición de espumas y ó fosfoyesos inciden de manera significativa en la dinámica del F^- en la disolución del suelo, por su incidencia sobre el pH, el contenido en calcio y sul fatos asícomo en el caso del FY en fluoruros

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un Palexerult de la raña de Cañamero (SW Cacéres, España). Se utilizaron columnas de lavado donde se reprodujeron los dos horizonte superiores Ap y AB, en los que se situaron muestradores de la solución del suelo SMS Rhizom, y en las que el Ap se sometió a los tratamientos: Control, Espuma, Fosfoyeso y Espuma+Fosfoyeso, simulándose dos ciclos de lavado equivalentes a la precipitación media anual de la zona: A lo largo del proceso de lavado se extrajeron sucesivas muestras de la disolución del suelo del Ap y AB determinándose el contenido en F^- total en la solución y el F^- extraíble en cada horizonte después de los dos ciclos de lavado.

Resultados

El control presenta pequeñas cantidades de F^- extraíble y en la disolución del suelo, debido a su abonado hace años con fosforitas naturales. El FY incrementa de forma apreciable la concentración de F^- en la disolución del suelo del Ap, siendo al finalizar el proceso de lavado el F^- extraíble superior respecto al control. La EA aplicada junto al FY disminuye la concentración de F^- en la disolución del suelo horizonte Ap respecto del FY durante los dos ciclos de lavado; a su vez el F^- extraíble disminuye en los tratamientos con EA sola o acompañada de FY respecto del tratamiento con sólo FY.

Conclusiones

La aplicación de EA disminuye el F en la disolución del suelo y el F extraíble del suelo; por el contrario la de FY los incrementa; la aplicación conjunta de EA y FY tiene un efecto más próximo a la del tratamiento con sólo EA. En la dinámica juega un importante papel la precipitación de fluorita (CaF_2) y los procesos de adorción-desorción de F^-.

Elementos traza en plantas espontáneas y reforestadas del corredor verde del Guadiamar ocho años después del accidente minero de Aznalcóllar

M.T. Domínguez,, T. Marañón, & J.M. Murillo

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. CSIC. Avda. Reina Mercedes, 10. 41012 Sevilla.

La biomonitorización de elementos traza en plantas superiores suele reflejar adecuadamente su biodisponibilidad en los suelos. Distintos patrones de acumulación pueden tener importantes implicaciones para la red trófica y, consecuentemente, para la gestión de zonas contaminadas.

Tras el accidente minero de Aznalcóllar (cuencas de los ríos Agrio y Guadiamar, abril de 1998), se puso en marcha un complejo programa de investigación multidisciplinar denominado PICOVER, que desembocó en el programa actual (SECOVER), centrado ya en la restauración y funcionalidad ecológica de este espacio, denominado Corredor Verde del Guadiamar, integrante de la Red de Espacios Protegidos de Andalucía (RENPA). Estos estudios contemplan, entre otros, la biomonitorización periódica de las principales comunidades vegetales existentes en la zona, tanto espontáneas como reforestadas.

Durante el otoño de 2005 se han muestreado diversas especies representativas de la zona, arbóreas: *encina, acebuche, álamo, sauce, pino* (ejemplares adultos, espontáneos, y plantones reforestados) y arbustivas (*majuelo, taraje, adelfa, lavanda, romero, lentisco, mirto, labiérnago, retama*, reforestados, y *tamujo y bayón*, espontáneos). Se recolectaron muestras en 20 localidades del corredor verde; en el caso de las especies arbóreas *acebuche, álamo blanco* y *encina* (ejemplares adultos y plantones) también se tomaron muestras del suelo correspondiente (0-25 y 25-40 cm de profundidad, 235 muestras en total). La concentración de elementos traza en el material vegetal se realizó mediante extracción con HNO_3 concentrado y lectura posterior en ICP-MS.

Las concentraciones de As, Cd, Cu, Tl y Zn mostraron una fuerte variabilidad entre especies y entre elementos, fruto de su diferente biodisponibilidad y diferentes mecanismos de bioacumulación y transporte en la planta. Salvo casos particulares, las concentraciones de estos elementos estuvieron siempre dentro de los rangos normales de plantas superiores y muy por debajo de los umbrales considerados fitotóxicos. Incluso en suelos ácidos (un 15% de los muestreados), las concentraciones en hojas de *acebuche, álamo y encina* (adultos y plantones) no fueron mayores que las obtenidas en suelos básicos. Esta circunstancia positiva no puede extrapolarse a otros estratos vegetales, como el herbáceo. Resultados preliminares en muestras de pasto han revelado la existencia de concentraciones de algunos elementos traza prohibitivas para el ganado, lo que obligaría a estudiar detenidamente las posibilidad de que la zona pudiese ser pastoreada, práctica prohibida en la actualidad.

Variabilidad intraanual del potencial contaminante por fósforo en parcelas de olivar ecológico

A. Rodríguez Lizana [1], R. Ordóñez Fernández [2] & P. González Fernández [2]

[1] *Asociación Española de Agricultura de Conservación/Suelos Vivos. CIFA Alameda del Obispo. IFAPA. Junta de Andalucía. Avda Menéndez Pidal s/n. 14080. Córdoba*
[2] *Dpto. de Producción Ecológica y Recursos Naturales. CIFA Alameda del Obispo. IFAPA. Junta de Andalucía. Avda Menéndez Pidal s/n. 14080. Córdoba*

Introducción

El P de origen agrícola es uno de los principales contaminantes de las aguas, al que apenas se ha prestado atención hasta la fecha. El contenido de P en la superficie del suelo puede sufrir modificaciones intraanuales, por lo que cabe pensar que el potencial contaminante de un suelo determinado varía de igual forma. Se ha comparado la evolución de éste con laboreo convencional y cubierta vegetal en olivar ecológico, mediante el muestreo del contenido superficial de P Olsen durante el periodo 1 Junio 2003- 1 Junio 2005.

Materiales y métodos

Ensayo de campo: se ha realizado en tres parcelas de la provincia de Córdoba (Obejo, Castro del Río y Nueva Carteya), con muestreos superficiales en campo tras cada chubasco, en un diseño de bloques completos al azar (DBA) con 4 repeticiones, y medidas repetidas (MR)

Análisis estadístico: se ha utilizado un ANOVA MR por sistema de manejo con factor tiempo, y posterior separación de medias según Bonferroni.

Resultados

Existe un gran intervalo de valores de P Olsen a lo largo del periodo de estudio, de entre 5 y más de 40 $mgkg^{-1}$, en el que juegan un importante papel las extracciones por parte de la vegetación. Los resultados del análisis de varianza indican una variación significativa de este elemento en la superficie del suelo.

Conclusiones

Dada la relación establecida por distintos autores entre la riqueza en P del suelo y la concentración de P disuelto en agua de escorrentía, es conveniente prestar atención a las modificaciones del contenido de este elemento en superficie incluso en parcelas que no reciben abonado, pues en ciertas ocasiones los contenidos duplican o triplican a las medias del periodo. La capacidad contaminante del suelo, aun sin fertilizar, es muy variable a lo largo del año agrícola en ambos sistemas de manejo, habiéndose presentado los máximos en los meses de Marzo y Mayo.

Metales potencialmente tóxicos en suelos urbanos de Sevilla: relaciones entre los contenidos en suelos y en herbáceas, y distribución espacial

F. Madrid, E. Díaz Barrientos & L. Madrid

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (CSIC), Apartado 1052, 41080 Sevilla

Introducción

La función de los suelos urbanos frecuentemente no es la tradicional de suelos agrícolas, sino que sobre todo es estética y recreativa. Por ello suele olvidarse que el suelo urbano tiene una influencia directa sobre la salud de los ciudadanos, o se considera poco significativa. Sin embargo, estos suelos reciben aportaciones muy significativas de contaminantes procedentes de diversas actividades humanas, y pueden introducirse en el organismo como polvo en suspensión, por contacto directo e incluso por ingestión. Es pues necesario conocer la calidad de los suelos urbanos, especialmente el contenido y disponibilidad de contaminantes.

Materiales y métodos

Se escogieron 154 suelos urbanos de Sevilla, 85 de ellos cubiertos por herbáceas. Los suelos se caracterizaron y se midieron sus contenidos en metales potencialmente tóxicos (MPT) por digestión con agua regia (pseudo totales) y extracción con EDTA 0,05 M (fracción disponible). Igualmente se midieron los mismos metales en las herbáceas.

Resultados

La mayoría de las muestras son neutras, calizas, con materia orgánica baja y distribuciones de tamaños de partículas equilibradas.

Se observa una contaminación incipiente en Cu, Pb y Zn, especialmente en el casco antiguo, y contenidos bajos de otros MPT. Los contenidos en las herbáceas son comparables a los considerados normales. La relación entre el Cd y el Zn de las plantas y de los suelos (totales o disponibles) es muy significativa, aunque no para otros metales.

El análisis multivariante confirma que no existe relación entre los metales en los suelos y las plantas. Sí existe fuerte asociación entre el Cu, Pb y Zn de los suelos y la materia orgánica.

Conclusiones

La contaminación con metales en suelos de Sevilla puede considerarse como moderada o incipiente, pero conviene realizar un seguimiento en algunos puntos, en especial en jardines cercanos al casco antiguo. En tales casos se recomienda enmendar los suelos de estos puntos con sustancias inocuas inmovilizadoras de metales.

Efectos del drenaje ácido de minas sobre la composición química y mineralógica de suelos agrícolas. Una aproximación experimental

C. Barba Brioso, E. Sánchez Blanco & J. C. Fernández Caliani

Dpto. de Geología, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva.

El drenaje de las aguas ácidas procedentes de ciertas labores y residuos mineros, particularmente aquellos relacionados con la minería de la pirita, produce alteraciones físicas, químicas y biológicas en el medio natural, que se manifiestan en los suelos afectados por acidificación y contaminación con metales pesados. En este trabajo se presentan los resultados de un experimento de acidificación de suelos agrícolas con aguas ácidas de mina (pH= 2,1), diseñado con el objeto de investigar los efectos edafogeoquímicos y mineralógicos que podrían inducir los lixiviados de las escombreras mineras sobre los suelos. El ensayo de acidificación se realizó en el laboratorio sobre columnas rellenas de muestras de la capa arable de suelos dedicados a cultivos hortofrutícolas, del entorno de las minas de Tharsis y Sotiel (Huelva). La composición química y mineralógica de los suelos antes y después del tratamiento ácido fue determinada por una combinación de técnicas instrumentales (DRX, SEM-EDS, FRX, ICP-MS).

Los suelos estudiados son de reacción neutra (pH = 7,1-7,6), tienen texturas francas con porcentajes de arcilla inferiores a 10%, y contenidos relativamente altos de materia orgánica total (4,8-6,2%) y carbonatos (5-10%). La matriz está constituida esencialmente por illita y caolinita, junto con oxihidróxidos de hierro amorfos o de baja cristalinidad. Otros minerales acompañantes son cuarzo, feldespatos, calcita, yeso, y cristales diseminados de sulfuros metálicos oxidables como pirita y galena. Las concentraciones totales de elementos traza en los suelos estudiados son muy superiores a los valores del fondo geoquímico regional (hasta 4458 mg/kg de Pb; hasta 1197 mg/kg de Cu; hasta 963 mg/kg de Zn; hasta 807 mg/kg de As; y hasta 3 mg/kg de Cd). El tratamiento ácido de los suelos provocó un brusco descenso del pH (hasta valores de 3,7), pérdida total de la materia orgánica y precipitación de sales sulfatadas. Como resultado del proceso de acidificación, la calcita se disolvió en su totalidad por reacción con el agua ácida sulfatada, por lo que el suelo perdió completamente su capacidad de neutralización. Los iones de Ca liberados, en parte, fueron retenidos en el suelo en forma de yeso, que aumentó su proporción de 5 a 10% de la muestra global. La modificación de las condiciones físico-químicas también promovió la neoformación de jarosita en porcentajes aproximados a 10%. Los elementos traza que incrementaron su concentración en los suelos como consecuencia del tratamiento fueron principalmente Cu (hasta 4893 mg/kg) y Zn (hasta 2098 mg/kg).

En conclusión, independientemente del aporte adicional de metales pesados, la inundación de los suelos agrícolas con aguas ácidas de mina puede provocar una cadena de reacciones químicas y transformaciones mineralógicas que modifican sustancialmente la naturaleza y el ambiente físico-químico del suelo, aumentando su peligrosidad ambiental.

Pb de contaminación y podzolización en el NW de la Península Ibérica

C. Ferro Vázquez, [1] , J.C. Nóvoa Muñoz [2] , M. Costa Casais [1], C. Ferrín Prieto [1] , J. Klaminder [3] , R. Bindler[3] & A.Martínez Cortizas [1]

[1] *Dept. Edafología y Química Agrícola, Facultad de Biología, Campus Sur s/n, Santiago de Compostela, Spain phcruzfv@usc.es*

[2] *Dept. Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo. Facultade de Ciencias de Ourense. Universidade de Vigo, As Lagoas s/n, 32004 Ourense*

[3] *Dept. Of Ecology and Environmental Science, Umeå University, Umeå, Sweden*

La contaminación atmosférica por Pb en la Península Ibérica se remonta a los inicios de la metalurgia. Así, durante los últimos 3.000 años Pb de contaminación ha venido incorporándose a los horizontes superficiales de los suelos mediante deposición atmosférica. Para los podzoles se ha propuesto un mecanismo de autolimpieza ante tasas decrecientes de deposición, debido a la queluviación y transporte hacia el horizonte espódico de cantidades significativas de Pb. Estudios llevados a cabo en Suecia demuestran que el Pb de contaminación ha penetrado hasta una profundidad de unos 35 cm en los suelos.

Para este estudio se muestrearon dos podzoles del NW ibérico, a intervalos regulares de 5 cm. Las concentraciones totales de Pb, Al, Si, Fe, Ga y Ti se midieron por FRX. El fraccionamiento de Fe y Al se evaluó mediante técnicas de disolución selectiva, midiéndose las concentrationes por AAS. La composición isotópica del Pb se determinó mediante ICP-MS.

Las concentraciones más elevadas de Pb se encontraron en la parte superior del horizonte espódico, y las más bajas en el horizonte E. El Pb presentó una elevada correlación con el Al total, el Al intercambiable y con los complejos Al-humus de estabilidad moderada y baja; lo que sugiere que una parte significativa del Pb acumulado se encuentra en posiciones de intercambio y formando parte de complejos organometálicos de estabilidad moderada a baja. Las relaciones isotópicas $^{206}Pb/^{207}Pb$ muestran valores casi constantes (1.22-1.23) en los horizontes Bs y C, correspondientes al Pb geogénico. Desde la parte superior del horizonte E y hasta la superficie la relación isotópica disminuye alcanzando el mínimo en el horizonte O ($^{206}Pb/^{207}Pb$ 1.146-1.155). En los horizontes superficiales de ambos suelos (O, A, y E) las relaciones isotópicas $^{206}Pb/^{207}Pb$ y $^{208}Pb/^{207}Pb$ presentan una elevada correlación con el Pb total. Estos resultados indican la presencia de Pb de contaminación hasta unos 35 cm de profundidad en ambos suelos.

Este estudio ha sido parcialmente financiado por el proyecto REN2003-09228-C02-01.

Determinação do teor de paládio em solos recolhidos na cidade de lisboa

H. F. Silva[1],2, N. F. Silva[1], S. Oliveira[1], M. Caetano[3], I. Lopes[2] & M. J. Matos[1]

[1] *ISEL – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 1950-062 Lisboa, Portugal (hsilva@deq.isel.ipl.pt)*
[2] *FCUL – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal*
[3] *INIAP-IPIMAR – Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas, 1449-006 Lisboa, Portugal*

Os metais contaminantes do ambiente representam um problema de saúde pública cada vez mais actual, pela forma como interagem com o organismo humano. Com a abolição da gasolina com chumbo assiste-se actualmente a novas preocupações face às emissões metálicas originadas pelos catalisadores presentes nos veículos automóveis. Metais que não eram considerados perigosos como a platina, paládio ou o ródio têm-se revelado preocupantes para a saúde humana, sobretudo quando originados por esta fonte, pelo que importa quantificar a sua presença, nomeadamente em ambiente urbano. A emissão de elementos de grupo de platina por parte de catalisadores automóvel conduziu ao aumento da sua concentração em poeiras de estrada e solos. As poeiras de estrada, contendo os elementos do grupo da platina, podem ser arrastadas nomeadamente por fenómenos climatéricos (vento, chuva) e consequentemente entrar nos solos, lençóis de águas subterrâneos e também na cadeia alimentar .

No presente trabalho estudou-se a variação do teor em paládio presente no solo de diversos locais da cidade de Lisboa, nos anos de 2003 e 2004. Assim, foram recolhidas amostras de solo em seis locais da cidade, sujeitos a diferentes intensidades de tráfego automóvel. Em cada local foram recolhidas 12 amostras (a uma profundidade de 20 cm) distribuídas através de três círculos com raios de 1, 3 e 5 m, segundo a direcção dos principais pontos cardeais. Prepararam-se amostras compostas de cada local por mistura das diversas amostras individuais. De cada amostra retirou-se aproximadamente 2 g que foram sujeitas a um processo de digestão ácida, assistida por tecnologia de microondas, e utilizando como reagente de digestão a água-régia.

A quantificação do paládio foi efectuada por ICP-MS, precedida de um processo de optimização dos parâmetros operatórios. Os teores de paládio determinados em cinco locais da cidade de Lisboa mostram-se na figura 1.

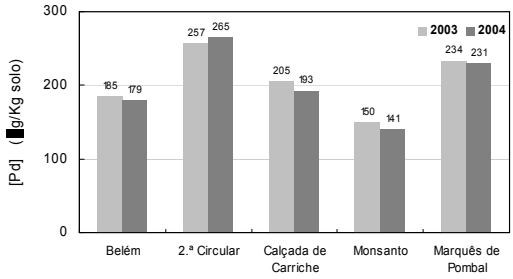


Fig. 1. Teores de paládio obtidos nos locais analisados

Os teores determinados são já significativos mostrando a origem antropogénica deste metal. Foi também possível estabelecer uma correlação entre os teores de paládio e a intensidade de tráfego desse local, demonstrando assim que o seu aparecimento está directamente relacionado com o tráfego automóvel.

La restauración de la Marisma Gallega (Parque Natural de Doñana): efectos en las características superficiales del suelo

L.V. García [1], E. Gutiérrez [1], J.L. Espinar[1], J.S. Cara [1], J. Camacho [3], A. Jordán [2], L. Clemente [1]

[1]Dpto. de Geoecología, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (CSIC). P.O. Box 1052, E-41080 Sevilla, España.
[2]Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Facultad de Química (Universidad de Sevilla). C/Profesor García González, 1. CP:41012 – Sevilla, España.
[3] TYPMA S.L. Ur. Los Maldonados 5, 41807-Sevilla

Se han estudiado diversas características relevantes para el establecimiento y desarrollo de la vegetación en suelos de las zonas elevadas (poco inundables) de la Marisma Gallega, en el Parque Natural de Doñana. Se trata de suelos típicos de la marisma salina del Guadalquivir (pesados, carbonatados y salino-sódicos) que fueron, en parte, sometidos a la retirada del horizonte superficial para rellenar el sistema de canales de drenaje construido durante los intentos de puesta en cultivo de la zona, a principios de los años 70. Como resultado de estas obras se generó una superficie considerable de zonas con el suelo decapitado y vegetación destruida (zonas de préstamo o arrastre), junto a un conjunto de canales rellenados (zonas de relleno).

Se detectan diferencias entre el régimen de inundación de las zonas restauradas y el de las zonas control, al haber quedado desniveles remanentes tras el relleno de los canales. Este carácter ligeramente deprimido de las áreas restauradas, determina su desecación más tardía y la acumulación y evaporación de las aguas salinas, que parecen ser las responsables de la acumulación superficial de sales solubles en las mismas y de la inversión de la tendencia normal de incremento de la salinidad con la profundidad que se observa en los suelos de las zonas control. En consecuencia, los terrenos menos elevados de las zonas de arrastre y, especialmente, los de las zonas de relleno presentan niveles de salinidad significativamente más altos que los de las zonas control.

Se detectan asimismo diferencias significativas en los contenidos de carbono y nitrógeno orgánicos entre las zonas restauradas (0.7% y 0.06, en promedio, respectivamente) y las zonas control (media 1.2% y 0.13%, respectivamente), en relación con la mayor cobertura vegetal de estas últimas (70%, frente al 40% de la primeras). Se aprecian, igualmente, diferencias significativas en el contenido en carbonatos, en relación con el diferente régimen de inundación y con la distinta densidad de raíces en las zonas afectadas por las obras y las zonas control.

No se han observado, sin embargo, diferencias estadísticamente significativas en los valores de pH, textura o en disponibilidad de P entre las zonas control y las zonas restauradas.

Se concluye que las zonas alteradas por extracción de materiales de relleno presentan, tras la intervención, una situación sustancialmente diferente, tanto a la que impera en los canales colmatados como a la existente en las zonas control, lo que dificultará que las características del suelo y comunidades vegetales converjan con las de estas últimas.

Estudio de la deposición de metales pesados en el entorno de la Central de As Pontes (Galicia)

I. Berasategi Vinagre, A. Martínez Cortizas, B. Silva Hermo

Dpto. de Edafología y Química Agrícola Universidade de Santiago

La combustión de carbón para la producción de energía es una de las principales fuentes de contaminantes atmosféricos en Europa. Los contaminantes emitidos en este proceso son depositados finalmente sobre los ecosistemas continentales cuasando graves problemas como el debilitamiento forestal, la acidificación de suelos o el aumento de la carga de metales pesados. En el noroeste de la Península Ibérica se encuentra la central térmica de As Pontes, cuyos efectos han sido objeto de diversas investigaciones. En este trabajo se aborda el estudio del contenido en metales de los suelos de su entorno . Para ello se llevó a cabo una toma de muestras en dos transectos con origen en la central, basándonos en estudios previos llevados a cabo en el nuestro Dpto. de la USC: uno en una zona de alta deposición (T-NE, hacia el NE) y otro en una de baja deposición atmosférica (T-S, hacia el S). Se tomaron diez perfiles de suelo en cada transecto, a intervalos de 2 km hasta una distancia máxima de 20 km.

Los suelos se muestrearon en zonas elevadas, sobre superficies llanas o en laderas de escasa pendiente, y en áreas que mostrasen un menor grado de influencia humana, siempre que fue posible. Las muestras se secaron al aire y se tamizaron para separar la tierra fina. En ellas se deteminó el contenido de C, N, S mediante un autoanalizador Carlo Erba y el contenido de metales y otros elementos (Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Cu, Ni. Cr, Zn, Ga, As, Pb, Th, Rb, Sr, Y, Zr, Nb) por fluorescencia de rayos X.

El análisis de componentes principales reveló que los factores subyacentes a las variaciones de la composición elemental de ambos transectos es distinta. En el transecto T-NE cuatro factores explican el 78% de la varianza, mientras que en el T-S cinco son necesarios para una explicación similar. En ambos transectos el primer factor parece reflejar el efecto de la mineralogía sobre la composición elemental. En T-NE F1 (49% de varianza) parece estar controlado por la proporción de cuarzo, ya que el Si tiene una elevada puntuación negativa y casi todos los demás elementos la tienen positiva. En T-S, sin embargo, F1 (31% de varianza) Si, Rb, K, Y, Zr y Ga tienen puntuaciones positivas, mientras que Ca, Mn, Ni, Mg, Sr y Zn las tienen negativas, lo que podría deberse a un mayor peso de la proporción de feldespatos y micas sobre la composición elemental.

En T-NE el segundo factor (F2, 14% de varianza) agrupa a elementos que se han relacionado con las emisiones de la central térmica: Zn, Pb, Mn y Ca. Las puntuaciones de este factor para los suelos del transecto varían con la distancia, disminuyendo hasta los 8-10 km y luego se mantienen prácticamente constantes. En el T-S las puntuaciones de F2 (20%) también parecen variar con la distancia en los primeros 4 km, pero las asociaciones de elementos implicados (puntuaciones positivas de Sr, Al, Ga, Th, Ti y negativas de As) no han podido relacionarse con las emisiones de la central térmica.

Este estudio ha sido parcialmente financiado por el proyecto REN2003-09228-C02-01.

Evolución de la contaminación con elementos traza en los suelos afectados por el vertido de Aznalcollar

F. Cabrera, I. F. Girón & F. Moreno

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. CSIC. Apartado 1052. 41080 Sevilla.
fcabrera@irnase.csic.es

El accidente de Aznalcóllar (1998) afectó a más de cuatro mil ha de suelos que quedaron cubiertos por una capa de lodo pirítico y contaminados por elementos traza. La capa de lodo se retiró mecánicamente y los suelos se sometieron a labores de recuperación mediante la aplicación de enmiendas (espuma de azucarera, materiales ricos en óxidos de Fe, compost y estiércol) y gradeo, y fueron reforestados con especies autóctonas. La recuperación tiene como objetivo la reducción de la movilidad (disponibilidad) de los elementos traza, que depende de las características de los suelos, de las condiciones climáticas y del contenido en lodo pirítico, ya que durante las labores de limpieza quedaron restos que fueron enterrados en las posteriores labores de recuperación. Los restos de sulfuros pueden oxidarse e hidrolizarse, disminuyendo el pH del suelo y aumentando la concentración de elementos traza solubles en el mismo.

En el presente trabajo se estudia la evolución de la movilidad (disponibilidad) de As, Cd, Cu, Pb y Zn en dos parcelas de 10 ha de suelos afectados por el vertido (Lagares y Quema). Entre junio de 1999 y marzo de 2003, se hicieron cinco muestreos en 10 puntos (0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm) de cada parcela, que se sometieron a extracción con AEDT 0,05 M.

En la capa de 0-10 cm, los valores medios de las concentraciones en los extractos fueron siempre superiores a la de los suelos de la zona no afectados por el vertido. Entre 1999 y 2001 las concentraciones medias de Cd, Cu, Pb y Zn "disponibles" decrecieron en Lagares y aumentaron en Quema, mientras que las de As decrecieron en ambas parcelas. A partir de 2001, cuando habían cesado las labores de restauración (enmiendas, gradeo y resforestación), la "disponibilidad" de todos los elementos en Lagares aumentó, aunque no llegó a alcanzar los valores iniciales salvo en el caso del As que lo rebasó ampliamente. En Quema la "disponibilidad" de Cd, Pb y Zn decreció en ese período, llegando a valores medios similares a los iniciales, mientras que la disponibilidad de As aumentó fuertemente, rebasando el valor inicial, y la de Cu aumentó ligeramente, alcanzando un valor medio no significativamente distinto del inicial. Por consiguiente, al final del experimento la disponibilidad de los elementos traza estudiados se mantuvo en niveles similares a los valores medios iniciales o decreció respecto a estos niveles, con excepción del As que aumentó significativamente. No obstante, a pesar de las labores de recuperación, los valores medios de "disponibilidad" fueron más altos que los de los suelos no afectados: aproximadamente 4 veces mayores en el caso del As, 20 en el del Cd, 9 en el del Cu, 6 en el del Pb y 30 en el del Zn.

La concentración elementos traza extraídos con AEDT decreció con la profundidad en ambas parcelas y en todas la fechas estudiadas.

Aplicación de enmiendas para la recuperación de la vegetación espontánea de un suelo contaminado con elementos traza

P. Burgos, A. Pérez-de-Mora, E. Madejón & F. Cabrera

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. CSIC. Avda. Reina Mercedes, 10. 41012 Sevilla.
pburgos@irnase.csic.es

Una de las tendencias actuales más empleadas para recuperar suelos moderadamente contaminados con elementos traza es la de aprovechar los procesos naturales que tienden a inmovilizar y disminuir la toxicidad de dichos elementos. La aplicación de enmiendas puede ayudar a acelerar estos procesos naturales. Las enmiendas empleadas cumplen, además de un importante papel en la reducción de la toxicidad de los elementos traza, una función de mejora de la fertilidad físico-química y biológica del mismo, vital para el desarrollo de la vegetación. Generalmente, la colonización con especies vegetales de los suelos contaminados con elementos traza está limitada, en numerosas ocasiones, por las características físico-químicas, como baja estructura y estabilidad, escasez de nutrientes y valores extremos de pH.

En este estudio se evaluaron los efectos de tres enmiendas (compost de biosolido, CB, espuma de azucarera, EA y una combinación de leonardita y espuma de azucarera LEO+EA) en la estabilización de elementos traza y en la recuperación de la vegetación de un suelo contaminado con elementos traza. Se dispuso además de un tratamiento control (C) sin adición de enmienda. El experimento se desarrolló en una parcela de 1000 m^2 afectada por el vertido tóxico de Aznalcóllar subdividida en 12 subparcelas, siguiendo un diseño al azar con tres replicados por tratamiento. Las enmiendas se aplicaron durante dos campañas consecutivas (octubre 2002 y octubre 2003) en las dosis siguientes: 30 Mg ha^{-1} de CB, 25 Mg ha^{-1} de LEO mezclado con 10 Mg ha^{-1} de EA y 30 Mg ha^{-1} de EA. En el tercer año (2004) no se realizó ninguna adición. Las propiedades del suelo (pH, contenido en carbono orgánico total (COT) y contenido en elementos traza (totales y disponibles) se analizaron después de 12, 24 y 36 meses desde la primera aplicación de enmiendas. La evolución de la vegetación espontánea se determinó en varios muestreos a lo largo del estudio en términos de número de especies, porcentaje de cobertura vegetal y biomasa seca.

Los resultados obtenidos mostraron un efecto positivo de las enmiendas, tanto en la mejora de las propiedades químicas del suelo, como en la vegetación. Las enmiendas aumentaron significativamente el pH del suelo y el contenido en COT, y redujeron la concentración de elementos traza extraíbles con $CaCl_2$. A lo largo de todo el estudio, la colonización de plantas en las parcelas tratadas con las enmiendas fue mayor que la observada en las parcelas control. El número de especies identificadas, la cobertura vegetal y el peso de biomasa seca fue significativamente superior en las parcelas tratadas con las distintas enmiendas, especialmente en aquellas en las que se aplicó CB y EA. Así mismo, el análisis del material vegetal de las especies más frecuentes mostró un descenso de la concentración de elementos traza en la parte aérea de las plantas de las parcelas tratadas con las enmiendas.

La aplicación de estas enmiendas ha resultado ser una técnica eficaz y viable a corto-medio plazo para recuperar un suelo ácido y moderadamente contaminado con elementos traza, afectado por el vertido minero de Aznalcóllar. Las enmiendas permitieron un mejor desarrollo de la vegetación y un descenso de la biodisponibilidad de elementos contaminantes. En cualquier caso es necesario realizar un seguimiento a largo plazo, ya que este tipo de técnicas no disminuye las concentraciones totales de elementos traza en el suelo, por lo que si las condiciones de éste último cambiaran, p.ej. a causa de una reacidificación del pH o de la mineralización de la materia orgánica, podría ocurrir una reversión de la recuperación.

Niveles de radionucleidos en los suelos del norte de la provincia de Huelva e implicaciones dosimétricas.

I. López Coto[1], J. P. Bolívar Raya[1] & J. C. Fernández Caliani[2]

[1] *Dpto. de Física Aplicada. Facultad de CC. Experimentales. Universidad de Huelva*
[2] *Dpto. de Geología. Facultad de CC. Experimentales. Universidad de Huelva*

El conocimiento de los niveles de radiactividad en los suelos posee un interés doble; por una parte, permite establecer los valores de referencia (base line) de una región o área geográfica, y por otra, permite evaluar las dosis por radiación externa recibida por la población y la biota, mediante un modelo dosimétrico adecuado. Además, los fraccionamientos isotópicos pueden utilizarse como marcadores de los procesos edafogenéticos, y para determinar el destino de algunos contaminantes metálicos asociados a los radionucleidos trazadores.

Este estudio tiene como objetivo determinar las concentraciones totales de radionucleidos en los suelos de la Sierra de Huelva, y su relación con algunos factores formadores, propiedades y usos del suelo, y estimar la exposición por radiación ionizante externa a la que está sometida la población de la zona. Se seleccionaron 8 puntos de muestreo en suelos desarrollados sobre rocas paleozoicas de diferente litología: dioritas, granodioritas, tonalitas, riolitas, tobas ácidas, calizas marmóreas y pizarras. En cada punto se recogió una muestra de la capa arable (0-20 cm), excepto en un caso, en que se tomaron 4 muestras a diferentes profundidades del perfil edáfico. La mayor parte de los suelos muestreados son cambisoles ligeramente ácidos (pH variable entre 5,8 y 6,6) y el tipo de uso dominante es la dehesa de encinas y alcornoques, salvo los suelos desarrollados sobre pizarras y riolitas, que corresponden a leptosoles ácidos (pH= 4,8-6,0) con formaciones de matorral y aprovechamiento forestal de eucalipto.

Se analizaron las concentraciones totales de algunos elementos traza seleccionados (U, Th, Zr, Hf, Rb, Cs y Ba) sobre la fracción <2 mm, mediante espectroscopía óptica de emisión con fuente de plasma acoplado por inducción (ICP-OES). Los radionucleidos se determinaron por espectrometría gamma con detector de Ge hiperpuro. La calibración en eficiencia se realizó en geometría cilíndrica, utilizándose para ello una muestra sólida patrón con elevados contenidos en descendientes de las series del ^{232}U y del ^{238}U. Los radionucleidos determinados fueron: ^{210}Pb, ^{228}Ra (^{232}Th), ^{228}Th, ^{226}Ra, ^{137}Cs y ^{40}K. Las dosis radiológicas por exposición externa a 1 m de altura del suelo se calcularon a partir de las concentraciones de actividad, mediante un modelo dosimétrico desarrollado y validado por nuestro grupo de investigación.

Las concentraciones de ^{137}Cs en las muestras superficiales están en el rango 2-30 Bq/kg, con un valor medio de 13 Bq/kg, típico de esta latitud, y no son detectables en niveles profundos del perfil muestreado. Esto demuestra que los suelos no están alterados por actividades humanas localizadas, ya que la vía de acceso al suelo de este radionucleido es la deposición atmosférica. Los valores medios de ^{40}K (431 Bq/kg, correspondiente a 1,4 % de K natural) y de los radionucleidos de las series radiactivas naturales del ^{238}U y ^{232}Th (31 y 42 Bq/kg, respectivamente) son típicos de suelos naturales, como refleja el aceptable equilibrio secular encontrado entre los descendientes de ambas series radiactivas. Excepcionalmente, en el entorno de Santa Olalla del Cala, el nivel de radiactividad natural del suelo es apreciablemente más elevado (45 ppm de Th, equivalente a 190 Bq/kg de ^{228}Ra). El Th probablemente está alojado en la estructura de ciertos minerales resistatos de la roca madre (tonalita biotítica), principalmente zircón, lo que explica un enriquecimiento preferencial de este radioelemento en el suelo, y de otros elementos traza asociados como el Zr y el Hf.

Las tasas de dosis externas recibidas a 1 m de altura por la población residente en estos suelos, supuesto factor de ocupación la unidad, oscilan entre 0,2 y 1 mGy/año, con un valor promedio de 0,37 mGy/año. El valor máximo calculado corresponde a los suelos del entorno de Santa Olalla, donde se registró el mayor contenido de Th y descendientes, y supera el valor estimado por el Consejo de Seguridad Nuclear para el norte de la provincia de Huelva (0,6 mGy/año).

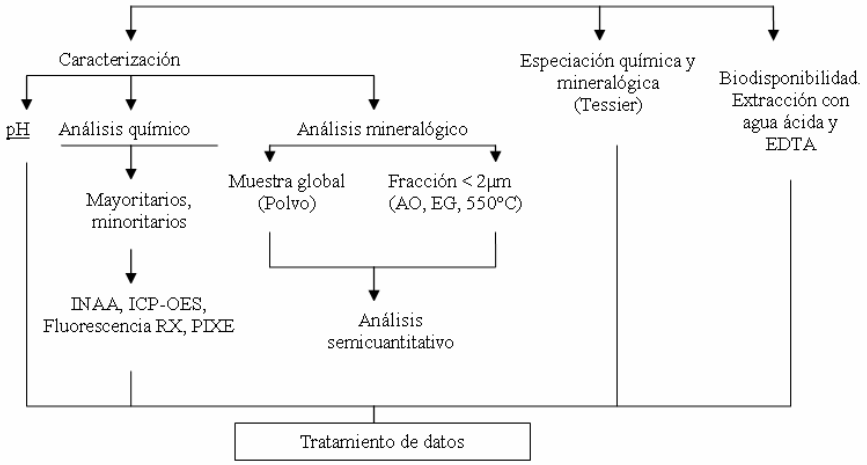
Geoquímica y especiación química y mineralógica de suelos agrícolas afectados por escombreras de minas (Faja Pirítica Ibérica)

I. González[1], M. López Pérez [1,2] & J. García López[2]

[1]Dpto. de Cristalografía. Universidad de Sevilla, [2]Centro Nacional de Aceleradores de Sevilla.

La explotación de recursos minerales es una de las actividades más contaminantes para el medio ambiente. De especial importancia son los problemas derivados del abandono incontrolado de escombreras, a partir de las cuales se puede generar drenaje ácido de minas y liberación de metales, produciéndose contaminación de suelos, sedimentos y aguas superficiales y subterráneas. En este trabajo se ha determinado el contenido de elementos traza y su biodisponibilidad, en suelos agrícolas afectados directamente por las escombreras u otros focos contaminantes derivados de la explotación de sulfuros en la Faja Pirítica Ibérica.

Para ello, se han tomado 15 muestras de suelos agrícolas en zonas cercanas a las minas o que pudieran estar afectadas por las mismas. El esquema metodológico seguido ha sido:



Los resultados obtenidos indican que las muestras tienen altos contenidos en As (hasta 1000 ppm), Co (hasta 70 ppm), Ni (hasta 75 ppm), Cu (hasta 1160 ppm), Pb (hasta 4890 ppm) y Zn (hasta 900 ppm). Se ha observado que existen altas correlaciones Cu-Pb-Zn-As (>0.80), existen discretas correlaciones entre Cd-Filosilicatos (0.68), un poco más elevada para el Co (0.80) y Ni-Cd-Co-Fe_20_3, mientras que el Cr no está relacionado con ninguna de las variables analizadas.

En general, en las muestras con altos valores de estos elementos, se encuentran asociados a la fracción de óxidos de Fe-Mn y/o a la fracción residual y son muy discretas las cantidades unidas a las fracciones de mayor movilidad. El Pb es el único elemento que está biodisponible (hasta un 40% en algunas muestras) debido a que está ligado a la fracción carbonatada. Los datos obtenidos en la especiación mineralógica están de acuerdo con estos resultados; As, Cr se encuentran en la fracción residual y en la de óxidos de Fe-Mn y Cd en la intercambiable (filosilicatos).

Área 3: Fertilidad del suelo y nutrición de las plantas

Abandono dos campos de cultivo no Interior centro de Portugal: evolução do coberto vegetal e sintomas de recuperação da fertilidade edáfica

A. Nunes

Instituto de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras, Largo da Porta Férrea, Universidade de Coimbra, 3004-530 Coimbra, Tel. 239859900 - Fax. 23983673, adelia.nunes@portugalmail.pt

---

Introdução

O interior de Portugal sofreu após os anos 60 um acentuado processo despovoamento, com o consequente abandono de vastas áreas de cultivo. Após o abandono dos campos de cultivo inicia-se um processo de colonização vegetal, que converge para uma reflorestação espontânea, num espaço de tempo que pode ser extraordinariamente variável, em função de diversos factores como as características edáficas, o clima, a topografia ou acções humanas posteriores. Além de desencadearem fortes impactes na composição e estrutura da vegetação, o abandono dos campos ocasiona importantes alterações na física e química dos solos e nos processos de intercâmbio com a atmosfera e ciclos biogeoquímicos. O principal objectivo do presente trabalho centra-se na avaliação das consequências do abandono dos campos de cultivo nas características físicas e químicas dos solos, numa área interior do Centro de Portugal.

Materiais e métodos

Essas alterações foram avaliadas através da comparação de atributos entre as diferentes áreas-amostra e a vegetação climácica de referência, que na área se enquadra na associação *Genisto falcatae-Quercetum pyrenaica.* A metodologia assentou na selecção de áreas-amostra representativas de diferentes etapas de abandono: parcelas em cultivo; parcelas com 3-4 anos de abandono; parcelas com 15-20 anos de abandono; parcelas com 30-40 de abandono; parcelas com vegetação natural potencial. Recolha de amostras de solo a diferentes profundidades (0-10 e 10-20cm) e determinação laboratorial de diferentes variáveis físicas e químicas.

Resultados e conclusões

Os dados analíticos mostram que, em simultâneo à acção colonizadora da vegetação, está patente um certo incremento na fertilidade dos solos, sobretudo na etapa mais madura de evolução vegetal, quando o carvalhal domina. Com efeito, é sob a vegetação arbórea potencial que surgem os solos de maior qualidade devido aos maiores teores de matéria orgânica e outros macronutrientes. Em contrapartida, é nas parcelas em utilização e nas que foram recentemente abandonadas que se encontraram os níveis mais baixos de fertilidade, coincidindo com solos bastante degradados sobretudo do ponto de vista químico. As formações arbustivas, do género *Cytisus,* podem ser consideradas como "estádios intermédios" pois apresentam valores da matéria orgânica, densidade e porosidade intermédios; superiores às parcelas em pousio mas inferiores às povoadas por carvalhal adulto.

Deposición de hojarasca y reciclamiento de nutrientes en un ecosistema mediterráneo

C. Robles [1] & J. M. Barea[2]

[1] *Lab. de Suelos. Dpto. de Recursos Naturales. CIIDIR-IPN-Oaxaca. c / Hornos 1003. Sta. Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. 71230 México. tel./fax: (+52 951) 517 0610, 517 1199. e-mail: crobles@ole.com*
[2] *Dpto.de Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos. Estación Experimental del Zaidín – CSIC. Granada, España.*

Introducción

Los efectos positivos de la materia orgánica sobre las propiedades del suelo que influyen sobre el desarrollo vegetal o sobre su propia conservación son ampliamente reconocidos (Ortega, 1982; Weaver et al., 1987; Bauer & Black, 1994; Gallardo et al., 1995: Gressel et al., 1995). La evolución de la deposición de hojarasca por plantas de albaida (*Anthyllis citisoides)* en Almería (España) y su tasa de reciclamiento de nutrientes fue útil para corroborar la afirmación anterior.

Materiales y métodos

ENSAYO1. Se colocaron aleatoriamente cajas de 0.1 m2 de superficie para la recolección, bajo el dosel, de 12 plantas de albaida de 1.2 m de altura en promedio, con 3 cajas en cada una de las orientaciones cardinales. La recogida de las muestras se realizó mensualmente a partir de noviembre de 1996 hasta febrero de 1998. El material recogido se separó en dos partes: hojas y resto de material. Ambas partes se secaron en estufa a 65 ºC por 24 hs, se pesaron, molieron y analizaron por duplicado para determinar su contenido en nutrientes. ENSAYO 2. Se determinó la tasa de mineralización del material depositado por el método de la "bolsa de hojarasca" (Bocock & Gilbert, 1957). 48 bolsas de malla plástica de 1 mm de abertura de tamaño 10x10 cm con un gramo de hojas de albaida secas se distribuyeron bajo el dosel de 12 plantas de albaida de 1.2 m de altura, distribuidas regularmente en las 4 orientaciones cardinales, cubriendo con la hojarasca existente en cada sitio. Se recogieron 16 bolsas a los 4, 8 y 12 meses después de su colocación. Se limpiaron perfectamente, se secaron y se determinó el peso residual. El material seco y pesado se molió y analizó para determinar su contenido de nutrientes.

Resultados

A lo largo de un año se registraron 387 g m-2 de material depositado bajo el dosel de plantas de albaida. Del total, 41% fue de hojas y el 59% restante otros tejidos. La deposición de hojas se concentró al final de la primavera e inicio del verano, con el 88% de este material. El 67% de los otros tejidos fue depositado durante los meses del verano. La descomposición de la hojarasca *in situ* siguió una dinámica lineal, el modelo que representó este comportamiento fue: $Y = 1.007 – 0.018 X$ ($r = - 0.997$). Para todos los nutrientes se observó una disminución neta en su concentración en los tejidos residuales, lo que significa que ocurrió una mineralización efectiva y que los nutrientes que se perdieron de la hojarasca fueron reciclados al suelo por alguna vía, incrementando paulatinamente su fertilidad. Para el periodo analizado, la proporción en que fueron mineralizados desde los tejidos fluctuó del 57.3% del Fe al 14.3% del Mg.

Conclusión

En las condiciones naturales del albaidal estudiado, el análisis de la deposición de hojarasca y su mineralización mostró claramente un incremento en la concentración de los nutrientes en el suelo, cuyo origen mayoritario es la hojarasca depositada.

Produção de azoto mineral durante a compostagem de resíduos sólidos de chorume da pecuária leiteira intensiva

L. M. Brito[1], I. Mourão[1], H. Trindade[2] & J. Coutinho[2]

[1] Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima – Tel: (+351) 258 909 740 – Fax: (+351) 258 909 779 – E-mail: miguelbrito@esa.ipvc.pt
[2] CECEA, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real

---

A fracção sólida do chorume (FSC) de duas explorações de pecuária leiteira intensiva foi compostada: (i) sobre o solo, incluindo, ou não, palha, e com diferentes níveis de volteio, em 2004; e (ii) sobre uma tela de cobertura do solo, com e sem volteio, com diferentes coberturas (filme de polietileno, tecido de polipropileno e sem cobertura) e diferentes volumes (5 m3 e 15 m3), em 2005, para estudar a evolução da concentração do azoto (N) orgânico e do N mineral (NO3- e NH4+) durante o processo de compostagem. O teor de matéria seca da FSC da primeira exploração (30%) apresentou um valor superior, embora o rendimento da máquina separadora da FSC tenha sido inferior (1 m3 hora-1) relativamente ao observado na segunda exploração (4 e 3 m3 hora-1 e 22% e 24% de MS, respectivamente, em 2004 e 2005). A concentração de N total da FSC no início da compostagem variou entre 1,1% e 1,4% e aumentou até 3,5% de N com volteio e 3,2% de N sem volteio, em 2005. No entanto, em 2004, a concentração de N total da FSC não aumentou durante a compostagem, possivelmente devido ao efeito decorrente da introdução de solo nas pilhas durante o volteio com a pá frontal do tractor.

A concentração de NH4+ foi muito elevada durante a fase termófila da compostagem, após a qual diminuiu acentuadamente, enquanto que a concentração de NO3- foi mínima naquela fase e aumentou significativamente após três meses de compostagem. O maior teor de MS da FSC inicial, a mistura com palha e a ausência de cobertura ou a cobertura de polipropileno (que permite a evaporação de água das pilhas) conduziram a concentrações mais baixas de azoto amoniacal (NH_4^+). Estas observações e, ainda, considerando que as elevadas temperaturas durante a compostagem e o pH alcalino da FSC potenciam a volatilização de amoníaco, sugerem que a redução deste tipo de perdas de N pode ser conseguido: (i) diminuindo o rendimento da máquina separadora da FSC; (ii) misturando a FSC com um material com elevada razão C/N; (iii) diminuindo o número de volteios; e (iv) mantendo as pilhas cobertas com tecido de polipropileno ou destapadas sob coberto.

Produção e composição química e florística de diferentes misturas de pastagens, num solo franco-arenoso, na região do queijo do Rabaçal

M.A. Castelo Branco [1], J. Santos [2], O. Moreira [3], A.S. Araújo [1], M.R. Menino [1], F.P. Pires [1], A. Guerreiro [1], M.L. Fernandes [1], O.R. Monteiro [1] & A. Varela [1]

[1]Estação Agronómica Nacional, Quinta do Marquês, Av. da República, 2784-505 Oeiras, Tel. 214403500, Fax. 214416011. Email: melita@mail.telepac.pt
[2]Direcção Regional da Beira Litoral - Av. Fernando de Magalhães 465, 3000 Coimbra
[3]Estação Zootécnica Nacional, Fonte Boa, Vale de Santarém 2005-048, Vale de Santarém, Tel. 243767320, Fax 243767307. Email: nutrição.ezn@mail.telepac.pt

---

Na região do queijo do Rabaçal, a pastorícia de pequenos ruminantes, com o aproveitamento extensivo da flora espontânea herbácea e arbustiva em regime de sequeiro, é um tipo prevalecente de aproveitamento tradicional desta região. No entanto tem-se verificado, que estes pastos apresentam, além de um baixo valor nutritivo, uma baixa produção unitária. A adopção de técnicas tendentes a contrariar esta situação, como, por exemplo, a introdução de pastagens semeadas, adaptadas ao regime de sequeiro, parecem ser de grande interesse, na medida em que contribuem para o incremento qualitativo destes prados e melhoria do encabeçamento nestes terrenos de pastoreio. Assim, no âmbito do projecto Agro 185 e numa parceria entre Estação Agronómica Nacional, Direcção Regional da Beira Litoral, Estação Zootécnica Nacional e COPRORABAÇAL, realizaram-se diversos ensaios, um dos quais objecto do presente trabalho, na Quinta da Várzea, com a finalidade de avaliar a produção e a composição química e florística de três misturas de pastagens semeadas num solo franco-arenoso, pastoreadas por ovelhas de leite. As misturas utilizadas foram as seguintes: mistura A – Azevém perene, Panasco, Luzernas anuais (3 cv.s), Trevos subterrâneos (2 cv.s), Trevo resupinato, Trevo balansa, Trevo morango; mistura B- Azevém perene (2 cv.s), Panasco, Luzernas anuais (3 cv.s), Trevos subterrâneos (3 cv.s), Trevo resupinato (2cv.s), Trevo balansa, Trevo vesiculoso, Trevo morango; mistura C (Mix–Al 650 da Fertiprado) - Azevém perene, Azevém, Panasco, Falaris, Luzernas anuais, Trevos subterrâneos, Bisserula, Serradela vulgar, Trevo encarnado, Trevo balansa, Trevo vesiculoso. Para testar o efeito do tratamento sobre a composição florística das pastagens, agruparam-se as espécies existentes em quatro grupos: luzerna, trevos, gramíneas e infestantes; nos três primeiros grupos incluíram-se as espécies botânicas semeadas. No grupo de infestantes inseriram-se todas as espécies não semeadas. Para o conjunto dos três anos, a produção de matéria seca da mistura B foi significativamente a mais baixa (7730 kg/ha) apresentando a mistura C o valor mais elevado (8478 kg/ha), a mistura A com uma produção de 8063 kg/ha, não diferiu significativamente das outras. Para qualquer das misturas foi para as gramíneas que se obtiveram valores mais elevados de produção de MS, em especial na mistura A. Na mistura B destaca-se a produção de trevos e na mistura C a de luzernas. A concentração de Ca, na média dos três anos, foi significativamente superior na forragem da mistura C. A concentração de P é nas três misturas baixo, sendo o valor da relação Ca/P muito superior aos recomendados para este tipo de gado apresentando-se contudo a mistura A como a mais equilibrada. Os teores de Mg também não diferem entre as misturas sendo ligeiramente inferiores ao valor mínimo aconselhável para este gado. Em relação ao K a mistura A apresenta valores significativamente inferiores do que as outras embora os valores obtidos sejam muito superiores aos níveis mínimos recomendados para este gado. O Na surge em concentrações semelhantes nas três misturas, e com valores próximos dos necessários para os ovinos. O teor de Fe também não é significativamente diferente entre as três misturas, sendo muito superior ao nível tido por adequado para os ovinos, não ultrapassando o máximo tolerável. Os teores de Mn da mistura C são significativamente superiores aos da A e da B, não ultrapassando qualquer deles o máximo permissível. O Cu nas três misturas difere significativamente, apresentando valores mais elevados, por ordem decrescente, na mistura B seguindo-se na C e por último na A. Os teores de Zn, também são significativamente diferentes nas misturas e, apesar de bastante elevados, são inferiores aos considerados tóxicos para os ovinos. Tendo-se constatado, em trabalho já publicado, que o valor nutritivo das misturas não diferiu e não havendo diferenças relevantes quanto à sua composição mineral, a opção da melhor mistura deverá ser feita com base da produção pelo que a mistura seleccionada será a C.

Efeito da aplicação de chorumes de suinos no teor de nitratos nas águas lixiviadas e na produção de sorgo forrageiro

M.R. Menino [1], A.S. Araújo [1], M.A. Castelo Branco [1], F.P. Pires [1], A. Guerreiro [1], O.R. Monteiro [1], A. Varela [1], H. Domingues [1], O. Moreira [2], S.A. Sousa [3] & F. Calouro [4]

[1]*Estação Agronómica Nacional, Quinta do Marquês, Av. da República, 2784-505 Oeiras, Tel. 214403500, Fax. 214416011. Email: reginamenino@hotmail.com*

[2]*Estação Zootécnica Nacional, Fonte Boa, Vale de Santarém, 2005-048 Vale de Santarém, Tel. 243767320, Fax 243767307. Email: nutrição.ezn@mail.telepac.pt*

[3]*Environmental Technologies Centre – ISQ, TagusPark, Apartado 012, CTT Porto Salvo, 2780-994 Porto Salvo. Email: sasousa@isq.pt*

[4]*Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Tapada da Ajuda, Apartado 3228, 1301-903 Lisboa, Tel. 213617740, Fax. 213636460. Email: lqars@mail.telepac.pt*

A produção intensiva de suínos tem originado grandes quantidades de resíduos, sendo a eliminação dos mesmos um problema a solucionar. A utilização deste tipo de resíduos na agricultura pode, efectivamente, ser um processo de reciclagem, constituindo uma solução ambientalmente aceitável, desde que não se ultrapassem os limites impostos pela legislação portuguesa, de 170 kg N total por hectare. Desta forma, para além de se eliminarem os resíduos gerados, também se estão a incorporar no solo nutrientes, especialmente azoto, fósforo e potássio. Uma vez que as perdas destes nutrientes através dos excretos dos animais é bastante elevada, rondando os 80 a 90%, têm-se vindo a desenvolver estudos no sentido de fornecer aos animais dietas que conduzam a maiores eficiências de utilização dos referidos elementos. Neste âmbito, está-se a efectuar uma experiência com porcos, alimentados com três tipos de dieta: a T (dieta *standard*) com 18% de proteína bruta e fosfato bicálcico; a N com 15% de proteína bruta, aminoácidos essenciais e fosfato bicálcico; e a P com 18% de proteína bruta e fosfato monocálcico. Os chorumes produzidos, referenciados com as mesmas letras das dietas, foram aplicados a um solo de textura franca. O delineamento do ensaio foi em blocos completos casualizados com três repetições. Os sete tratamentos ensaiados foram os seguintes: controle, em que apenas se aplicou adubo mineral; chorume T, doseando 85 e 170 kg/ha de azoto total, respectivamente, T1/2 e T1; chorume N, doseando 85 e 170 kg/ha de azoto total, respectivamente, N1/2 e N1; e chorume P, doseando 85 e 170 kg/ha de azoto total, respectivamente, P1/2 e P1. Dois dias após a aplicação do chorume efectuou-se a sementeira do *Sorgum Bicolor* x *Sudanense* cv. Rocket. No primeiro ano de ensaio foram aplicadas 100 unidades de azoto mineral por hectare, metade em fundo e metade em cobertura; no 2º ano realizaram-se duas adubações de cobertura, a primeira de 50 unidades de azoto mineral e a segunda de 25 unidades de azoto mineral. O presente trabalho teve como objectivo a avaliação do efeito da aplicação de chorumes, resultantes das diferentes dietas, no teor de nitratos nas águas de lixiviação, num campo cultivado com sorgo forrageiro. Dos resultados obtidos, verificou-se que, para o conjunto dos tratamentos, foi no 2º ano que a produção foi significativamente mais elevada, facto que poderá estar associado a uma maior disponibilização de nutrientes do chorume neste ano a par de uma perda do $N\text{-}NO_3^-$ por lixiviação no 1º ano. Para o conjunto dos anos e no que se refere ao efeito do tratamento, foi no controle que se registou a menor produção, tendo sido com o tratamento P1 que se obteve a maior produção, não havendo diferenças significativas para os restantes tratamentos, provavelmente devido à riqueza destes resíduos, não só em nutrientes minerais, como por serem uma fonte de matéria orgânica, promovendo uma melhoria no teor de húmus e na estrutura do solo. Analisando os resultados obtidos para cada ano, no 1º ano não se registaram diferenças significativas de produção para os diversos tratamentos; no entanto, no 2º ano já se registaram diferenças entre os tratamentos, tendo-se obtido as maiores produções nos tratamentos P1 e T1 e as menores no controle e no T1/2. Desta forma, poderá concluir-se que a utilização de chorumes na agricultura constitui, efectivamente, uma prática vantajosa de reciclar este tipo de resíduo, já que permite fornecer à cultura nutrientes que lhe são essenciais e, tal como já se referiu anteriormente, é uma fonte de matéria orgânica para o solo, contudo, tal facto apenas será válido se a sua aplicação for integrada nas condições ecológicas presentes e cumpridas as normas das boas práticas agrícolas.

SUPERIS – Suspensão de Microorganismos Benéficos. Uma nova forma de fertilização.

J. Castro Pinto

ADP – Adubos de Portugal SA. Apartado 88. 2616-907 Alverca do Ribatejo. Portugal.
Email: castropinto@adubos-portugal.pt

O Superis é uma suspensão de microorganismos benéficos que ocorrem naturalmente no solo, e que foram isolados a partir de solos e ambientes aquáticos dos Estados Unidos da América. A sua composição inclui Azotobacter, Azospirillus, Bacillus, Pseudomonas, Rhizobium e diversos géneros de Cianobacterias, contendo nomeadamente o *Bacillus licheniformis, Basilus subtilia, Bacillus lentimorbus, Bacillus thuringiensis, Brevundimonas vesicularis, Cellulomonas flavigena* (Actynomiceta)*, Comamonas acidovorans, Corynebacterium ammoniagenes* (Actynomiceta)*, Pseudomonas aeriginosa, Pseudomonas flurescens* e *Rhodococcus chubuensis* (Actynomiceta). A população microbiana do solo é essencial à valorização da sua fertilidade físico-química mas é continuamente agredida pela utilização intensiva de numerosos factores de produção e práticas culturais, designadamente aplicações de adubos, herbicidas, desinfectantes, e mobilizações do solo. O Superis vai repovoar o solo com uma grande diversidade de microorganismos benéficos que melhoram a sua fertilidade e a produção unitária das culturas. Podem referir-se como principais benefícios do Superis, o aumento do teor de matéria orgânica e seu grau de humificação, a melhoria da estrutura do solo, nomeadamente no que respeita à estabilidade, não formação de crosta superficial e tendência para compactar, a melhoria da porosidade e arejamento, as melhores condições físicas do solo para as lavouras e outras mobilizações, o controlo da erosão, a recuperação de solos salinos e sódicos, bem como a recuperação dos chamados solos "esgotados", o estímulo à germinação de sementes, o melhor crescimento e desenvolvimento das raízes e os aumentos de produção.

Os resultados agronómicos do Superis foram estudados durante 3 anos antes do lançamento do produto no mercado, e actualmente continuam a ser comprovados em numerosas demonstrações comerciais junto a agricultores. Em todos os ensaios e demonstrações avaliou-se o efeito da aplicação ao solo de Superis em relação a uma testemunha, cultivada segundo a prática habitual do agricultor. Como principais resultados dos ensaios com delineamento estatístico, podem referir-se os seguintes aumentos de produção em relação à testemunha, depois da aplicação de 20 l/ha de Superis: milho (V. Franca de Xira) – 1,7 t/ha (+9%), milho (V. Franca de Xira) – 1,2 t/ha (+7%), beterraba sacarina (V. Franca de Xira) – 2,8 t/ha (+5%), batata (Montijo) – 1,2 t/ha (+6%), couve repolho (Póvoa do Varzim) – 12,,1 t/ha (+21%), brócolo 2,4 t/ha (26%), tomate indústria (Almeirim) – 55,5 t/ha (+61%), meloa em estufa (Montijo) – 1,8 kg/m2 (+64%), vinha (Douro) – 1,5 t/ha (+18%). Em demonstrações comerciais, onde um talhão no meio da folha de cultura foi fertilizado com 10, 15 ou 20 l/ha de Superis adicionados às práticas culturais habituais dos agricultores, podem referir-se os seguintes aumentos de produção: com 20 l/ha de Superis: milho forragem (Arraiolos) - 7,1 t matéria verde/ha (+18%), tomate para industria (Montargil) - 5.6 t/ha (+15%), tomate para indústria (Vila Viçosa) - 3,9 t/ha (+4%), nabo (Montijo) - 2,6 t/ha (+22%), vinha (Reguengos de Monsaraz) – Periquita - 3,9 t/ha (+52%) e Alfrocheiro 2,6 t/ha (+ 50%); com 15 l/ha de Superis: tomate (Aljustrel) - 2,3 t/ha (+2%); com 10l/ha de Superis: couve coração (Lourinhã) - 8,6 t/ha (+11%), olival (Moura) - 0,5 t/ha (+13%), pêra rocha (Óbidos) - 11 t/ha (+ 72%).

Pelas suas características inovadoras e resultados comprovados em numerosos ensaios realizados nos Estados Unidos da América e Portugal, a fertilização com Superis pode ter um papel activo na estratégia de potenciar os resultados agronómicos de diversas culturas e assim aumentar a sua rendibilidade e viabilidade comercial.

Influencia del manejo de suelo en la pérdida de fertilidad en olivares ecológicos

A. Rodríguez Lizana [1], R. Ordóñez Fernández [2], P. González Fernández [2]

[1] *Asociación Española de Agricultura de Conservación/Suelos Vivos. CIFA Alameda del Obispo. IFAPA. Junta de Andalucía. Avda Menéndez Pidal s/n. 14080. Córdoba*
[2] *Dpto. de Producción Ecológica y Recursos Naturales. CIFA Alameda del Obispo. IFAPA. Junta de Andalucía. Avda Menéndez Pidal s/n. 14080. Córdoba*

Introducción

Los procesos de erosión y escorrentía dan lugar al arrastre de nutrientes disueltos y adsorbidos al sedimento, susceptibles de contaminar las aguas y reductores de la fertilidad de los suelos. Esta pérdida es importante en olivar ecológico, en el que es vital el mantenimiento de la fertilidad de los suelos. En este artículo se comparan la pérdida de P_{OLSEN} y $P_{SOLUBLE}$ en laboreo convencional y cubierta vegetal en olivar.

Materiales y métodos

Se han instalado microparcelas de sedimentos en 3 campos experimentales de la provincia de Córdoba (Nueva Carteya, Obejo y Castro del Río), con un diseño de 4 bloques completos al azar. Los datos se han obtenido con precipitación natural, y respetando las prácticas de cultivo habituales en la zona. Tras cada evento de lluvia se han recogido y cuantificado muestra de suelo y agua, posteriormente analizadas para determinar P_{OLSEN} y $P_{SOLUBLE}$.

Para evaluar la pérdida de fertilidad, se ha realizado en cada parcela una prueba T de Wilcoxon a los resultados obtenidos durante 2 años, ajustando modelos de regresión entre las pérdidas de P analizada, y su suma como indicador de la pérdida de fertilidad, y la erosión y escorrentía como variables independientes.

Resultados

Las cubiertas vegetales reducen la pérdida de fertilidad en las parcelas analizadas durante un periodo bianual. Los modelos de pérdida de $P_{SOLUBLE}$. muestran un muy buen ajuste respecto a la pérdida de suelo. Los de pérdida de $P_{SOLUBLE}$, igualmente significativos, explican un menor porcentaje de varianza (R^2 €[0’25-0’52]).

Conclusiones

La reducción de la pérdida de suelo y agua con cobertura se traduce en un decremento de la salida del elemento analizado en los procesos erosivos. La cubierta vegetal contribuye al mantenimiento de la fertilidad de los suelos por lo que, desde este punto de vista, resulta una técnica muy positiva en el olivar ecológico.

Avaliação da libertação de azoto a partir de correctivos orgânicos com membranas de troca aniónica e um medidor de clorofila SPAD.

M. A. Rodrigues, A. Pereira & M. Arrobas

CIMO – E. S. Agrária, 5301-855 Bragança, Portugal, Email: angelor@ipb.pt

Neste trabalho divulgam-se resultados de experiências em vasos em que membranas de troca aniónica (MTA) foram inseridas directamente no solo para monitorar o teor de nitratos ao longo do tempo, e em que o estado nutritivo das plantas foi avaliado através de um medidor de clorofila SPAD-502. No Verão foi cultivado milho e no período outono-inverno nabiça e centeio. As plantas foram sujeitas aos seguintes tratamentos fertilizantes: Nutrisoil; Beiraadubo; Phenix; e Vegethumus (quatro correctivos orgânicos comerciais); estrume de bovino; casca de castanha; nitrato de amónio e uma modalidade sem azoto. Os resultados das MTA e os valores SPAD foram relacionados com a matéria seca produzida e o N exportado. Em Junho, na primeira amostragem, a concentração média de nitratos nos extractos das MTA variou entre 18.3 e 239.4 mg/l, nas modalidades casca de castanha e nitrato de amónio. Na primeira semana de Agosto, foram registados valores médios de nitratos de 12.9 a 52.3 mg/l nas modalidades casca de castanha e beiradubo. Na última amostragem, em Setembro, os valores médios de nitratos variaram entre 9.7 e 67.9 mg/l nas modalidades casca de castanha e Nutrisoil. As MTA revelaram boa capacidade para discriminar a forma como os diferentes fertilizantes libertaram o azoto ao longo do tempo e como este aspecto condicionou a absorção e o desenvolvimento das plantas. Os valores SPAD revelaram-se bons indicadores do estado nutritivo azotado das plantas, em condições em que foi possível controlar a variabilidade experimentar. Os valores SPAD apresentaram-se linearmente relacionados com matéria seca e N exportado. Valores SPAD em 58 dias após sementeira e N exportado apresentaram um coeficiente de determinação de 0,78. Na ausência de pressão de lixiviação e desnitrificação (vasos protegidos da precipitação) as culturas intercalares recuperaram o N residual da cultura anterior até próximo limite de senescência das plantas por falta de azoto.

Avaliação da mobilidade do azoto em solos regáveis do Alentejo submetidos a diferentes salinidades

A. Prazeres [1], M. C. Gonçalves [1], S. Fonte [1], J. C. Martins [1], F. Pires [1], F. L. Santos [2] & N. Castanheira [2]

[1] Estação Agronómica Nacional, Av. da República, 2784-505 Oeiras - Portugal
[2] Universidade de Évora, Pólo da Mitra, Apartado 94, 7000-554 Évora-Portugal

---

No âmbito do projecto AGRO 727 "Demonstração e divulgação de técnicas de gestão integrada da salinidade e da fertilização azotada em solos regáveis do Alentejo", foram instaladas duas áreas experimentais com milho-grão, em Alvalade-Sado (AS) e Herdade da Mitra (HM). As áreas experimentais, de cerca de 200 m^2, foram regadas com um sistema de rega gota-a-gota em fonte tripla linear, com débitos de 18 l/h, de Junho a Setembro, sendo os solos nos dois locais de texturas distintas, do tipo franco-limosa (FL) em AS e do tipo franco-arenosa (FA) na HM. Em cada uma das áreas experimentais, composta por 4 grupos (I a IV), com três repetições, a injecção de água salina permitiu estabelecer um gradiente de salinidade ao longo da linha da cultura visando a obtenção de níveis diferentes de concentração de sal. O gradiente de fertilizante sobreposto aos Grupos I a IV foi decrescente, com aplicação da maior dotação de fertilizante no Grupo I e sem solução fertilizante no Grupo IV. Para monitorizar a solução do solo, instalaram-se cápsulas porosas às profundidades de 20, 40 e 60 cm nos grupos I, II, III e IV e nas modalidades A e C, correspondendo respectivamente à aplicação de água salina e não salina. Nas amostras recolhidas das cápsulas porosas, com uma frequência bimensal durante os anos de 2004 e de 2005, foram analisadas quanto ao pH, à condutividade eléctrica (C.E.), às concentrações do azoto inorgânico ($N\text{-}NO_3^-$ e $N\text{-}NH_4^+$), dos catiões solúveis (Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^+) e de cloretos (Cl^-).

A dispersão espacial destes elementos químicos químicos foi caracterizada e analisada individualmente, por grupo, modalidade e local (tipo de solo). Com o tratamento estatístico multivariado, usando a Análise de Componentes Principais (ACP), foi possível associar os diferentes elementos químicos, e assim observar similitudes e diferenças entre os grupos e tipos de solos. Com tal procedimento obteve-se, para todos os grupos e modalidades, a projecção das variáveis em estudo (pH, C.E., $N\text{-}NO_3^-$, $N\text{-}NH_4^+$, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ e Cl^-) no plano formado pela 1ª e 2ª componentes principais.

De uma forma geral, verifica-se uma forte correlação entre as variáveis $N\text{-}NH_4^+$ e $N\text{-}NO_3^-$ e simultaneamente uma fraca correlação destas relativamente às outras variáveis em análise. Os resultados obtidos até a data, parecem indicar um comportamento independente dos iões $N\text{-}NH_4^+$ e $N\text{-}NO_3^-$ relativamente aos catiões solúveis.

Interacção salinidade/adubação azotada na produção de milho grão

M.C. Gonçalves[1], M. L. Fernandes[1], T. Ramos[1], N. Castanheira[2], A. Prazeres[1], F. L. Santos[2], J. C. Martins[1], F. P. Pires[1] & J. Reis[2]

[1] Estação Agronómica Nacional, Av. República, 2784-505 Oeiras, Portugal (mc.goncalves@netc.pt)
[2] Universidade de Évora, Pólo da Mitra, Apartado 94, 7000-554 Évora, Portugal

---

Avalia-se, neste trabalho, o efeito da interacção da água da rega salina e da adubação azotada na produção de milho-grão em dois ensaios (Évora e Alvalade) instalados em solos diferentes (Antrossolo de textura ligeira e Fluvissolo de textura mediana, respectivamente), utilizando a mobilização convencional e um sistema de rega gota-a-gota, em fonte tripla linear. Este sistema inclui 3 fontes: água salina, água de rega e solução fertilizante, de modo a obter dois gradientes, um de salinidade (adição de NaCl), e outro de fertilizante (adição de solução azotada). Cada área experimental integrava 4 grupos (I a IV), com três repetições tendo-se utilizado um gradiente decrescente de fertilizante do Grupo I para o IV, sem solução azotada neste último grupo. Dentro de cada grupo estabeleceram-se 4 modalidades de salinidade em 2004 e apenas 3 em 2005, através da distribuição de diferentes quantidades de água salina ao longo das linhas de cultura. O conjunto de todos os gotejadores (das 3 fontes) debitava 18 L/h em cada ponto de rega e cada metro linear de cultura de milho. Procedeu-se à monitorização da área foliar e à avaliação da produção de milho-grão nos diferentes grupos e modalidades. Apresentam-se resultados de análise de regressão múltipla, que relaciona as produções obtidas, nos dois locais, com as quantidades totais de sais e de fertilizante azotado (N) aplicados em cada grupo e modalidade nos dois anos do ensaio (R2=0.62, n=55). As funções de produção (grão) obtidas indicam uma relação inversa entre a salinidade da água de rega e as doses de N aplicadas, atingindo-se os máximos de produção, por exemplo, de 10 t/ha com a aplicação de 7.62 g m-2 de N com 0 g m-2 de NaCl ou de 9.5 t/ha com 5.46 g m-2 de N e 2000 g m-2 de NaCl. Analisando cada local individualmente aquele efeito é mais notório em Alvalade devido ao tipo de solo.

Pode-se concluir, que nestes dois anos de ensaios, as maiores produções (10 e 9.4 t/ha) corresponderam às aplicações de N de 8 e 4 g m^{-2}, respectivamente, e que o rendimento em milho-grão decresceu para 8.7 t/ha para a dose em N de 12 g m^{-2}. Nos casos com N=0 ou N= 4 g m^{-2} as produções aumentaram de 6.1 para 7.5 t/ha e de 9.1 para 9.4 t/ha com o aumento da salinidade da água de rega, mas decresceram para aplicações de 8 e de 12 g m^{-2} de N, passando de 10 para 9.1 t/ha e de 8.7 para 6.6 t/ha, respectivamente.

Verificou-se ainda um LAI máximo de 4.5 no caso das doses de N=8 e de N=4 g m^{-2} que decresce com o aumento da salinidade.

Salinidade do solo e produtividade de espécies forrageiras vivazes regadas com águas salinas

J. C. Martins, M. M. Oliveira, M. J. Neves, M. A. Carmona, F. P. Pires, J. Bica, M. A. Bica & T. B. Ramos

Estação Agronómica Nacional, Av. República, Quinta do Marquês, 2784-505 Oeiras, Portugal
j.casimiromartins@sapo.pt

Neste estudo pretendeu-se avaliar as condições de salinidade do solo e as produtividades das espécies *Trifolium fragiferum* cv. Palestine e *Festuca arundinacea* cv. Demeter, durante 3 anos (2003, 2004 e 2005), num ensaio estabelecido em Alvalade, Alentejo, num Fluvissolo Êutrico, com aplicação de 4 modalidades ou tipos de águas de rega (A, B, C e D, respectivamente com 1, 4, 8 e 16 dS m^{-1}), em duas repetições por espécie forrageira. O ensaio foi instalado no Outono de 2002 e decorreu até Setembro de 2005. Na rega utilizou-se um sistema DIS (Drip-Injection Irrigation System), em que a água salina saturada com cloreto de sódio era injectada em volumes variáveis nas condutas de transporte da água disponível (cerca de 1 dS m^{-1}) de modo a obterem-se as 4 salinidades pretendidas. A rega foi realizada, geralmente de Abril a Setembro, nos 3 anos de ensaio, e alternadamente com as águas salinas ou apenas com a água disponível. A água de rega aplicada foi de 480, 1300 e 950 L m^{-2} respectivamente em 2003, 2004 e 2005, a que correspondeu uma aplicação de 245, 530, 830 e 1430 g m^{-2} de sal (NaCl) em 2003, de 610, 1035, 1560 e 2440 g m^{-2} em 2004 e de 540, 630, 750 e 950 g m^{-2} em 2005, nos talhões regados com as águas A, B, C e D, respectivamente. A precipitação ocorrida no Outono de 2003 até à Primavera de 2004 foi de 470 mm, mas no período chuvoso de 2004/2005 registaram-se apenas cerca de 200 mm.

Os resultados da salinidade da solução do solo, obtida através de lisímetros instalados a 15 e 30 cm de profundidade, mostraram não ter ultrapassado, em regra, os valores de condutividade eléctrica correspondentes aos das modalidades consideradas. A salinidade do solo superficial (0-10 cm) mais elevada foi atingida em Outubro de 2004, da ordem dos 6 e 8 dS m^{-1}, nos talhões regados com a água C e D, respectivamente, devido à maior quantidade de sal aplicada nesse ano. Quanto aos riscos de sodicidade do solo, verificou-se que os valores mais altos da ESP (percentagem de sódio de troca) atingiram cerca de 12%, no fim do ensaio (2005), e apenas no solo superficial dos talhões, com Festuca, regados com a água de salinidade mais elevada.

O trevo morango obteve rendimentos decrescentes de 2003 para 2005, em qualquer das modalidades. Em 2003, o rendimento em matéria seca, avaliado em 4 cortes, variou entre 12 Mg/ha na modalidade D e 14 Mg/ha na modalidade C; em 2004, com 5 cortes, o maior rendimento (cerca de 10 Mg/ha) foi registado na modalidade B, enquanto em 2005 os valores da produtividade oscilaram entre cerca de 5 e 6 Mg/ha, com 2 cortes, em todas as modalidades. Quanto à Festuca, as maiores produtividades foram obtidas em 2003 (4 cortes) e 2004 (9 cortes) com valores entre 16 e 19 Mg/ha de matéria seca, tendo sido a modalidade B a mais produtiva nos dois anos. Em 2005, a produtividade decresceu para valores de 6,3 Mg/ha na modadidade A e de 4 Mg/ha nas restantes com apenas 3 cortes. Estas espécies mostraram uma grande resistência à salinidade uma vez que o maior decréscimo na produtividade foi registado em 2005, sendo de 18% no *T. fragiferum* na modalidade C e de 34% na *F. arundinacea* na modalidade D.

Área 4: Biología y ecología del suelo

Relación entre la composición y densidad de la cubierta vegetal leñosa y las características superficiales del suelo en bosques mixtos de *Quercus* del sur de la Península Ibérica

L.V. García [1], A. Polo [2], E. Gutiérrez [1], A. Jordán [3], S. Maltez-Mouro [2] , I. M. Pérez-Ramos [1], T.Marañón[1], L. Martínez-Zavala, [3]

[1]*Dpto. de Geoecología, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (CSIC). P.O. Box 1052, E-41080 Sevilla, España.*
[2]*Faculdade de Ciências e Tecnologia (Universidade de Coimbra). 3000 Coimbra, Portugal.*
[3]*Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Facultad de Química (Universidad de Sevilla). C/Profesor García González, 1. CP:41012 – Sevilla, España.*

En el presente trabajo se ha estudiado la relación entre la composición y densidad de la cubierta vegetal leñosa, la acumulación de hojarasca y algunas propiedades del suelo relevantes para el desarrollo de las plantas, en bosques mixtos de *Quercus* (*Q. suber*, *Q. canariensis* o *Q. faginea* y *Q. coccifera*) del sur de la Península Ibérica (Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina, Portugal y P.N. de los Alcornocales, España). También se ha cuantificado la acumulación de hojarasca (espesor, recubrimiento y/o peso seco) y los cambios asociados en la composición del horizonte superficial del suelo, la intensidad de la radiación incidente (LAI) en varias decenas de micrositios distribuidos a lo largo de gradientes de densidad de la cubierta vegetal leñosa.

En todos los casos se encontró una relación muy significativa entre el peso seco de hojarasca acumulada por unidad de superficie y la densidad de la cubierta vegetal leñosa. En el estudio más detallado (P.N. de los Alcornocales) la máxima correlación (*r* próxima a 0.90) entre el peso seco de hojarasca por unidad de superficie y la densidad de la cubierta arbórea se obtuvo cuando se consideró el recubrimiento leñoso total (sumando la contribuciones del estrato arbóreo y arbustivo), con independencia de la composición de éste.

La estrecha asociación encontrada entre la densidad global de la cubierta leñosa, la intensidad de la radiación incidente en el sotobosque y los cambios en características relevantes del suelo asociados a la acumulación de hojarasca (tales como los contenidos de N y P asimilable en suelos pobres en estos nutrientes) apunta a la necesidad de separar los efectos directos (limitación de luz), más conspícuos, de los efectos indirectos (mediados por la hojarasca y el suelo) que ejerce simultáneamente la cubierta leñosa sobre la vegetación subyacente.

Cambios a largo plazo (13 años) en las condiciones del suelo y en la vegetación de un saladar costero del Mar Menor (SE España) afectado por actividades antrópicas

J. Álvarez-Rogel*, Francisco J. Jiménez-Cárceles, & M. J. Roca Hernández

*Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria. Área de Edafología y Química Agrícola. E.T.S. de Ingeniería Agronómica Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52, Cartagena, 30203 Murcia, España. * Autor para correspondencia: jose.alvarez@upct.es*

Introducción

Los humedales son ecosistemas idóneos para estudiar las relaciones entre las condiciones edáficas y los organismos. En particular, en estos ambientes la zonación de la vegetación está muy relacionada con los gradientes de salinidad y humedad del suelo, de forma que alteraciones en el régimen hídrico y/o salino se ven reflejados en notables cambios en la distribución y cobertura de muchas especies.

Materiales y Métodos

Se compararon, con 13 años de diferencia, ciertas condiciones del suelo, así como la distribución de la vegetación, en un saladar costero del SE de España (La Marina del Carmolí). Diversos estudios han demostrado que el saladar recibe regularmente elevadas cantidades de aguas eutrofizadas procedentes de efluentes agrícolas y urbanos. En 1991 se establecieron 12 parcelas de muestreo en las que se anotó la cobertura de las especies vegetales presentes. Entre 1991 y 1993 se recogieron muestras de suelo de cada parcela bimensualmente anotando la profundidad del nivel freático cada vez. En todas las muestras se determinó la conductividad eléctrica y en algunas el contenido en carbono, nitrógeno total, nitratos, amonio y fósforo. Entre 2002 y 2004 se volvió a realizar el muestreo en las mismas parcelas.

Resultados

Los resultados indicaron que la distribución de la vegetación ha cambiado a lo largo de los 13 años trascurridos desde que se realizó el primer estudio. Dichos cambios se han relacionado con variaciones de las condiciones de salinidad y humedad del suelo. La conductividad eléctrica ha disminuido en aquellas parcelas situadas en los sectores topográficamente más deprimidos, que fueron los más salinos en 1991-1993, reduciéndose también las oscilaciones estacionales de ese parámetro. Sin embargo, las parcelas menos salinas en el primer periodo, que son las topográficamente más elevadas, tuvieron en el segundo muestreo mayores valores de conductividad eléctrica. La razón de estos cambios es que ha habido una elevación del nivel freático que ha afectado de forma diferente a distintos sectores del saladar. En los sitios más deprimidos se han incrementado los periodos de inundación, con el consiguiente descenso de concentración salina. En los sitios más elevados, una capa freática más cercana a la superficie ha llevado a un mayor ascenso capilar de agua salada y, por tanto, a una mayor salinidad edáfica. En general, no se apreciaron variaciones importantes en cuanto al contenido en nutrientes de los suelos. El estudio ha permitido identificar especies vegetales indicadoras de estos cambios tales como *Phragmites australis, Sarcocornia fruticosa* y *Halimione portulacoides*.

Conclusiones

Las alteraciones producidas por las actividades antrópicas en la zona han llevado a cambios en las condiciones ambientales del saladar. Dichos cambios pueden identificarse en base a la observación de la vegetación.

Agradecimientos: Los datos incluidos en este trabajo proceden de proyectos financiados por la Fundación Séneca de Murcia (00593/PI/04) y el Plan Nacional I+D+I (REN 2001-2142/GLO). Francisco J. Jiménez Cárceles es becario de la Caja de Ahorros del Mediterráneo.

Efeito da estabilidade de um compostado na emissão de C-CO_2 e mineralização de N

J.R. Sousa [1], L. Ferreira [1], I. Mourão [2], L. M. Brito [2] & V.Peixoto [2]

[1] *Dpto. de Edafologia, CECEA, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Ap. 1013, 5001-911, Vila Real, Portugal. E-mail: jricardo@utad.pt*

[2] *Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal. E-mail: isabelmourao@esapl.pt*

A compreensão dos factores que influenciam o processo de compostagem e consequentemente a qualidade do produto final é uma preocupação crescente incentivando o desenvolvimento e utilização de métodos capazes de estimar a estabilidade/maturação dos compostados promovendo uma utilização mais segura em práticas agrícolas.

Com o objectivo de perceber qual a influencia da qualidade de um compostado, resultante de pilhas com diferente frequência de arejamento, na emissão de C-CO_2 e mineralização de N, foram montados dois ensaios de incubação independentes em condições controladas de temperatura, humidade e arejamento, durante um período de 28 dias. Foram aplicadas ao solo quantidades de compostado equivalentes a 150 kg N por hectare de duas pilhas, pilha 1 e pilha 2, cujos compostados resultaram da fracção sólida de um chorume de bovino de pecuária leiteira com diferentes graus de estabilização, proporcionada pelo diferente número de volteios, 5 e 15 volteios, para o compostado não estabilizado e estabilizado, respectivamente, durante um período de 3,5 meses de compostagem.

Os resultados observados revelaram uma influência do grau de arejamento na estabilidade dos diferentes compostados. Diferenças significativas de C mineralizado foram observadas entre os compostados da pilha A e pilha C, libertando-se cerca de 12,3% e 7,5% do C total aplicado, respectivamente. Em termos de cinética de decomposição, o compostado da pilha A revelou uma constante de decomposição superior (0,071 d-1) à do compostado da pilha C (0,048 d^{-1}), com valores respectivos de tempo de semi-vida iguais a 8,7 e 13 dias. Em termos de mineralização do N, contrariamente ao esperado, no final do ensaio ambos compostados registaram uma imobilização líquida de N, com valores de 16,30 mg N kg^{-1} e 2,12 mg N kg^{-1} para os compostados da pilha A e pilha C, respectivamente.

Podemos assim concluir que o arejamento é um factor importante no processo de estabilização da matéria orgânica, dada a sua influência na actividade microbiana. A razão C:N revelou limitações na capacidade de avaliar os processos de mineralização-imobilização de N.

Efecto de la cubierta vegetal sobre la actividad biológica del suelo

E. Farrús, M. Adrover, A. Forss & J. Vadell

Dpt. de Biologia. Universitat de les Illes Balears. 07122, Palma de Mallorca.

La cubierta vegetal desempeña un papel fundamental en la protección del suelo y en la incorporación de materia orgánica, aspectos decisivos en la fertilidad del suelo. Así, cuando la vegetación adquiere una disposición en mosaico, esta repercute en el desarrollo y evolución del suelo a pequeña escala.

En el presente trabajo se ha estudiado el efecto del pino carrasco (*Pinus halepensis*), el acebuche (*Olea europaea*), el lentisco (*Pistacea lentiscus*), una pradera de terófitos y un suelo cultivado en un entorno dominado por una maquia abierta en un ambiente mediterráneo (isla de Mallorca) sobre la actividad biológica de un leptosol. El muestreo del suelo mineral se ha realizado en el área de influencia de cada una de las especies arbóreas y arbustivas, en claros dominados por un estrato herbáceo y en los rodales cultivados. Se han analizado el contenido en materia orgánica, la biomasa microbiana y seis actividades enzimáticas (deshidrogenasa, β-glucosidasa, fosfatasa alcalina, arilsulfatasa, proteasa y ureasa).

El contenido de materia orgánica constituye el primer factor de diferenciación del suelo, con valores máximos bajo los lentiscos. De manera similar ocurre con la biomasa microbiana con los valores más altos bajo la cubierta de lentisco y los más bajos bajo la pradera y el suelo labrado (entre un 20 y 25% de los primeros, respectivamente).

Las actividades ezimáticas del suelo presentan comportamientos diferenciados en función de la vegetación: las actividades deshidrogenasa, glucosidasa, fosfatasa alcalina y arilsulfatasa son claramente más elevadas en el área de influencia de los pinos, acebuches y lentiscos. La actividad ureasa, en cambio, no presenta diferencias estadísticamente significativas entre las cinco situaciones, mientras que la proteasa presenta valores muy elevados bajo la influencia del pino en comparación con el resto de situaciones.

Efecto del riego con agua residual tratada sobre la actividad biológica de tres suelos

M. Adrover, G. Moyà & J. Vadell

Dpt. de Biologia. Universitat de les Illes Balears. 07122, Palma de Mallorca

---

Las actividades enzimáticas del suelo tienen interés como indicadores de calidad, por su relación con los procesos de transformación de la materia orgánica y los ciclos biogeoquímicos en general. El riego con aguas residuales tratadas, con aportaciones minerales y orgánicas, puede modificar los procesos biológicos del suelo.

Con el objetivo de evaluar el efecto del tipo de agua de riego y del cultivo en diferentes tipos de suelo se ha realizado un estudio en macetas comparando tres tipologías de suelo (luvisol crómico, regosol cálcico y arenosol) regadas con agua destilada, solución nutritiva y agua residual tratada, en suelo desnudo y con un cultivo de cebada. Se ha determinado la salinidad, los nitratos, el contenido en carbono orgánico soluble, la biomasa microbiana, la respiración basal y tres actividades enzimáticas (deshidrogenasa, β-glucosidasa y fosfatasa alcalina).

Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas entre los tres tipos de suelo y los tres tipos de agua de riego para todos los parámetros estudiados. La mayor actividad biológica se da en el luvisol crómico y es mucho menor en el regosol cálcico y en el suelo arenoso. El riego con agua residual tratada incrementa el contenido en carbono orgánico soluble y en nitratos, así como la salinidad y las actividades enzimáticas. La presencia de cultivo supone un incremento medio del 35% en biomasa microbiana, un 20% en fosfatasa alcalina, un 25% en β-glucosidasa y un 43% en deshidrogenasa. El efecto del riego con agua residual tratada sobre la actividad biológica es mayor en el regosol càlcico, más pobre en materia orgánica.

Efeito da temperatura na decomposição de material orgânico aplicado ao solo

J. Coutinho[1], P. Fidalgo[1], R. Lagoa[1], R. Alves[1] & F. Cabral[2]

[1]Dep Edafologia, CECEA, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ap. 1013, 5000-911 Vila Real, Portugal; j_coutin@utad.pt; tel + 351259350204
[2] Dep Química Agrícola e Ambiental, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, Portugal

---

A ciclagem de C e N afecta directamente a qualidade e a produtividade dos solos, bem como condiciona a estabilidade climática global. Sendo resultado da actividade microbiana, a mineralização de C e N está fortemente dependente de factores ambientais, nomeadamente da temperatura. A aplicação de resíduos orgânicos de diversa natureza é uma prática generalizada em sistemas de agricultura convencional e, em especial, em agricultura biológica. No entanto, a maioria dos estudos realizados só atendem ao efeito da temperatura na mineralização do N da matéria orgânica nativa do solo. Por esta razão, os diversos modelos mecanísticos propostos utilizam a mesma função-efeito da temperatura para todos os processos e para todos os componentes orgânicos, embora se possa esperar que os diferentes processos envolvidos na ciclagem de C e N, bem como os diferentes compartimentos orgânicos, apresentem diferente dependência relativamente à temperatura.

Com o objectivo de estudar o efeito da temperatura na mineralização de C e N com origem em compostos orgânicos distintos aplicados ao solo, foi instalado um ensaio de incubação laboratorial. O trabalho agora apresentado respeita a um período de incubação de 42 dias, tendo-se utilizado três materiais: dois compostos orgânicos (glutamina e celulose) e um resíduo de cultura (restolho de milho) aplicados a um cambissolo dístrico de textura arenosa numa dose equivalente a 75 mg N (glutamina) ou 3000 mg C (celulose e restolho de milho) por kg de solo. O teor de humidade foi mantido a 70% da capacidade máxima para a água e testaram-se duas temperaturas: 10ºC e 25 ºC. Durante este período foram determinadas a emissão de C na forma de CO_2 e a evolução dos teores de NH_4^+-N e NO_3^--N no solo. Tratamentos testemunha com o solo sem adição de compostos orgânicos foram também instalados. Os resultados apresentados traduzem os valores de mineralização líquida aparente de C e N, isto é, a diferença entre as modalidades com compostos orgânicos e a respectiva testemunha, supondo a não ocorrência de interacções entre o solo e os compostos adicionados.

No que respeita à emissão de C, os resultados obtidos mostram que o efeito da temperatura é muito elevado para a glutamina durante as 24 horas iniciais, mas a curto/médio prazo o efeito da temperatura é mais persistente e maior quanto mais estáveis forem, a 10ºC, os compostos de C adicionados ao solo. Aos 42 dias, cerca de 748 e 781 mg de C por g de C adicionado tinham sido emitidos pela glutamina a 10ºC e 25º C respectivamente. Durante o mesmo período, o restolho de milho tinha emitido cerca de 83 e 152 mg de C por g de C adicionado e a celulose cerca de 41 e 239 mg de C por g de C adicionado a 10ºC e 25º C respectivamente.

No que respeita à mineralização líquida aparente, o efeito da temperatura foi praticamente nulo para a glutamina: a totalidade do N orgânico tinha sido já mineralizado aos 14 dias em ambas as temperaturas. Já a nitrificação líquida aparente foi afectada: aos 42 dias de incubação a 10ºC, cerca de 300 mg de N por g de N adicionado mantinham-se ainda na forma de NH_4^+, enquanto que o teor de NH_4^+-N aos 14 dias a 25 ºC era já nulo. No caso do restolho de milho, a imobilização de N apresentava valores de 1,2 e 1,6 g de N por g de N adicionado, enquanto que a celulose apresentava valores de 52,7 e 101,9 g de N por g de N adicionado.

Os resultados disponíveis parecem mostrar que, de facto, a dependência da temperatura, entre 10 e 25ºC, varia entre os diferentes processos e entre a natureza dos substratos disponibilizados no solo, pelo que se tornam necessárias funções-efeito da temperatura específicas para a modelação correcta dos ciclos de C e N no solo.

Efecto en los suelos de incendios de baja intensidad en ambiente mediterráneo

F. del Moral., S. de Haro, J.A. Sánchez, M. Simón, & I. García

Dpto. Edafología y Química agrícola. Universidad de Almería
[1] fmoral@ual.es

El objetivo del presente trabajo es cuantificar, por comparación con parcelas control, el impacto de un incendio programado sobre determinadas propiedades físicas y fisicoquímicas del suelo, así como la evolución en el tiempo (tres años) de dichas propiedades. Se estudiaron 6 parcelas en ladera norte y 6 en ladera sur; en cada orientación 3 parcelas control (sin incendiar) y 3 parcelas problema (indendiadas). Todas las parcelas de estudio se localizan en la Sierra de Bogarra, provincia de Albacete, SE España (38º32'4'' N, 2º7'10'' W; altitud 620m). La vegetación es un pinar (*Pinus halepensis* Mill.) maduro, con una densidad promedio de 300 árboles·ha^{-1}, sin explotación maderera, representativo de las áreas xerófilas y termófilas del sur y este de la Península ibérica. Las pendientes oscilan entre el 25% y el 30%. Los suelos son Regosoles hipercalcáricos desarrollados sobre calizas dolomíticas. Los incendios fueron de baja intensidad, con temperaturas en la superficie del suelo relativamente bajas, especialmente en la ladera norte.

Antes del incendio, los suelos de cada ladera (control y problema) no presentaron diferencias significativas entre sus propiedades, por lo que se consideraron homogéneos. El incendio incrementó significativamente el contenido de carbono orgánico en la superficie de los suelos de ambas laderas. La conductividad eléctrica (EC) y el Mg y Na de cambio también se incrementaron como consecuencia del incendio; aunque las diferencias en la EC sólo fueron significativas en la ladera sur y las diferencias en Mg y Na de cambio sólo lo fueron en la ladera norte. Por último, el contenido en $CaCO_3$ equivalente disminuyó en ambas laderas, aunque las diferencias sólo fueron significativas en la ladera norte. Al cabo de tres meses, la dinámica de las propiedades de los suelos en las parcelas quemadas fue similar a la de las parcelas control, salvo en el carbono orgánico que tendió a igualarse al cabo de seis meses.

Área 5: Química y Mineralogía del suelo

Reserva de carbono en suelos forestales mediterráneos

A. Jordán López, L. Martínez Zavala & N. Bellinfante Crocci

Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química (Universidad de Sevilla). C/Profesor García González, 1. CP: 41012 – Sevilla (España)

El carbono presente en los primeros 100 cm del suelo representa el 75% del contenido en el compartimento terrestre. Sin embargo, se trata de una reserva dinámica. El suelo es muy importante en el secuestro del CO_2 atmosférico y juega un papel principal en el ciclo global del carbono.

El objetivo de este trabajo es conocer la reserva de carbono orgánico en un área natural protegida del sur de España, el Parque Natural Los Alcornocales. Como parte de los resultados, se ha elaborado un mapa de distribución de la reserva de carbono orgánico (RCO) en el suelo a escala de semidetalle.

En este trabajo se han analizado datos de 217 perfiles de suelo, de los que se seleccionaron 83 perfiles representativos (234 horizontes). La densidad aparente se calculó mediante el método del cilindro (250 cm^3). Posteriormente se realizó un análisis granulométrico. Finalmente, el carbono orgánico se determinó oxidando la materia orgánica según el método de Walkley y Black.

La RCO en un horizonte, Qi (Mg m-2), depende de la profundidad, Ei (m), la proporción de carbono en el suelo, Ci (gC g-1), la densidad aparente, Di (Mg m-3) y el volumen de elementos gruesos (Gi), relacionados mediante la siguiente ecuación:

$$Q_i = C_i D_i E_i (1 - G_i)$$

Así, suponiendo que un perfil de suelo posee *k* horizontes o profundidades de muestreo, puede conocerse el contenido total de carbono orgánico a partir del contenido en cada uno de sus horizontes:

$$Q_i = \sum_{i=1}^{k} Q_i = \sum_{i=1}^{k} C_i D_i E_i (1 - G_i)$$

Posteriormente se llevó a cabo la interpolación de los valores a profundidades estándar para cada uno de los perfiles de suelo, teniendo en cuenta la siguiente transformación:

$$CumQ_i = aLN(C_i) + b$$

La RCO se calculó hasta 2 m de profundidad o hasta la aparición de roca compacta. El contenido medio de carbono fue de 67 t/ha entre 0 y 30 cm, 123 t/ha entre 0 y 100 y 156 t/ha entre 0 y 200. La reserva total de carbono del parque alcanza 16.07 Mt entre 0 y 30 cm de profundidad, 29.36 Mt entre 0 y 100 cm y 37.14 Mt entre 0 y 200. El carbono orgánico existente a esta profundidad no es muy lábil, y puede quedar "secuestrado" durante un largo período de tiempo.

Los suelos con mayor RCO (Calcisoles y Vertisoles sobre materiales calcáreos que bordean la sierra del Algibe) poseen contenidos mayores de 250 t/ha.

La reserva de carbono en los valles de la sierra (principalmente Vertisoles) varían entre 170 y 273 t/ha en los dos primeros metros. Estos valores son muy elevados, y puede deberse a varias razones. En primer lugar, hay que considerar la dinámica química en el suelo y su riqueza en arcilla. Pero además, hay que considerar el efecto de la topografía.

Las unidades de suelo bajo bosque denso de alcornoque (Luvisoles, Cambisoles y Phaeozems) muestran una RCO elevada, entre 195 y 175 t/ha. Es posible que los principales factores que condicionan la RCO en estos suelos sean el elevado aporte de materia orgánica por parte de la vegetación, sus características químicas y el carácter fuertemente ácido del suelo.

De un modo general, la reserva media de carbono en las unidades de suelo bajo bosque de alcornoque fue de 176 t/ha, mientras que en el resto fue de 162. Las unidades con un menor contenido en RCO son aquellas formadas por distintos tipos de Regosoles y Leptosoles. Muchos de estos suelos presentan un epipedón móllico, pero se trata de suelos de escasa profundidad.

Modelling pH effect on competitive adsorption of Pb and Cd on soils

S. Serrano[1], P. A. O'Day[2], D. Vlassopoulus[3], T. García-González[1], & F. Garrido[1]

[1] *Centro de Ciencias Medioambientales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Serrano 115 dup. 28006-Madrid (Spain)*
[2] *School of Natural Science, University of California, Merced, CA 95344 (USA)*
[3] *S.S Papadopulos & Associates Inc., Portland, Oregon (USA)*

Introduction

The bioavailability and fate of heavy metals in the environment are controlled by sorption reactions on the reactive surfaces of the soil. Surface complexation models (SCM) have been used as an equilibrium-based approach to describe and predict metal cation sorption reactions on a variety of soil reactive phases such as oxide and clay minerals surfaces.

We have developed a non-electrostatic SCM with a combination of surface complexation and cation exchange reactions to describe the sorption of Pb and Cd as function of pH in three soils from Central Spain differing in physical-chemical and mineralogical properties. For this purpose, based on the component additivity approach we have formulated our sorption model as an idealized soil comprised of different reactive mineral phases. Lastly, we assess the different sorption behaviour of both metals as affected by their simultaneous presence and identify possible competitive sorption processes in the soils.

Materials and Methods

Metal retention as a function of pH in three soils, classified as Plinthic Palexerult, Arenic Pachic Palexerul and Vertic Haploxerert was elucidated through an experimental procedure designed to cover several sources of variability, i.e. three soils, six pH values, and five initial metal concentrations. Experiments were done in a full factorial scheme with two repetitions for two metals, both in single- (Pb or Cd) and binary-metal (Pb + Cd) systems.

The complex heterogeneity of surface reactivity in the three different soils is reduced to four different reactive surfaces sites, including surface hydroxyl functional groups on Al and Fe oxide phases and on phyllosilicate edges, and cation exchange positions on siloxane surfaces of clays. The initial values of the adjustable model parameters (equilibrium constants for surface complexation reactions and ion exchange reactions, and surface reactive site concentration) were obtained from spectroscopic and equilibrium-based sorption studies found in the literature, as well as from geometrical estimations on the basis of SEM observations of the soil samples.

All model simulations were carried out using the computer code PHREEQC v.2 in combination with the parameter optimization program PEST.

Results and Conclusions

Common to all soil materials and initial metal concentrations, modeling results show that the Pb and Cd adsorption distributes between ionic exchanges sites at low pH values and specific sites at higher pH values. From pH 3 to 6, Pb sorbs mainly through the formation of bidentate complexes on the specific sorption sites in the three soils. The Pb distribution is related to the affinity of the specific site for Pb, which increased in the order iron oxides >> clay edges (>SOH) > aluminum oxide (>AlOH) in all of the soils. Our results confirm the greater tendency for Cd to be retained on exchange positions than Pb. In addition, Pb retention in single-metal systems on specific sites occurred at lower pH values than in the case of Cd, suggesting that adsorption of Pb involves reaction with surface hydroxyl groups at pH values where Cd interacts only with exchange sites.

Results from the binary-metal system show that the total fraction of Pb retained on specific sites is not affected strongly by the presence of Cd. However, the sorption tendency of Cd is greatly modified in the three soils when Pb is present by displacing sorbed Cd from specific sites to ionic exchange sites. This competitive sorption process leading to an increased sorption of Cd on non-specific sorption sites becomes more evident at those conditions for which Cd retention in specific sites is predicted, i.e. at high pH values and low initial metal concentration in all soils. This analysis suggests that studies of contaminant metals in real systems need to consider competition between metals for sorption sites over a range of pH and soil types in order to accurately predict contaminant mobility.

Cambios ambientales en los últimos 5500 años detectados mediante el estudio del registro geoquímica de la turbera de Pena da Cadela (Serra do Xistral, NW Península Ibérica)

E. Peiteado Varela[1], T. Mighall[2], X. Pontevedra Pombal[1], J. C. Nóvoa Muñoz[3], R. Piñeiro Rebolo[1] & A. Martínez Cortizas[1]

[1] Edafología y Química Agrícola, Fac. Biología, Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela E-15782

[2] Geography, School of Science and the Environment, Coventry University. Priory Street, Coventry CV1 5FB, UK

[3] Biología Vegetal y Ciencias del Suelo, Fac. Ciencias, Universidad de Vigo. Ourense. E-32004

Un extenso registro geoquímico y polínico de los últimos 5500 años de una turbera ombrotrófica localizada en la Sierra del Xistral (Galicia), revela, con alto nivel de resolución, que las variaciones en los flujos de elementos litogénicos aportados a través de la deposición atmosférica se encuentran estrechamente relacionados con la evolución de la vegetación en el área. Existe, asimismo, una elevada correlación negativa entre el porcentaje de polen arbóreo y la concentración de elementos litogénicos. Por ejemplo, la correlación entre el total de polen arbóreo y las concentraciones de Sr es de - 0,94. Las principales fases de retroceso de bosque caducifolio han ocurrido durante períodos culturales conocidos sugiriendo una clara relación entre las actividades humanas, los cambios en la vegetación y la erosión del suelo. Los resultados también sugieren que el flujo de elementos litogénicos aumenta antes de que se detecte una variación significativa en el registro polínico. Esto podría indicar que los cambios en la erosión del suelo se verían reflejados antes que los cambios en la vegetación. Estas variaciones en la composición de polvo depositado reflejan impactos ocurridos a distintas escalas espaciales, así, mientras que durante el Neolítico final, la Edad de los Metales y la Edad Media, las fuentes locales fueron dominantes, durante el período Romano y la Revolución Industrial fueron más importantes las fuentes regionales. En la Prehistoria, los porcentajes de polen arbóreo recuperaron sus niveles originales tras cesar el impacto humano, sugiriendo que el bosque fue capaz de regenerarse tras fases de alteración. Sin embargo, en los últimos 1400 años no ha tenido lugar una recuperación significativa hasta la reforestación con pino en los dos últimos siglos. Además de las continuas talas para convertir el bosque en terrenos de cultivo, esto podría estar relacionado con un efecto acumulativo en la propia degradación del suelo.

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos:

REN2003-09228-CO2-01

XUGA-PGIDIT0 3P XIB20002 PR

Caracterización de la composición elemental y mineralógica de un suelo orgánico policíclico de Serra do Espinhaço Meridional (Diamantina, Minas Gerais, Brasil).

J. Rodríguez Racedo[1], T. Taboada Rodríguez [1], A. Christofaro Silva [2] & A. Martínez Cortizas [1]

[1]*Dept. Edafoloxía e Química Agrícola, Facultade de Bioloxía, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago.*

[2] *Engenharia Florestal, Facultades Federais Integradas de Diamantina, Brasil.*

Este estudio se ha realizado sobre un suelo orgánico situado en Fazenda São Miguel (Brasil). El suelo se muestreó a intervalos regulares de 2 cm de espesor hasta una profundidad de 174 cm. Las muestras se secaron al aire, se molieron y homogenizaron. En ellas se determinaron las concentraciones de 26 elementos mayores y trazas (Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Pb, Th y U) mediante fluorescencia de rayos X. También se determinó la concentración de C, H, N y S en un analizador FISONS (EA 1108), y O en un analizador CARLO ERBA (EA 1108). En muestras seleccionadas se llevó a cabo un estudio mineralógico mediante difracción de Rayos X, así como extracciones selectivas para Al, Fe y Mn (en pirofosfato sódico y en oxalato amónico). Las concentraciones de elementos en los extractos se determinaron por AAS (Perkin Elmer 1100B).

El contenido de C presentó valores más elevados (15-23%) en los primeros 20 cm, relativamente homogéneos (15%) hasta 120 cm de profundidad, para descender en los niveles más profundos en los cuales el mínimo (2,6%) se encontró a 145-155 cm. La relación C/N aumenta en los primeros 30 cm (16-40) y se mantiene constante con la profundidad hasta 120 cm, por debajo de los cuales muestras dos niveles de valores elevados (125-145 y 155-175 cm). La mineralogía está dominada por el cuarzo, si bien aparecen trazas de turmalina, feldespatos y anatasa en todos los niveles, además de rutilo y zircón en la parte superior del suelo.

El análisis de componentes principales para la composición elemental indica que son necesarios 6 ejes para explicar un 80% de la varianza. El primer eje (F1, 26,2%) está dominado por la elevadas correlaciones positivas de Br, Th, Cr y Cu (0,9-0,7) y negativas de Se (-0,73). F2 (22,9%) está controlado por Sr, Zr, Y y Ti (9,93-0,81) por un lado y Rb (-0,66) por el otro; F3 (13,4%) por As (0,89) y, ne menor medida por Pb, Fe y Ga (0,6-0,5); F4 (7,2%) por Mg (0,83) y Si (-0,79); F5 (5,5%) por Nb (0,83) y K (-0,71); y F6 (5%) dominado por el Zn (0,78).

Las puntuaciones para las muestras indican que F1 separa dos secciones del perfil analizado, una hasta 120 cm y otra a partir de esta profundidad. F2 presenta puntuaciones elevadas para dos secciones, entre 13-45 cm y 117-125; F3 presentan valores altos sólo para los 15 cm superficiales; F4 identifica un único nivel de puntuaciones muy bajas a 145-155 cm; F5 es similar a F2; y F6 sólo tiene una contribución significativa para la muestra superficial. En conjunto, estos resultados sugieren la presencia de dos niveles diferenciados. Un nivel más antiguo, por debajo de los 120 cm, que a su vez estaría representado por dos paleosuelos, y otr nivel más reciente y homogéneo en cuanto a propiedades y composición elemental en los 120 cm superiores. Estos cambios parecen estar relacionados con evolución cuaternaria de las superficies de la Serra do Espinhaço.

Ultrasons focalizados na extracção de metais em amostras ambientais

M. J. Matos[1], Hugo F. Silva[1,2], Nelson F. Silva[1], Sandrina Oliveira[1], Erika S. Barros[1], C. C. Figueira[1] & Vasco Matos[1,3]

[1] *ISEL – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 1950-062 Lisboa, Portugal. (mmatos@deq.isel.ipl.pt)*
[2] *FCUL – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal*
[3] *Hucoa-Erloss – Rua Fábrica da Loiça de Sacavém, 2685 – 050 Sacavém, Portugal*

Os metais, especialmente os mais tóxicos, são considerados uma das maiores fontes de poluição ambiental. Uma das principais consequências associadas à sua presença prende-se com a forte possibilidade de provocarem o aparecimento de efeitos adversos na saúde humana assim como nas espécies vegetais e animas. As actividades humanas são factores de produção destes agentes químicos e também fortes intervenientes na sua redistribuição/disseminação no ambiente. Nas grandes cidades, a concentração de actividade humana potencia algumas das fontes de poluição, nomeadamente a originada pelos elevados volumes de tráfego automóvel. Esta fonte é actualmente responsável pelas maioria das emissões gasosas a nível de metais poluentes com o chumbo a assumir o principal protagonismo dos problemas de poluição ambiental até alguns anos atrás. Com a substituição da gasolina com chumbo por gasolina com muito baixo teor deste metal as preocupações em relação ao chumbo diminuíram. No entanto os teores deste metal, nomeadamente nos solos das grandes cidades, continuam elevados devido à acumulação durante largos anos.

Neste estudo realizou-se a optimização experimental da extracção, assistida por ultrasons, de chumbo, cádmio e cobre de solos urbanos provenientes de diversos locais da cidade de Lisboa. Os resultados do estudo realizado são comparados com os dados obtidos por digestão total dos solos assistida por microondas. Pretende-se avaliar se a extracção assistida por ultrasons será também eficaz e capaz de substituir a digestão total. O método de digestão total assistido por microondas tem como principal desvantagem o significativo volume de reagentes (água-régia ou ácido nítrico) concentrados que utiliza. Na extracção assistida por ultra-sons utilizou-se apenas ácido nítrico diluído num sistema de circulação em fluxo cujo esquema se mostra na Figura 1. Neste sistema o solo foi colocado num reactor (RT) de PVC e fez-se circular uma solução de ácido nítrico no sistema durante o tempo pré-determinado.

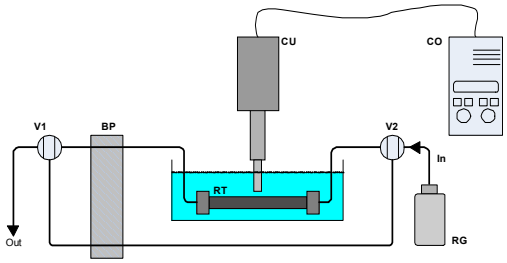


Figura 1. Esquema do sistema experimental usado. V1 e V2, válvulas selectoras, BP, bomba peristáltica, RT, reactor, CU, cabeça de ultra-sons, CO, controlador, RG, reagente.

Os parâmetros optimizados foram: tempo de contacto solo/ácido, concentração do ácido, volume de ácido e potência de ultra-sons. Os metais extraídos foram determinados por absorção atómica em câmara de grafite (GFAAS). A comparação entre os dois métodos em apreciação permite concluir, que em algumas situações experimentais a extração por ultra-sons poderá substituir com vantagens operacionais a digestão por microondas.

Área 6: Génesis, clasificación y geografía de suelos

Degeneración de horizontes argílicos por ascenso capilar de carbonatos en un Suelo Rojo Mediterráneo sobre una terraza fluvial del río Guadalquivir (Córdoba, España).

J. M. Recio Espejo & M. A. Núñez Granados

Dpto. de Ecología (Medio Físico). Campus de Rabanales. Universidad de Córdoba. 14071. Córdoba. Tel.: 957 21 85 97. e-mail: bv1reesj@uco.es

---

Introducción

Distintos autores han subrayado el papel inhibidor de los carbonatos en los procesos de iluviación y rubefacción propios de los Suelos Rojos Mediterráneos. Así, la presencia de carbonatos en horizontes argílicos rubefactados ha sido interpretada por varios autores como un rasgo de policiclicidad asociada a los pulsos climáticos cuaternarios.

En este trabajo se proponen los procesos de ascenso capilar para explicar la recarbonatación de horizontes argílicos previamente rubefactados desarrollados sobre una terraza fluvial del río Guadalquivir a su paso por Córdoba.

Material y métodos

Se han empleado métodos ampliamente utilizados para la caracterización de perfiles, determinación del color, pH, textura, caliza activa, materia orgánica, contenido en carbonatos, análisis del complejo de cambio y mineralogía de arcillas.

Se ha determinado el color y textura de los horizontes una vez descarbonatados con ácido acético 1:1. Además se ha determinado la proporción de carbonatos, y el color de 16 submuestras alineadas verticalmente a intervalos de 5 cm en torno al límite entre los horizontes Bt2 y BCck1 una vez eliminados estos carbonatos.

Se han datado por U/Th nódulos de los horizontes BCck1 (situados justo por debajo del límite con el horizonte Bt2) y Cck1.

Resultados

El perfil estudiado es un Suelo Rojo Mediterráneo desarrollado sobre un depósito de terraza fluvial del Guadalquivir situado a + 20 m del cauce actual, en las cercanías de la ciudad de Córdoba. La secuencia de horizontes es Ap, Bt1, Bt2, BCck1, BCck2, BCck3, Cck1 y Cck2.

Los horizontes argílicos (Bt) presentan cromas rojos (5YR en seco), textura arcillosa, ausencia de carbonatos y agregados bien desarrollados.

Los horizontes carbonatados tienen colores más amarillentos (7.5YR en seco), textura limo-arcillosa y aspecto masivo, porcentajes de carbonatos entre 30 y 38 % y presencia de nódulos en todos los horizontes. Destaca el carácter neto y plano del límite entre Bt2 y BCck1, así como la alineación de carbonatos localizada justo debajo de dicho límite.

El carácter sobreimpuesto de la recarbonatación en horizontes previamente iluviados y rubefactados ha sido puesto de manifiesto tras el análisis efectuado a muestras procedentes de dichos horizontes carbonatados superiores (BCck) que una vez descarbonatadas en el laboratorio presentaron colores rojos (5YR) y texturas arcillosas (con niveles de hasta el 42 %).

El estudio detallado de la distribución de carbonatos en torno al límite Bt2-BCck1 sugiere un origen por ascenso capilar para dicha recarbonatación, observándose un incremento gradual a medida que se asciende en la concentración de carbonatos hasta dicho límite (coincidiendo con la alineación de nódulos arriba señalada), para luego descender bruscamente en las muestras del horizonte Bt2.

Las dataciones U/Th han proporcionado cronologías de 114 (8.9) ky para los nódulos alineados bajo el límite Bt2-BCck1 y de >350 ky para los nódulos inferiores localizados en el horizonte Cck1.

Conclusiones

En base a las dataciones U/Th obtenidas se propone una primera fase edafogenética típicamente mediterránea (>350 ky) de descarbonatación, rubefacción e iluviación sobre el depósito de terraza fluvial estudiado. En una segunda fase (114 (8.9) ky), durante el tránsito 5e/5d OIS, de carácter xérico, se habría producido la recarbonatación de los horizontes argílicos inferiores por ascenso capilar de carbonatos.

Una vez finalizado, será enviado por correo electrónico a cics2006@us.es, como anexo a un mensaje.

Presencia de carbonatos en suelos desarrollados sobre material granítico del batolito de Los Pedroches (Córdoba)

R. Nerger [1]; M. A. Núñez Granados[2] & J. M. Recio Espejo.[2].

[1]Universidad de Dresden (Alemania).
[2]Dpto. de Ecología (Medio Físico-Geomorfología). Campus de Rabanales. Universidad de Córdoba. 14071. Córdoba. Tel.: 957 21 85 97. E-mail: bv1reesj@uco.es

---

Introducción

Se proponen procesos de índole geoquímica para explicar la presencia de carbonatos en los horizontes profundos de un suelo desarrollado sobre arenas de naturaleza granítica del batolito de Los Pedroches (Córdoba). En base a los resultados observados en campo y a los analíticos obtenidos en el laboratorio factores de tipo edafogenéticos, geomorfológicos o bioquímicos son descartados para la génesis de éstos.

Trabajos previos de naturaleza petrológica o edafo-geomorfológica desarrollados por Cabanás (1968), Torrent et als (1983) y Recio Espejo et als, (1986) han servido de referencia para el presente trabajo.

Material y métodos

Se han empleado métodos ampliamente utilizados para la caracterización de suelos y sedimentos en nuestro laboratorio: determinación del color, pH, textura, contenido en carbonatos, distribución de la fracción arenas, mineralogía de arcillas, macronutrientes, etc.

Se han utilizado técnicas de fotointerpretación convencionales, apoyadas en los correspondientes trabajos de campo. Se ha hecho uso de la descripción petrológica y mineralógica de muestras correspondientes a este plutón granodiorítico.

Resultados

A pesar de la gran planitud que origina la gran superficie de erosión que modela a 600 m de altitud el plutón de Los Pedroches, la presencia de alteraciones y formaciones edáficas antiguas sobre la misma son casi inexistentes. Allí donde la pendiente es menor al 2%, una debil cambisolización orienta actualmente la alteración y edafización de estas arenas granodioríticas hacia suelos con espesores no mayores a 80 cm, de naturaleza ácida, totalmente descarbonatadas, contenidos en arcillas ilíticas en torno al 20%, y siempre muy arenosos donde el tamaño y distribución estadística de estas arenas son coincidentes con la textura granuda que presenta la masa magmática.

No obstante sobre masas granitoides ricas en feldespatos alcalinos y ocupando antiguas posiciones geomorfológicas pueden ser encontrados suelos mucho más desarrolldos que presentan altos contenidos en sódio.

En conexión con esto último, en el perfil aquí presentado se detectó en profundidad (tan sólo en los horizonte BC y C1) la presencia de hasta un 14 % de carbonatos y minerales de la arcilla a 14 Å de tipo clorítico. No obstante estos contenidos en arcillas son muy bajos (12,90 %) y las arenas graníticas iniciales presentan una escasa transformación. El pH es básico, y altos son los niveles encontrados de Ca^{++} en el medio de alteración.

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos se propone a factores geoquímicos de carbonatación de feldespatos para explicar la presencia de éstos en el perfil, considerándose a los de índole bioquímica o epigenética como factores secundarios o no actuantes.

Génese, evolução e distribuição paisagística de solos sodizados no Alentejo

F. Monteiro[1], M. Fonseca[2], A. Herbillon[3] & M. Madeira[1]

[1] *Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, Portugal*
[2] *Instituto de Investigação Científica Tropical, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, Portugal*
[3] *Unité des Sciences du Sol, Université Catholique de Louvain, Louvain-la Neuve, Belgium*

No Sul de Portugal ocorrem frequentemente solos sodizados, por vezes com acentuadas características redoximórficas nos horizontes superiores. Na paisagem, estes solos alternam com outros simplesmente argiluviados, ou com solos câmbicos insaturados. Tais solos desenvolvem-se em terrenos da aplanação mesocenozóica alentejana, sobre formações precâmbricas e paleozóicas da Zona de Ossa Morena, metamorficamente deformadas e frequentemente imbricadas por litotipos metamórficos de alta pressão e outros destes derivados por retrogradação, ricos em minerais sódicos de elevada alterabilidade.

Na presente comunicação relacionam-se os aspectos climáticos, fisiográficos, litológicos e bióticos considerados relevantes para a diferenciação e repartição paisagística destes solos. O estudo envolveu a caracterização morfológica e a amostragem de aproximadamente 60 pédones, cujos horizontes foram analisados dos pontos de vista físico, químico, mineralógico e micromorfológico.

A diferenciação do perfil destes solos decorre da conjugação duma alteração hidrolítica com processos de mobilização de constituintes do solo, cuja expressão é condicionada pela morfologia da paisagem e, em menor escala, pela natureza mineralógica e alterabilidade dos materiais originários e pela acção da vegetação. Assim, enquanto que nos horizontes A ocorre uma lixiviação variável de bases, que é parcialmente compensada (particularmente a do Ca) pelo ciclo de bases da vegetação, nos horizontes B, as condições locais de drenagem e a abundância de Na e Mg no material originário são factores-chave para o predomínio destes catiões e para o desenvolvimento dum processo de sodização directa, sem ocorrência duma fase intermédia salina. A dinâmica hidrológica dos perfis é igualmente determinante da predominância na fracção argilosa ora de vermiculites/esmectites, ora de caulinites, que mostram diferente susceptibilidade à dispersão e à eluviação/iluviação.

Desta forma, em função da natureza do substrato litológico, desenvolvem-se ora solos câmbicos, em regra insaturados, ora solos argiluviados, os quais, em condições de drenagem externa deficiente e independentemente dos litotipos presentes, dão lugar a solos sodizados com características estágnicas.

Área 7: Evaluación y planificación del uso del suelo

Modelo estadístico para facilitar el uso de cartografía de suelos con fines prácticos

L. Fernández Seoane

GETINSA. Dpto. de Hidráulica. C/Ramón de Aguinaga, 8. 28028 Madrid. lfernandez@getinsa.es

---

La cartografía de suelos elaborada según los métodos clásicos genera una diferenciación edafológica que puede considerarse redundante, e incluso irrelevante, para su uso en aplicaciones prácticas agronómicas o de otro tipo.

En este artículo se propone un modelo que, partiendo de la información generada en los estudios clásicos de suelos, permite seleccionar los parámetros más significativos y conocer las agrupaciones de suelos con un comportamiento similar respecto al conjunto de los parámetros edáficos.

Para llevar a cabo el estudio se utiliza un levantamiento y cartografía de suelos, a escala 1:50.000, que sigue las normas de *Soil Survey Manual* (SSDS, 1993); FAO (1968) y Wambeque y Forbes (1986). La clasificación de suelos seguida es la *Soil Taxonomy* USDA (1997).

Los métodos estadísticos empleados se basan en las técnicas de estadística descriptiva básica; el análisis de regresión múltiple y las técnicas de análisis de datos multidimensional: clasificación automática según diferentes criterios de distancia y análisis de componentes principales. En la utilización de estas últimas se ha seguido la escuela francesa (JUDEZ,1989). Dichas técnicas fueron aplicadas utilizando los programas informáticos STATITCF y STATGRAPHICS.

Para la elaboración, gestión y análisis de los datos espaciales se ha empleado un Sistema de Información Geográfica.

Los resultados alcanzados se comparan con los obtenidos por métodos tradicionales; de este modo se verifica la validez del modelo presentado.

Desarrollo de un modelo de red neuronal para la selección de especies arbustivas en el ámbito mediterráneo

N .Heredia [1], F. Mayol [2], M. Anaya-Romero [2], E. Díaz-Pereira [2] & D. de la Rosa [2]

[1]Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM), Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ), Avda. Montañana 1005, 50059 Zaragoza, España.
[2]Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS), Avda. Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla, España.

En ambientes mediterráneos la repoblación forestal ha sido el sistema de revegetación practicado, casi de forma exclusiva. Ante perturbaciones tales como la agresividad del clima y la presión humana, la vegetación en estos medios áridos es por excelencia el matorral, llegando incluso a desaparecer cuando la degradación es muy acusada. En estos casos una plantación arbórea podría ser incluso inviable.

Las perturbaciones de la práctica de la silvicultura producen alteraciones intensas en los procesos edáficos, que podrían conducir a su vez hacia transformaciones más intensas de los sistemas del bosque en lo referente a la disponibilidad de recursos (Bullock et al.; 1981, Halpern y Spies, 1995). Así pues, la gestión sostenible de los bosques se debe considerar como un aspecto primordial de la conservación del suelo (Kimmins, 1987), basándose en principios agro-ecológicos.

Con el objetivo de obtener paisajes con la mayor diversidad, atendiendo tanto al tipo de especies autóctonas como a los estratos verticales de vegetación y dentro de un entorno mediterráneo, se pretende desarrollar una herramienta informática (modelo Sierra2) como parte del sistema de ayuda a la decisión (MicroLEIS DSS; De la Rosa et al., 2004) que facilite la selección y la distribución de especies de matorral.

En este trabajo se ha seleccionado como procedimiento de modelización las redes neuronales artificiales (RNAs), en base a su gran capacidad de predicción de los resultados e inmunidad al ruido. Las RNAs han sido aplicadas con éxito en la modelización de sistemas ecológicos y la predicción del comportamiento de sistemas naturales (Blank & Brown, 1993; Foody, 1996; Gardner & Dorling, 1998; De la Rosa et al., 1999).

En una primera fase de la presente investigación, se han seleccionado 39 especies representativas del matorral mediterráneo atendiendo a la distribución bioclimática propuesta por Rivas-Martínez (1987), Lorite (1999), Blanca (2001), Pérez Latorre (2001) y Benavente Pérez (2004).

En una segunda fase de análisis se han establecido los requerimientos geo-edafo-climáticos de cada una de las especies arbustivas seleccionadas y de esta información se realizó un mínimo común divisor para que todas las especies estuvieran caracterizadas por el mismo número de 14 variables (5 de lugar, 3 de clima y 6 de suelo). A su vez, la información bibliográfica se complementó mediante información experta, a través de encuestas a especialistas en Botánica, Edafología y relaciones específicas suelo-planta.

En una fase final, se calibra y valida la RNA Sierra2 mediante un algoritmo de correlación en cascada-quickpropagation a partir del sistema arbustivo previamente formulado. Esta red se subdivide a su vez en dos subredes, la primera formada por las variables más determinantes en la distribución de especies arbustivas (altitud, precipitación media anual y pH), y la segunda teniendo en cuenta las restantes once variables consideradas (fisiografía, pendiente, proximidad a cursos de agua, influencia del halito marino, exposición, resistencia a heladas, material original, textura, rocosidad, humedad del suelo y acumulación de yesos/sales); aportando esta última una mayor precisión en el porcentaje final de especies idóneas para la zona específica que se evalúe en cada aplicación.

Para la creación de la RNA se utilizó el software Stuttgart Neural Network Simulator (SNNS-Versión 4.2, 2004). La subred primera se entrenó con todos los patrones de los que se disponía (40) y en la segunda con un 75 % (5585) se hizo el entrenamiento, y con el 25% restante (1861) se llevó a cabo la validación, siendo el error cuadrático medio de la subred primera de $8.33 \cdot 10^{-5}$ y el de la segunda de 0.083. Los resultados de aplicación podrían ser espacializados tras la integración del modelo RNA-Sierra2 en el sistema de información geográfica GIS-Idrisi. A la vista de los primeros resultados, es de resaltar la alta fiabilidad del modelo en red neuronal desarrollado para la selección de las especies arbustivas más idóneas en nuevos escenarios de aplicación.

Propuesta de un modelo de distribución de especies forestales en el Parque Natural Sierra de Aracena y el Andévalo occidental (Huelva, España)

M. Anaya-Romero, A. Jordán López, L. Martínez Zavala & N. Bellinfante Crocci

Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química (Universidad de Sevilla). C/Profesor García González, 1. CP: 41012 – Sevilla (España)

Actualmente, la gestión de los espacios forestales se dirige preferentemente hacia la producción y el mantenimiento de los valores ecológicos controlando la estructura espacial del bosque y su dinámica natural. El diseño y mantenimiento de la estructura del paisaje debería ser el objetivo principal de la gestión de los bosques naturales. Bajo esta perspectiva, el ojetivo del presente trabajo es proponer un modelo de distribución potencial de usos forestales en espacios naturales del norte de la provincia de Huelva (Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche y el Andévalo occidental).

En el área se han diferenciado cuatro formaciones forestales principales: quercíneas, coníferas, eucaliptos y otras frondosas. Como análisis previo se compararon tres modelos de evaluación: regresión logística, árbol de decisión y red neuronal artificial. En ellos, la predicción se ha hecho relacionando la presencia/ausencia de cada formación forestal presente en la zona de estudio con variables edáficas, climáticas y geomorfológicas que, a priori, pudieran condicionar la distribución de las especies. La regresión logística resultó ser el método con un menor índice de error, ofreciendo mejores resultados que otros métodos evaluados. Posteriormente, los resultados se extrapolaron a la totalidad del área de estudio para obtener un modelo de hábitat potencial de las formaciones forestales estudiadas.

La superficie potencial de las formaciones de quercíneas es superior en un 10% a su distribución actual. El hábitat potencial de las quercíneas se distribuye por los general en las zonas de mayor elevación y pendiente, generalmente sobre Leptosoles, Regosoles y Cambisoles, de pH neutro a ácido. Se adaptan mejor a eleveados niveles de materia orgánica, ricos en oligoelementos (principalmente Fe). La probabilidad de presencia de quercíneas depende también de una precipitación estival y temperatura media mínima mensual más elevadas que otros casos.

La superficie ocupada por las formaciones potenciales de coníferas, ocupa una extensión aproximada del 70% del área actual. Este hecho se debe probablemente a la existencia de otras formaciones forestales con una mayor aptitud en la zona. El hábitat potencial se distribuye por zonas de alta elevación, relieve montañoso, zonas influenciadas por la curvatura y la orientación.

La distribución potencial de las formaciones forestales de frondosas viene a ocupar un área de aproximadamente 1300 km^2, frente a una superficie actual de 43. Esto puede indicar que estas especies están escasamente representada en la zona frente a su aptitud potencial. El hábitat potencial se distribuye en zonas caracterizadas por sustratos no consolidados, excluyendo zonas con riesgo de deslizamiento en masa y fuerte erosión. Ocupan preferentemente suelos ácidos o neutros, con baja saturación del complejo de cambio y de textura más gruesa.

La superficie total ocupada por las formaciones potenciales de eucaliptos ocupa una extensión aproximada de 400 km^2, frente a 660 en la actualidad. El área de distribución actual del eucalipto se ha hecho en detrimento de otras especies autóctonas que presentan una mayor aptitud. En la propuesta final de usos, las quercíneas desplazan a las formaciones de eucaliptos de su hábitat actual. Así ocurre en las zonas de sierra, por ejemplo.

Evaluación y planificación del uso de suelo del Ejido Atécuaro, Municipio de Morelia (Michoacán, México)

M. Medina Mendoza, A. Cabrera González, J. M. Ortega Rodríguez

anidem_leunam@yahoo.com.mx, acabrera@zeus.umich.mx, jmor59@yahoo.com.mx
Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia (México)

Introducción

El Ejido Atécuaro se localiza en una zona de vocación forestal situada 15 km. al sur de la Ciudad de Morelia. En él se ha dado un cambio de uso del suelo de forestal a agrícola que ha impactado la zona en cuanto a la pérdida de masa forestal y que hace necesario evaluar la aptitud de las tierras para el uso agrícola, identificando los factores que lo limitan, para tener argumentos sólidos en la planificación del uso del suelo dentro del programa de ordenamiento territorial.

Objetivo

Clasificar el suelo en base a su capacidad de uso y realizar la zonificación del Ejido Atécuaro con propuestas de manejo para su aprovechamiento sustentable.

Metodología

Se definieron áreas ambientalmente homogéneas en base a la sobreposición de mapas: geológico, edafológico, de pendientes y de uso del suelo, las cuales sirvieron como base de muestreo y para la zonificación propuesta en la planificación del uso del suelo.

Se evaluó la capacidad de uso del suelo, utilizando el instructivo de Cabrera y Col.(1996), en el que por medio de la cuantificación de distintos factores edáficos y características ambientales de las áreas de muestreo se clasifican los sitios de acuerdo a su aptitud para el uso agrícola. Se hizo la comparación entre el uso actual y la capacidad de uso.

La "calidad de sitio" y su manejo se definió mediante la utilización de la evaluación espacial multicriterio, teoría de conjuntos difusos y el proceso analítico jerárquico (en Ortega,2003). La metodología permitió integrar el conocimiento experto, expresado en forma de un conjunto de criterios de selección, en una estructura jerárquica de decisión, a la cual se incorporó el componente espacial mediante el uso de un sistema de información geográfica. Los resultados se sintetizan en un conjunto de mapas que dividen el territorio en clases de aptitud para diferentes objetivos.

Referencias

Cabrera, G.A., Ortega, R.J.M., Ayala, G. (1996). Instructivo para la evaluación de la capacidad de uso del suelo. Editorial USMNH. Morelia (México).

Ortega, R. J.M., 2003. Evaluación multicriterio y sistemas espaciales de toma de decisiones aplicados a la planeación del uso del suelo en la Cuenca de Cuitzeo, Michoacán. Tesis de Maestría. Facultad de Biología. UMSNH. Morelia (México).

Pósteres

Área 1: Física del suelo y gestión del agua

Efecto de los restos vegetales sobre el comportamiento hidrológico y la pérdida de suelo en un horizonte de laboreo susceptible al encostrado

J. M. Mirás Avalos[1], A. Paz González[1], P. Sande Fouz[1], E. Vidal Vázquez[2] & I. Bertol[3]

[1] Facultad de Ciencias. Univ. de La Coruña. Campus de La Zapateira s/n, 15071 La Coruña, España. E-mail: josemanu@udc.es

[2] Escuela Politécnica Superior. Univ. de Santiago de Compostela. Campus Universitario s/n, 27002 Lugo, España. E-mail: evavidal@lugo.usc.es

[3] Dpto. de Solos. Univ. do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões 2090, CEP 88500-000, Lages-SC, Brasil. E-mail: a2ib@cav.udesc.br

---

Este trabajo evalúa la utilización de residuos de cosecha para proteger la superficie del suelo frente a la degradación de la estructura y a la erosión. Se llevó a cabo un ensayo experimental bajo condiciones de lluvia simulada con cinco tratamientos diferentes sin repetición. El diseño experimental consistió en microparcelas de 1 m^2 provistas de un colector. La pendiente, similar en todas las parcelas, era de aproximadamente 0,12 m m^{-1}, y se aplicaron restos de maíz picado en cantidades crecientes, desde 0 hasta 4 t ha^{-1}. El suelo estudiado fue un Cambisol dedicado a cultivo, cuya estructura estaba degradada. Al inicio del experimento la superficie de las microparcelas ya estaba encostrada como consecuencia de la aplicación previa de 75 mm de lluvia simulada. Sobre la superficie evolucionada se aplicó una lluvia de 65 mm h^{-1} de intensidad y una hora de duración. Se llevaron a cabo medidas directas de escorrentía superficial y pérdidas de suelo; además, se pudo evaluar indirectamente la infiltración por diferencia entre la precipitación y la escorrentía. Se puso en evidencia un efecto importante de la cantidad de restos vegetales en la superficie sobre la escorrentía, las pérdidas de suelo y la infiltración. Los valores de escorrentía se situaron entre 55,96 mm y 26,18 mm disminuyendo linealmente conforme aumenta la cantidad de maíz picado mientras que los valores de pérdida de suelo oscilaron entre 73,4 kg m^{-3} y 22,17 kg m^{-3} y también fueron inversamente proporcionales a la cantidad de restos vegetales añadidos. Dado que se alcanzaron condiciones próximas al estado estacionario durante la infiltración, se pudo evaluar también la conductividad hidráulica que varió entre 4,7 mm h^{-1} y 31,85 mm h^{-1}, aumentando conforme la cantidad de restos añadidos a la superficie era mayor. Se concluye que la cobertura de la superficie del suelo resulta una medida eficaz para proteger la superfice del suelo y reducir la erosión

Agradecimientos: Este trabajo se llevó a cabo en el marco de un proyecto de investigación financiado por el MEC de referencia AGL2003-09284-C02-01.

Influência do controlo da vegetação herbácea sobre a conservação da água do solo em olivais no Alentejo

C. Alexandre[1], J. Andrade[2] & T. A. [3]

[1] Dep. de Geociências e ICAM, Univ. de Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora; tel: 266745301; fax: 266745397; e-mail: cal@uevora.pt
[2] Dep. de Geociências, Univ. de Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora
[3] Colaboradora no Projecto AGRO nº298

As mobilizações de conservação em culturas arvenses são objecto de estudo em Portugal há mais de 20 anos mas, contrariamente ao que se verifica em Espanha, não existe ainda a mesma experiência na sua aplicação em olivais. O estudo de diferentes alternativas de mobilizações de conservação visa um controlo eficaz da vegetação herbácea e arbustiva, bem como uma melhor conservação do solo e da água. O controlo da água disponível no solo, sendo importante para a condução de qualquer olival, tem especial relevância nos anos que se seguem à instalação, tanto mais quanto maior o risco de ocorrência de anos anormalmente secos. Neste trabalho apresentam-se os resultados de mais de 2 anos de monitorização da humidade do solo em olivais jovens, em que se aplicam 3 técnicas de controlo da vegetação herbácea: cobertura com luzerna (L), mobilização tradicional (M) e não mobilização – controlo da vegetação espontânea com herbicida na linha e por corte na entrelinha (N). Este estudo decorre próximo de Moura, Alentejo (Herdade dos Lameirões - DRAAl) em 6 parcelas de olival (var. "Galega"), situadas numa encosta com 4-5% de declive, num Solo Calcário Vermelho Para Barro derivado de calcários não compactos associados a xistos (Vc') segundo a Classificação dos Solos de Portugal, ou Cambissolo vértico (calcárico, crómico) pela terminologia WRBSR. A humidade do solo foi objecto de três tipos de monitorização: irregular, com determinação da humidade gravimétrica em especial na camada 0-10 cm; periódica, quase quinzenal, com sondas PR1 (Delta-T) [(1)] até aos 40 cm; contínua, com as mesmas sondas e profundidades anteriores. Os resultados obtidos com as sondas PR1 são comparados com a humidade gravimétrica e com medições com sondas mais recentes (PR2), sendo discutidos essencialmente em termos comparativos. As principais diferenças no teor de água do solo detectadas entre os 3 tratamentos reflectem o grau de desenvolvimento do coberto de herbáceas, em especial na camada dos 0 aos 20 cm e durante as fases de secagem. O contraste foi mais evidente na segunda metade do Inverno e início da Primavera, período em que se registaram teores de humidade mais altos entre os 0 e os 20 cm no tratamento N, em coincidência com um grau de desenvolvimento do estrato herbáceo muito inferior ao verificado nas outras duas modalidades L e M. O adicional de humidade conservada na camada superficial do solo com o tratamento N pode ser especialmente relevante para a gestão de olivais regados em anos secos, contribuindo para protelar o início da rega e reduzir o consumo de água.

As referências a marcas têm apenas fins informativos e não implicam qualquer tipo de compromisso por parte dos autores.

Efeito da ripagem e introdução de lamas na redução das perdas de água e solo, por escorrimento superficial, em Leptosolos do Baixo Alentejo

M. A. Castelo Branco [1], F. P. Pires [1], M. R. Menino [1], A. S. Araújo [1], A. Varela [1], A. Guerreiro [1], J. Vicente [1], O. Monteiro [1] & E. Sequeira [2]

[1] Estação Agronómica Nacional, Av. da República, 2784-505 OEIRAS - Portugal
[2] Liga para a Protecção da Natureza - Estrada do Calhariz de Benfica 187, 1500-124. Lisboa (Portugal)

A mobilização intensa do solo é considerada como uma das técnicas conducentes à perda da camada arável, mais rica em matéria orgânica, com consequente decréscimo da sua fertilidade. Os solos derivados de xisto no Baixo Alentejo são geralmente pouco espessos e pobres em matéria orgânica, sinal evidente de degradação. Dada a sua multifuncionalidade em termos ambientais, económicos, sociais e culturais, é urgente e imprescindível a recuperação e conservação desta grande mancha de solos. Numa parceria Estação Agronómica Nacional – Liga da Protecção para a Natureza e no âmbito de um projecto Agro, instalou-se um ensaio, numa área de 26 ha, na Herdade de Vale Gonçalinho, em Castro Verde, em que predominam Leptossolos. Inserido neste ensaio, efectuou-se um estudo com o objectivo de se proceder a uma análise comparativa dos escorrimentos superficiais, originados pela água de precipitação não infiltrada no solo, bem como dos sedimentos por eles transportados. A área em estudo foi dividida em 13 talhões, com cerca de 2 ha cada, sujeitos a diferentes formas de ocupação do solo: alqueive, trigo, aveia ou pousio. Em cada um dos talhões efectuaram-se as seguintes modalidades: ripagem, ripagem com aplicação de lamas residuais urbanas e testemunha (onde não foi efectuado qualquer intervenção). Em cada modalidade de cada talhão foram colocadas caixas de erosão (1m x 2m) ligadas a depósitos para recolha da água e sedimentos. Anualmente quantificou-se o volume de água escorrida e a quantidade de sedimentos. No conjunto dos três anos e das três modalidades só se registaram diferenças significativas entre o volume de água de escorrência do pousio (41,8 L) e do alqueive (19,5 L). No conjunto das modalidades ensaiadas, a testemunha apresentou, para o volume de água de escorrência, valores significativamente superiores (51,5 L) em relação à ripagem (25,9 L) ou à ripagem e incorporação de lamas (33,6 L). Analisando o conjunto de dados de ano para ano, foi no 3º ano que se registaram valores significativamente inferiores de água de escorrência (17,9 L), em relação aos anos anteriores. Relativamente à quantidade de sedimentos, o valor mais elevado foi registado nos talhões com trigo (293,9 kg/ha) e o mais baixo nos de pousio (84,3 kg/ha). Quanto às modalidades, a quantidade de sedimentos na testemunha (260,0 kg/ha) foi significativamente superior comparativamente com as restantes modalidades (56,0 kg/ha). Para o conjunto dos sistemas e modalidades ensaiadas, a quantidade de sedimentos não variou significativamente de ano para ano (123,7 kg/ha). Estes resultados justificam-se devido às mobilizações verticais e profundas a que foram sujeitos os solos nas modalidades ripagem e ripagem + lamas o que permitiu uma maior infiltração da água e consequentemente o arrastamento de menor quantidade de sedimentos.

Caracterización del color de los suelos gallegos. Análisis de los parámetros que dificultan su apreciación.

B. Prieto, B. Carreja, & B. Silva

Dpto. de Edafoloxía e Química agrícola. Fac. Farmacia. Univ. Santiago de Compostela. 15782-Santiago de Compostela

---

La caracterización del color de los suelos se realiza habitualmente por comparación con cartas de colores. La objetividad de este método ha sido ampliamente cuestionada por varios autores. Sin embargo, la realidad es que este método sigue empleándose de forma general. Se hace necesario, por tanto, analizar qué parámetros del color y qué componentes del suelo son responsables de estas diferencias. Por ello se tomaron muestras de perfiles desarrollados sobre diferentes materiales de partida en Galicia: granito, pizarra, esquistos y serpentinita, que presentan colores de tonalidades amarillenta, grisacea, anaranjada y rojiza, respectivamente. El color de cada horizonte fue determinado por 20 observadores empleando la clave de Munsell y también mediante espectroscopia de reflexión realizando 20 medidas en el espacio L*a*b*. Los datos Munsell fueron convertidos a valores L*a*b*. La comparación de los resultados puso de manifiesto que son los horizontes más oscuros los que presentan una mayor dificultad de caracterización mediante la clave de Munsell pues hay una mayor dispersión de las lecturas obtenidas por los observadores. Esto es especialmente cierto en los epipedones, donde se da una menor coincidencia entre las lecturas (menor del 25%) independientemente de la coloración aportada por el sustrato. Sin embargo, es en estos horizontes superficiales en los que el valor medio de los datos de los observadores se aproxima más al valor considerado real (obtenido por espectroscopia). En todos los casos se apreciaron diferencias significativas entre los dos procedimientos de medida en el parámetro L*, mientras que los parámetros a* y b* no siempre fueron significativamente diferentes, de manera que parece ser la luminosidad el parámetro que más dificulta la apreciación del color de estos suelos.

Estabilidad de los agregados de un suelo de cultivo con dosis crecientes de resíduos orgânicos líquidos

E. Vidal Vázquez[1], J. M. Mirás Avalos[2], I. Bertol[3] & F. Souto Jorge[1]

[1] Escuela Politécnica Superior. Univ. de Santiago de Compostela (USC). Campus universitario s/n, 27002 Lugo, España. E:mail: evavidal@lugo.usc.es
[2] Facultad de Ciencias. Univ. de La Coruña. Campus de La Zapateira s/n, 15071 La Coruña, España. E-mail: josemanu@udc.es
[3] Dpto. de Solos. Univ. do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões 2090, CEP: 88500-000 Lages-SC, Brasil. E-mail: a2ib@cav.udesc.br

---

La agricultura intensiva y los sistemas de laboreo convencionales han causado una disminución del contenido en materia orgánica del suelo, lo que conlleva la degradación de la estructura. El efecto de la materia orgánica como uno de los principales agentes cementantes que contribuye a la agregación. ha sido puesto de manifiesto bajo diferentes condiciones climáticas y edáficas. El abonado con materiales orgánicos debería de contribuir a la agregación, incluso cuando el suelo tiene cantidades importantes de materia orgánica, como ocurre bajo clima atlántico. por otra parte el reciclado de restos vegetales y residuos en el suelo está siendo alentado desde los diversos organismos autonómicos nacionales y de la unión europea con competencia sobre dicho tema. En este trabajo se analiza el efecto de la fertilización con purín sobre la estabilidad de la estructura. Se llevó a cabo una experiencia de campo en una parcela agrícola situada en el término municipal de A Pastoriza (Lugo) a una altitud media de 470 m, con una pendiente media del 6 % que oscila entre el 2 y el 10%. El horizonte superficial del suelo presenta textura franca. Se aplicaron tres dosis diferentes de purín de $30m^3$/ha, $60m^3$/ha y $90m^3$/ha, con un contenido medio en materia seca del 3%. Como testigo se utilizó una parcela con una dosis y formulación usual de abono químico que fue aplicado durante la siembra. El diseño experimental consistió en bloques al azar con cuatro repeticiones. La toma de muestra para el análisis de los agregados se llevó a cabo entro 0 y 5 cm. de profundidad tras cuatro aplicaciones de purín durante un intervalo de dos años, de tal modo que las cantidades acumulativas de residuo líquido en los cuatro tratamientos eran de 0, 120, 240 y 360 m^3/ha. Se determinó la estabilidad de loa agregados al agua y se calculó el diámetro medio ponderal (DMP). Se puso de manifiesto que la fertilización con purín presentaba un moderado incremento de la estabilidad de los agregados en la capa superficial (0 a 5 cm.) tras dos años de aplicación continuada. La estabilidad de los agregados era significativamente más elevada en los tratamientos con purín que en el testigo, si bien las diferencias entres los tres tratamientos con diferentes dosis de residuo líquido no siempre eran significativas.

Agradecimientos: Este trabajo se llevó a cabo en el marco de un contrato dentro del Programa Juan de la Cierva (MEC), proyecto AGL2003-09284-C02/AGR.

El color como estimador de la estabilidad de agregados de suelo

M. Sánchez-Marañón [1], J. M. Martín-García [2] & R. Delgado [1]

[1] *Dpto. de Edafología y Química Agrícola, Univ. de Granada*
[2] *Dpto. de Geología, Univ. de Jaén*

Introducción

La arcilla, materia orgánica, y óxidos de hierro y aluminio influencian la estabilidad de los agregados (Marshall et al, 1999) y colorean el suelo (Simonson, 1993). La matriz arenosa del suelo se colorea, en mayor o menor medida, según su grado de recubrimiento por los constituyentes de menor tamaño (Sánchez-Marañón et al., 2004). Por este motivo, en suelos con génesis y composición similar, el color de los agregados podría ser un estimador de su estabilidad. Este trabajo investiga las relaciones entre estabilidad y color de agregados de suelos de pistas de esquí restauradas de Sierra Nevada (SE España). El interés del estudio radica en valorar la posibilidad de emplear métodos colorimétricos para el control de la evolución estructural del suelo después de los tratamientos de restauración.

Materiales y métodos

Se estudiaron 16 muestras de horizonte A de Cryorthent típicos entre 2000 y 3000 m de altitud. Los contenidos en arena, arcilla y carbono orgánico son 62-82%, 4-10%, y 0.4-1.9%. El hierro libre oscila entre 0.8 y 2.14 %, los pHs son neutros o ligeramente ácidos, y el complejo de cambio está dominado por Ca++. La estabilidad de las fracciones de agregados 1-2mm y 0.25-1mm se determinó con un tamizador en húmedo Eijkelkamp, calculando el contenido total de agregados (TA), agregados estables en agua (WSA) e índice de estabilidad (Kemper & Rosenau, 1986). El color de las fracciones <2mm, 1-2mm y 0.25-1mm se midió con un espectrofotómetro Minolta CM-2600d: d/8, D65, 10º, CIELAB (Torrent y Barrón, 1993).

Resultados

En la fracción 0.25-1mm TA varió entre 25.2 a 49.7%, mientras que sólo fue de 10.6 a 37.0% en la fracción 1-2mm. Los agregados más pequeños resultaron también con un índice de estabilidad mayor (0.61 ± 0.11 frente a 0.40 ± 0.14). En promedio, el color de la fracción 0.25-1mm (L*= 45.0, a*= 2.1, b*= 12.7, C* 12.9, h*= 81.1) es algo más claro, cromático y rojo (diferencias estadísticamente significativas en L* y b*) que la fracción 1-2mm (L*= 43.4, a*= 1.6, b*= 11.2, C* 11.3, h= 81.9). Se encontraron además correlaciones positivas de TA y WSA con L*, a*, b* y C* (0.52* a 0.69**), ratificando que el mayor contenido y estabilidad de agregados origina cromaticidad y rojez. El contenido de arcilla se correlacionó con a*, b*, C* (0.60** a 0.85***) y h* (-0.80***), y un análisis factorial mostró a WSA de las fracciones 0.25-1mm y 1-2mm (cargas 0.896 y 0.931) alineado con la arcilla (0.911), lo cual señala a este constituyente como el principal agente estabilizador de la estructura y responsable de los cambios de color cuando el material de suelo se agrega.

Conclusiones

La formación y estabilidad de agregados en suelos de textura gruesa está condicionada por el contenido de arcilla. En suelos cuya matriz es acromática y oscura, la medida del color es sensible al estado de agregación y al contenido de arcilla.

Agradecimientos: Proyecto CGL2004-02282BTE.

Comparação das perdas de solo por erosão estimadas usando o modelo WEPP com as medidas num povoamento florestal em fase de instalação

C. Nogueira [1]*, T. de Figueiredo [1], F. Fonseca [1], A. Guerra [1] & A. Martins [2]

[1] Escola Superior Agrária de Bragança, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Tel: 273 303 200 – Fax: 273 325 405 – E-mail: clonogueira@sapo.pt (projecto AGRO, nº156, Medida 8, Acção 8.1)*

[2] Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013,5001-911 Vila Real, Tel: 259 350209 – Fax: 259 350480 – E-mail: amartins@utad.pt

---

O WEPP (*Water Erosion Prediction Project)*, desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, representa uma tecnologia de previsão de erosão, baseada em princípios fundamentais tais como: geração estocástica do clima, teoria de infiltração, hidrologia, fisica do solo, desenvolvimento vegetativo, hidráulica e mecanismos de erosão. As vantagens mais notáveis do modelo incluem a capacidade de estimar a distribuição da perda de solo, espacial e temporalmente, permitindo a sua extrapolação para diferentes condições, que seriam inviáveis a nível prático e económico, recorrendo a trabalho de campo (Flanagan *et al.*, 1995).

O presente trabalho tem como objectivo comparar os valores de perda de solo estimados através do modelo WEPP com os medidos num povoamento florestal em fase de instalação.

O ensaio experimental, com um povoamento misto de *Pseudotsuga mensiezii* e *Castanea sativa*, situa-se em Lamas de Podence, NE de Portugal, a cerca de 700 m de altitude, e compreende talhões de 375 m^2, sujeitos a diferentes técnicas de preparação do terreno, dispostos aleatoriamente em três blocos, representando situações topográficas de planalto (Bloco I), encosta de declive acentuado (Bloco II) e encosta de declive moderado (Bloco III). Nos talhões em que a técnica de preparação do terreno usada foi ripagem contínua, seguida de lavoura contínua segundo o maior declive, foram colocadas duas micro-parcelas com 1m de largura e comprimento ≈14 m, onde se recolheu a água de escoamento e o sedimento transportado, após cada evento de precipitação nos anos de 2002 e 2003. As micro-parcelas no Bloco I, no Bloco II e Bloco III apresentam os seguintes declives respectivamente: 6,2%; 23,9% e 8,5%. Para as estimativas com o WEPP, foram introduzidos os ficheiros clima, solo e as características geométricas das micro-parcelas.

A relação entre os valores de perda de sedimento média anual observada no ensaio e os valores estimados foi de 0,039; a relação entre os valores de escoamento médio anual observado no ensaio e os valores estimados foi de 19,38. A relação entre os valores médios anuais de perda de solo medidos e os valores estimados: no Bloco I foi de 0,95, apresentando como valores mínimo e máximo 0,13 e 2,55 respectivamente; no Bloco II foi de 0,033, variando entre 0,016 e 0,048 e no Bloco III foi de 0,089, compreendendo os valores de 0,0056 a 0,21. A relação entre os valores de escoamento médios anuais observados e os estimados foi no Bloco I de 0,56 variando de 0,23 a 0,86; no Bloco II foi de 0,035 tendo como mínimo 0,017 e máximo 0,049 e no Bloco III foi de 0,033 variando de 0,007 a 0,065, nesta relação nunca se verificou nenhum valor superior a 1. As diferenças observadas entre blocos devem-se às características do solo, assim como às características geométricas das micro-parcelas. Verifica-se que os valores observados de escoamento anual são inferiores aos valores estimados em diferentes períodos de simulação, sendo esta diferença, de uma forma geral, menor quando aumenta o período de simulação.

Os resultados mostram que o modelo não representa com fiabilidade as condições experimentais, sendo pertinente a sua calibração para as condições dos povoamentos florestais em fase de instalação.

Humedad en los susbtratos de restauración y respuesta de la vegetación.

R. Josa[1], M. Jorba[2], A. Hereter[3] & R. Vallejo[4].

[1] ramon.josa@upc.edu, [2] montsejorba@ub.edu, [3] agnes.hereter@upc.edu, [4] vvallejo@ub.edu

Introducción

Los materiales utilizados en la restauración de canteras tienen un comportamiento hidrológico que amenudo es critico para la vegetación que deben albergar segun los planes de restauración. La lluvia o las aguas de los riegos de soporte que se aplican, tienen una efectividad limitada por causa de la baja capacidad delos substratos para retener el agua temporalmente. En esta comunicación se analiza el efecto que provoca en la vegetación (fase de implantación) el uso de substratos elaborados con los materiales de rechazo de las propias explotaciones de caliza (producción de áridos y de cemento) enmendados con diferentes tipos de lodos de EDAR tratados.

Materiales y métodos

Composición de la fracción mineral de los substratos utilizados: I) Material del decapado procedente del propio perímetro explotado y II) Material de rechazo del proceso de trituración de la piedra calcárea.

Enmiendas orgánicas aplicadas: i) Lodos de EDAR deshidratados y compostados y ii) Lodos de EDAR deshidratados y secados térmicamete.

Como material vegetal introducido para evaluar la eficiencia del sustrato se ha utilizado una mezcla de las especies siguientes: *Dorycnium pentaphyllum, Dactylis glomerata, Lolium multiflorum, Brachypodium retusum, Medicago sativa, Lotus corniculatus* y *Sanguisorba minor.*

Fueron sembradas, aprimeros de mayo, a razon de 30 g/m^2. La respuesta de la vegetación se ha evaluado en las fases de germinación (numero de individuos) y en septiembre del primer año (recubrimiento vegetal).

La experiencia se ha realizado en contenedores de 150 L de capacidad. En la base de cada uno de ellos se ha situado una capa de gravas de unos 20 cm (gravas gruesas) para permitir el drenaje. Encima se ha dispuesto una capa de unos 30 cm del substrato a ensayar. Corresponde a unas condiciones de disponibilidad hídrica del sustrato desfavorables, pero relativamente pròximas a las condiciones reales.

Se han utilizado cuatro réplicas de cada sustrato y se han establecido dos controles de residuo mineral sin aplicación de enmiendas.

Se ha controlado puntualmente, pero de forma simultànea, el contenido de agua de los substratos mediante sondas de TDR verticales y fijas. Los substratos se han sometido a de humedad muy distintas: inmediatamente antes y despues del riego, hasta al cabo de una semana.

Los resultados de humedad se han analizado estadisticamente mediante un analisis de la varianza y se relacionan con la respuesta de la vegetación.

Conclusiones

Se exponen las relaciones entre el comportanmiento hidrológico del substrato en función de las características granulométricas del material mineral del substrato y la respuesta de la vegetación en esos dos momentos. Se observa una relación entre las caraterísticas de los substratos, su contenido en agua y la respuesta de la vegetación.

Influência do freixo (*Fraxinus angustifolia* Vahl) nas características físicas do solo num lameiro do Nordeste de Portugal

E. Pereira [1] & M. Madeira [2]

[1] *Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança; Campus de Santa Apolónia, 5300 Bragança, e-mail epereira@ipb.p*
[2] *Instituto Superior de Agronomia, Dpto. de Ciências do Ambiente, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, e-mail mavmadeira@isa.utl.pt*

Avaliou-se a influência do freixo nas características físicas do solo num lameiro do Nordeste de Portugal (Bragança), em que ocorrem vários freixos espaçados. Determinou-se a massa volúmica aparente do solo, a resistência do solo à penetração e o teor de humidade do solo em áreas sob (SIC) e fora da influência da copa (FIC) de árvores espaçadas de freixo. A determinação da massa volúmica aparente do solo foi realizada a partir de amostras não disturbadas; a resistência do solo à penetração foi avaliada através de um penetrógrafo; a medição da humidade do solo foi monitorada, durante 3 anos (2000, 2001 e 2002), através do método gravimétrico até à profundidade de 20 cm e a partir desta profundidade até 1 m com uma sonda de neutrões.

O solo das áreas sob a copa apresentou tendência para valores mais baixos de massa volúmica aparente. Os valores de resistência à penetração nas camadas superficiais do solo foram mais baixos na área SIC (0,39 MPa) do que na área FIC (1 MPa), aumentando progressivamente até à profundidade de 25 cm. A esta profundidade observaram-se os valores máximos nas duas áreas de estudo, na ordem de 3,64 MPa na área FIC e de 3,28 MPa na área SIC. O teor de humidade do solo não apresentou diferenças substanciais entre as duas áreas de estudo; contudo, durante os períodos secos observou-se um prolongamento do período de disponibilidade de água, pelo facto das árvores reduzirem a radiação incidente e consequentemente a taxa de evaporação. Em profundidade, devido às raízes das árvores, observou-se uma maior depleção de água na área SIC, sobretudo, a partir de 60 cm de profundidade.

As condições físicas observadas nas duas áreas de estudo, sobretudo a elevada resistência à penetração do solo na profundidade de 25 cm, bem como o regime hídrico do solo poderão influenciar o padrão de distribuição do sistema radical da vegetação herbácea e das raízes de freixo e consequentemente a produção de herbáceas.

Simulação do teor de água do solo num Fluvissolo e num Antrossolo com o modelo HYDRUS-1D

T. B. Ramos[1], A. Prazeres[1], N. L. Castanheira[2], P. C. Leitão[3], F. P. Pires[1], J. Reis[2], M. C. Gonçalves[1], J. C. Martins[1] & F. L. Santos[2]

[1] Estação Agronómica Nacional, Av. República, 2784-505 Oeiras, Portugal (Tiago_Ramos@netcabo.pt)
[2] Univ. de Évora, Pólo da Mitra, Apartado 94, 7000-554 Évora, Portugal
[3] Instituto Superior Técnico - Av. Rovisco Pais, 1, 1049-001 Lisboa, Portugal

---

Num Fluvissolo de textura mediana, localizado em Alvalade-Sado (Alentejo), e num Antrossolo de textura mediana, localizado em Valverde (Alentejo), procedeu-se à avaliação do teor de água do solo, em 2004 e 2005. O solo foi sujeito, entre Abril e Setembro dos referidos anos e em ambos os locais, à cultura de milho-grão, regada por um sistema gota-a-gota com aplicações trissemanais de 18 L/h em cada ponto de rega e metro linear de cultura de milho. No Fluvissolo, a rega totalizou 997 e 1012 mm, respectivamente para 2004 e 2005, enquanto que no Antrossolo foi aplicado um total de 1066 e 725 mm de água, também para os mesmos anos. Durante o restante período de tempo, o solo foi deixado em pousio e sujeito às condições atmosféricas. A metodologia utilizada para a avaliação da humidade do solo foi o sistema "time domain reflectrometry", embora com diferença nos equipamentos utilizados, ou seja, TRASE para o Fluvissolo e TRIME para o Antrossolo. A humidade foi monitorizada às profundidades de 20, 40 e 60 cm. A simulação do teor de água foi efectuada recorrendo ao programa HYDRUS-1D (US Salinity Laboratory). Este modelo requer como dados de entrada os parâmetros hidráulicos do solo, a evapotranspiração cultural e precipitação diárias e ainda a indicação das condições de fronteira aos limites (neste estudo, condições atmosféricas e drenagem livre) dos solos. As características hidrodinâmicas do solo foram determinadas a partir de amostras não perturbadas colhidas em perfis representativos dos solos em estudo. A curva de retenção de água no solo foi determinada pelos métodos das caixas de sucção, placas de pressão e evaporação. A curva da condutividade hidráulica foi determinada através dos métodos da carga constante e da evaporação. Os resultados laboratoriais foram depois ajustados ao modelo de Mualem-van Genuchten. A evapotranspiração potencial, foi avaliada pelo método de Pennam-Monteith (FAO). Os coeficientes de determinação (R^2), obtidos com análise de regressão linear simples entre os valores medidos e simulados, para o Fluvissolo foram 0.69 (n=60), 0.68 (n=61) e 0.63 (n=62) para as camadas de 20, 40 e 60 cm, respectivamente, embora no conjunto das camadas tenha sido ligeiramente mais baixo (0.59 para n=183), resultado este que corresponde a outros ajustamentos efectuados para o mesmo solo. No Antrossolo, os R^2 obtidos foram 0.43 (n=74), 0.42 (n=77) e 0.37 (n=77) para as camadas de 20, 40 e 60 cm, respectivamente. No conjunto das camadas, este coeficiente foi ainda mais baixo (0.59 para n=228), confirmando o mau ajustamento entre os valores medidos e simulados e que resulta essencialmente do equipamento de medição do teor de água utilizado neste solo. O modelo TRIME, mesmo após calibração, tem tendência a concentrar os valores numa gama muito restrita de humidades e apresenta pouca sensibilidade a variações bruscas da humidade do solo provocadas pela rega ou precipitação.

Salinidade do solo num ensaio com milho-grão com aplicação de diferentes quantidades de sal e de solução azotada na água de rega

M. J. Neves[1], A. Prazeres[1], N. L. Castanheira[2], F. P. Pires[1], S. Fonte[1], T. B. Ramos[1], M. C. Gonçalves[1], J. C. Martins[1], J. Bica[1] & M. Bica[1]

[1] *Estação Agronómica Nacional, Av. República, 2784-505 Oeiras, Portugal (m_joao_neves@yahoo.com)*
[2] *Univ. de Évora, Pólo da Mitra, Apartado 94, 7000-554 Évora, Portugal*

Neste estudo apresentam-se resultados da monitorização da solução do solo e da salinidade do solo num ensaio com aplicação de diferentes quantidades de sal e de adubação azotada através de um sistema de rega gota-a-gota em fonte tripla linear, na cultura de milho-grão. Os ensaios decorreram na Herdade da Mitra (Antrossolo de origem granítica com textura ligeira) e no Posto de Culturas Regadas de Alvalade do Sado (Fluvissolo de textura mediana). No sistema de rega existem 3 fontes: *água salina* (água de rega com NaCl), *água de rega* e *água de rega+fertilizante* (NH_4NO_3), que permite obter dois gradientes, um de salinidade, com adição de NaCl, e outro de fertilizante, com adição de solução azotada. Com este sistema é possível observar a resposta do solo e da cultura a diferentes níveis de salinidade e de adubação azotada. A distribuição da água salina permite estabelecer um gradiente de salinidade ao longo das linhas de cultura, de 4 Grupos, por aplicação de 4 quantidades diferentes, ou Modalidades, de sal em 2004 e de 3 em 2005, em função do caudal dos gotejadores do sal, em cada ponto de rega. O gradiente de fertilizante foi estabelecido ao longo dos 4 Grupos, isto é, do Grupo I para o IV, com aplicação da maior dotação de fertilizante no Grupo I e sem solução azotada no Grupo IV. A dotação aplicada foi sempre constante em cada ponto de rega cujo conjunto dos 3 gotejadores (um com a água salina, outro com a solução azotada e outro com a água de rega) debitava 18 L/h em cada metro linear de cultura de milho.

Nos dois anos monitorizou-se o teor de água e a solução do solo (condutividade eléctrica, teores em catiões solúveis e nitratos) às profundidades de 20, 40 e 60 cm. Recolheram-se amostras de solo antes e no fim do 1º e do 2º ciclos de rega, nos 4 Grupos, e em todas as Modalidades, a 3 profundidades (0-20cm; 20-40cm; 40-60cm), para determinação de vários parâmetros do solo, entre os quais a condutividade eléctrica do extracto de saturação do solo, teores em catiões solúveis e extraíveis, razão de adsorção do sódio, percentagem de sódio de troca e teores de azoto total, nítrico e amoniacal. Procedeu-se ainda à avaliação da produtividade do milho-grão nas diferentes modalidades e grupos, com determinação da matéria seca da parte aérea, da altura das plantas e do número de maçarocas por planta. Apresentam-se os resultados dos Grupos e Modalidades extremas (Grupo I A, teor máximo de sal e de azoto, e do Grupo IV C, teores nulos de sal e de azoto) que mostram as tendências da evolução dos teores de sódio, da condutividade eléctrica e dos teores em nitratos da solução do solo, da salinidade do solo, e da produtividade do milho em função dos tratamentos aplicados. No Fluvissolo de Alvalade, a salinidade mostrou ser elevada nas modalidades A e B no fim dos ciclos de rega, tendo-se atingido 10 dS m^{-1} no fim do 2º ciclo de rega. Durante o período chuvoso não ocorreu lixiviação dos sais visto que no Inverno de 2004 e na Primavera de 2005 apenas ocorreram cerca de 200 mm de precipitação. No caso da Mitra, a salinidade do solo não ultrapassou 6 dS m^{-1}, certamente devido à textura grosseira do solo, que permitiu uma lavagem mais eficiente. Nos valores obtidos para a solução do solo não se verificou uma diferença tão acentuada entre os dois locais.

Os máximos de produção foram observados para teores de N=8 e 4 g m^{-2} nas modalidades com médio e alto teores em sal. Verificou-se ainda, mais notoriamente em Alvalade, que nos casos de aplicação de baixos teores de azoto (N=0 e N =4 g m^{-2}), a produção aumentava com o acréscimo da salinidade da água de rega.

Relación entre dos índices de estabilidad estructural aplicados a suelos agrícolas

M. M. Taboada Castro, M. L. Rodríguez Blanco & M. T. Taboada Castro

Facultad de Ciencias, A Zapateira, 15071, A Coruña, España, teresat@udc.es

La estabilidad de la estructura refleja la susceptibilidad de un suelo a la degradación cuando es sometido a la acción de agentes externos. Uno de los índices mas utilizados para comparar el grado de estabilidad entre distintos suelos es el diámetro médio ponderado (DMP), sin embargo a veces resulta interesante evaluar la intensidad de la disgregación mediante ciertas fracciones de partículas obtenidas por fragmentación durante el ensayo aplicado.

En este estudio se evaluó la estabilidad estructural en catorce muestras de suelos agrícolas (cultivo y prado) formados sobre diferentes materiales geológicos (esquisto y granito). El método utilizado implica tres tratamientos: humectación rápida, desagregación mecánica y humectación lenta. Los índices de estabilidad determinados fueron el diámetro medio ponderado (DMP) y el porcentaje de partículas <200 μm. Se analizó la relación entre DMP y partículas < 200 μm, así como el efecto de la arcilla y de la materia orgánica sobre estos índices, considerando tratamientos individuales y promedios. Se constató una relación muy significativa ($p < 0,01$) de tipo exponencial entre DMP y porcentaje de partículas inferiores a 200 μm, resultando este último índice mucho mas sensible que el DMP para diferenciar entre suelos con baja estabilidad estructural. La relación entre estos dos índices es muy similar para los dos grupos de suelos (esquisto y granito) y para los tres tratamientos a que fueron sometidos. En general, los coeficientes de correlación entre arcilla o materia orgánica y el valor de los dos índices estudiados (DMP y < 200 μm) son débiles, y sólo en casos particulares se obtuvo una correlación significativa. Así, entre la arcilla y los dos índices de estabilidad se observó una correlación significativa ($p < 0,05$) para el tratamiento de desagregación mecánica y no significativa tras humectación rápida y humectación lenta. Este resultado reflejaría el efecto cementante de las partículas de arcilla aumentando la cohesión del suelo, lo cual reduce la susceptibilidad a la ruptura por impacto de las gotas de lluvia. La materia orgánica no muestra correlación significativa con el DMP. Sin embargo, se observó correlación significativa entre esa variable y el porcentaje de partículas < 200 μm tras el tratamiento de desagregación mecánica, y no significativa para los demás tratamientos.

Agregación, materia orgánica y retención de agua de suelos con diferente textura tratados con residuos vegetales

J. V. Peris Torres[1], M. J. Molina Donate[2], J. Llinares[3] & M. D. Soriano Soto[1]

[1] ETSMRE. Univ. Politécnica de Valencia, C/ Blasco Ibañez nº 10 46010 Valencia
[2] Centro de Investigaciones sobre desertificación- CIDE (CSIC-UV-GV, Camí de la Marjal s/n 46470 Albal (Valencia)
[3] EPSG Univ. Politécnica de Valencia, Ctra. Nazaret-Oliva s/n 46730 Grao de Gandía (Valencia)

El estudio del proceso de transformación, incorporación y estabilización en el suelo de restos vegetales y su efecto en la formación de agregados estables y en la retención de agua es un aspecto de gran interés en el contexto actual de desarrollo de estrategias de conservación y gestión agraria y medioambiental del suelo.

El objetivo de este trabajo es relacionar y comparar los cambios en la agregación y en la retención de agua de dos suelos de textura contrastada enmendados con dosis crecientes de residuos vegetales triturados que han sido sometidos a ciclos alternantes de humectación, desecación y mezclado de la materia orgánica con la mineral durante un periodo de varios meses. Después de este periodo se ha determinado el contenido de materia orgánica total del suelo, la estabilidad estructural y la capacidad de retención de agua a distintos potenciales hídricos.

Los resultados indican un aumento del contenido de materia orgánica del suelo, de la proporción de agregados estables y de la capacidad de retención al aumentar la cantidad de residuo añadido. Estos efectos son de distinta magnitud dependiendo de la textura.

Los macroagregados de ambos suelos son repelentes al agua cuando las proporciones de materia orgánica total incorporada al suelo alcanzan valores superiores a un umbral, siendo más repelentes los de textura gruesa. Mientras que la estabilidad estructural del suelo se relaciona con la cantidad total de materia orgánica incorporada, la respuesta de los macroagregados al test de repelencia parece estar más relacionada con la distribución de la materia orgánica y las diferencias en la composición de las sustancias húmicas, esta últimas determinadas por espectroscopía de IR

Impactos hidrológicos dos fogos florestais: primeiros resultados de medições em micro-parcelas de erosão no NE de Portugal

J. Pinheiro[1] & T. de Figueiredo[2]

[1]Aluno de Mestrado de Gestão da Conservação da Natureza da Univ. dos Açores – Tel: (+351) 273 300 240 – Fax: (+351) 273 300 241 – E-mail: jacpinheiro@hotmail.com
[2]Dep. Geociências, Escola Superior Agrária, Campus de Sta. Apolónia, ap. 172, 5301-855 Bragança. Tel: (+351) 273 303 245 - Fax: (+351) 273 325 405 – E-mail: tomasfig@ipb.pt

Os incêndios florestais no nordeste transmontano têm-se cotado como uma calamidade, com graves repercussões para as suas populações, bem como para todo o tecido sócio-económico desta região. Efeitos do fogo, como a destruição da vegetação arbórea e herbácea, facilitam os processos erosivos com perdas do solo e de água. A vegetação é considerada o factor mais importante no controlo da erosão. Em concreto e de uma forma geral, escasseia informação quantificada sobre os efeitos do fogo na erosão dos solos no nordeste transmontano.

Com este trabalho pretende-se mostrar os resultados de escoamento e perda de solo medidos no primeiro ano de ensaio em micro-parcelas, instaladas numa área florestal ardida.

Esta área de estudo é um povoamento florestal de resinosas com cerca de 400ha, ardido em 2003, situado no lugar do Palão, Freixo de Espada à Cinta, NE de Portugal. Este local caracteriza-se morfologicamente por um relevo acidentado, com altitude entre os 630m e os 760m. Os solos são dominantemente Leptossolos dístricos (delgados, ácidos e pedregosos), desenvolvidos sobre xistos metamorfizados do "Complexo Xisto-Grauváquico". O clima é mediterrânico, com médias anuais de temperatura e precipitação cerca dos 13ºC e dos 600mm, respectivamente. Neste ensaio foram instaladas micro-parcelas de medição nas encostas com as seguintes condições: aos pares; em locais não afectados por sulcos ou ravinas; com várias situações de declive (mais acentuado, moderado e mais suave), tendo também atenção a sua posição na encosta (no topo, na meia encosta e na base). Num total de sete pares, as micro-parcelas têm 1m de largura e cerca de 3m de comprimento, com declives que variam entre os 14% e os 36%. Os resultados aqui apresentados correspondem a seis colheitas de escoamento e de sedimento, realizadas na sequência de períodos de chuva, ocorridos ao longo de um ano excepcionalmente seco, com um total de precipitação cerca dos 50 a 55% da média.

O escoamento e a produção de sedimento medidos totalizaram num ano entre 34mm e 123mm, e entre 189Kg ha-1 e 1155Kg ha-1, respectivamente. As médias globais calcularam-se em cerca de 90mm, para o escoamento, e de 0,4ton ha-1, para a perda de solo. Embora ainda com carácter exploratório, as variações em torno destas médias atribuíram-se ao declive das parcelas e também à densidade do coberto vegetal, com maior perda a registar-se em parcelas com mais de 30% de declive cerca de 10% de coberto vegetal.

Os resultados apresentados são um contributo mais para o estudo do impacto do fogo no processo erosivo do solo em paisagens ardidas, particularmente durante as chuvadas intensas. Para tornar mais consistente esta informação e validar hipóteses levantadas na discussão dos resultados é necessário prosseguir com as respectivas medições.

Dinámica de las concentraciones de sólidos en suspensión a escala de cuenca rural durante sucesivos eventos de precipitación

M. L. Rodríguez Blanco, M. M. Taboada Castro & M. T. Taboada Castro

Facultad de Ciencias, A Zapateira, 15071, A Coruña, España. teresat@udc.es

El conocimiento de la dinámica de los sedimentos durante eventos hidrológicos individuales (en los cuales generalmente se transporta la mayor parte de sólidos en suspensión) o durante un año hidrológico, permite una detallada comprensión de los procesos hidrogeomóficos que tienen lugar en la cuenca. Los fenómenos de histéresis descritos por los sólidos en el transcurso de episodios de precipitación proporcionan información sobre los procesos de erosión del suelo, distribución de sedimentos y localización del área fuente. El objetivo de este trabajo consiste en analizar la evolución de las concentraciones de sólidos en suspensión durante episodios de lluvia consecutivos en las aguas superficiales de una subcuenca del río Mero (A Coruña), un ejemplo representativo de la dinámica fluvial de las pequeñas cuencas rurales del noroeste de la Península Ibérica. Para ello durante una sucesión de episodios lluviosos producidos entre el 16 y el 26 de febrero de 2006, que han dado lugar a varios picos diferenciados de escorrentía, se han recogido a intervalos regulares de tiempo, muestras de agua en el cierre de la cuenca. Las concentraciones de sólidos en suspensión se determinaron por el método gravimétrico. Las muestras de agua se filtraron a 0,45 μm y a continuación la porción retenida en el filtro se secó a 102-105ºC durante 24 horas hasta peso constante.

Los resultados muestran que en cada uno de los eventos producidos, las concentraciones de sólidos en suspensión presentan un incremento y un descenso con el flujo. Describen fenómenos de histéresis positivos, precediendo en la mayoría de los casos el pico de sedimentos al del caudal. Los elevados contenidos de sólidos en suspensión en los limbos de ascenso de los primeros eventos (con valores máximos de 565 mg/L) se deben a la elevada disponibilidad de sedimentos que pueden ser transportados al río de forma rápida, mientras que las bajas concentraciones (con valores máximos de 62 mg/L) alcanzadas en los últimos ascensos de caudal parecen reflejar un agotamiento de la fuente de sedimentos durante la sucesión de eventos.

Área 2: Contaminación y recuperación de suelos

Distribuição do urânio nas várias fases-suporte em solos da área mineira da Cunha Baixa (Portugal)

O. Neves[1], M. M. Abreu [2] & M. J. Matias [1]

[1] *Centro de Petrologia e Geoquímica, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, Portugal*
[2] *Dept Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, UTL, Tapada da Ajuda 1399-017 Lisboa, Portugal*

Os processos de degradação do solo constituem um grave problema a nível mundial, com consequências ambientais, sociais e económicas. A contaminação pontual associada a fontes confinadas, como sejam as explorações mineiras, pode representar riscos elevados para o solo e água.

A área mineira da Cunha Baixa encontra-se na província uranífera das Beiras (Viseu- Mangualde) e o seu jazigo foi explorado através de lavra subterrânea, a céu-aberto e lixiviação ácida em pilha. As repercussões ambientais da actividade mineira, desenvolvida durante cerca de 20 anos, e o seu posterior abandono traduzem-se nas águas dos poços e nos solos que têm utilização agrícola por parte da população.

Para avaliar a distribuição do urânio pelas diferentes fases orgânicas e inorgânicas, submeteram-se as amostras de solo a extracção química parcial, em modo paralelo: acetato de amónio 1M, pH 7; peróxido de hidrogénio a 30 %, pH 4,5; cloridrato de hidroxilamina 0,05M; reagente Tamm 0,175M, pH 3, na obscuridade e sob radiação U.V. Os teores de urânio extraídos pelos vários reagentes e o total, após decomposição triácida (HCl, HNO_3, HF) das amostras, foram doseados por fluorimetria no *Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales e Tecnológicas de Madrid* (CIEMAT).

O teor total de urânio nos solos (9,8-362 mg/kg) é muito superior à concentração média indicada para a maioria dos solos (1,8 mg/kg). Maioritariamente, o urânio apresenta tendência para uma ligação preferencial aos compostos de ferro não cristalino e aos óxidos de manganês. Os minerais argilosos e a matéria orgânica retêm, também, uma fracção importante de urânio em posição de troca (até 30 %). O risco ambiental traduz-se pelo aumento da disponibilidade do urânio para as culturas, o qual se encontra não só em concentração elevada na água de rega (2-3500 μg/L), mas também associado ao complexo de troca do solo onde funciona como uma reserva disponível para as plantas.

Evolução das propriedades químicas de um Cambissolo sujeito a produção de suínos ao ar livre

M. do Carmo Horta-Monteiro

Escola Superior Agrária, Quinta da Sra. de Mércules, 6000 Castelo Branco-Portugal1

A produção de suínos ao ar livre é actualmente uma alternativa à produção agro-pecuária tradicional principalmente em zonas desfavorecidas. Relativamente à produção intensiva tem como vantagens um baixo encabeçamento e, o facto de contar com o solo como o meio de deposição natural dos resíduos orgânicos produzidos. Esta forma de produção pode ter no entanto efeitos ambientais negativos, no que diz respeito à poluição do solo e transporte dessa poluição para áreas adjacentes ou águas subterrâneas.

O objectivo deste trabalho foi o de avaliar a evolução das propriedades químicas do solo e caracterizar as águas de drenagem interna, numa unidade experimental de produção de suínos parqueados ao ar livre.

Esta unidade experimental situa-se na quinta da Escola Superior Agrária de Castelo Branco – Portugal, consta de uma área total de 2.8 há e está dividida em 6 parques. Os animais encontram-se distribuídos por estes parques de acordo com a idade, estado fisiológico e sexo. Assim, existe um parque para leitões, quatro para porcas reprodutoras e um parque para varrascos. As raças em estudo são: Alentejana e Bízara O solo onde se instalou a unidade de demonstração é um cambisol dístrico (FAO, 1994), de textura média pouco ácido e pobre em matéria orgânica. O declive dos parques varia entre os 5 e os 30 % com um valor médio de 14%. Antes da instalação da unidade experimental foi caracterizado o solo, quanto ao seu teor em C_{org}, N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, Cu e Zn, pH e CE. O nível inicial destes elementos constituiu o nível base de referência deste solo. A data de início do projecto foi em Janeiro de 2005. Estabeleceu-se um plano de monitorização desta área que consta de amostragens ao solo com periodicidade mensal e de recolha de lixiviados após a ocorrência de precipitação. A colheita de terra iniciou-se em Maio analisando-se os parâmetros acima referidos. Para a recolha da água de drenagem interna, instalaram-se cápsulas de recolha de lixiviados que foram colocadas a 60 cm de profundidade. A água lixiviada foi recolhida após a ocorrência de precipitação e nesta amostra foi quantificado o azoto na forma de NH_4^+ e de NO_3^-.

Os resultados obtidos após o primeiro ano permitem-nos concluir o seguinte: i) Os níveis no solo de todos os parâmetros analisados aumentaram acentuadamente e ii) A variabilidade destes parâmetros é elevada espacial e temporalmente. A variabilidade entre parques é elevada e é função da razão nº animais/área e idade/alimentação. A acumulação no solo de elementos minerais é fortemente influenciada pela precipitação. A intensidade da precipitação e o declive dos parques favorece o arrastamento da zona superficial mais contaminada, para zonas de menor declive. A concentração em NH_4^+ nos lixiviados apresentava um valor médio de 2.1 mg L^{-1} (± 3.2), com um coeficiente de variabilidade (CV) entre parques de 152 % e o NO_3^- apresentava um valor médio de 5.1 mg L^{-1} (± 2.5) e 66% de CV.

Significado ambiental do P quantificado pelo método de Olsen

M. do Carmo Horta Monteiro [1] & J. Torrent Castellet[2]

[1] *Escola Superior Agrária Quinta Sra. Mércules, 6000 Castelo Branco-Portugal*
[2] *Univ. de Córdoba, Campus Rabanales Edificio C4- Celestino Mutis 14071 Córdoba, Espanha*

O Fósforo mineral (P) é um nutriente essencial quer em ecossistemas terrestres quer aquáticos. No entanto, uma concentração de P total de 0.02-0.035 mg L^{-1} em águas superficiais pode originar a eutrofização das águas superficiais. Existem actualmente dados que indicam que a actividade agrícola é a principal causa de introdução de P de forma difusa nos ecossistemas aquáticos. Os métodos analíticos actualmente utilizados para quantificar o P no solo são muito diversos e foram desenvolvidos com objectivos estritamente agronómicos. Deste modo, é difícil comparar resultados e estabelecer valores padrão em acções concertadas de gestão do P no solo. O objectivo deste trabalho foi o de avaliar a capacidade do método de Olsen como índice ambiental.

Utilizaram-se 32 solos agrícolas representativos das condições edáficas de Portugal. Avaliaram-se as propriedades básicas do solo, o seu conteúdo em P quantificado pelo método de Olsen (P Olsen) e efectuou-se um ensaio de desorção suspendendo o solo num electrólito diluído usando três relações solo:solução: 1:100, 1:1000 e 1:10000. Neste ensaio pretendeu-se simular a transferência de P para a água de drenagem (1:100), para a água de escoamento superficial (1:1000) e para águas superficiais (1:10000) em condições estáticas. Os frascos contendo as diversas suspensões solo:electrólito foram agitados num agitador de vai-vem nos dois primeiros dias durante 30 min e depois uma vez por semana até ao 218 dias. Recolheram-se amostras a determinados intervalos de tempo, a primeira recolheu-se passados 14 dias, a segunda ao 29 dias e depois com intervalos de 30 dias até aos 180 dias e uma última aos 218 dias. A amostra colhida foi centrifugada a 1.04 x 105 m s^{-1} durante 15 min e determinou-se o P em solução pelo método de Murphy e Riley (1962).

O ajuste dos resultados obtidos ao modelo "change-point" permitiu identificar para cada relação solo: electrólito diluído um ponto de mudança de declive ou "change point" de 21 mg kg^{-1} de P Olsen para a relação 1:100; de 57 mg kg^{-1} para a 1:1000 e 56 mg kg^{-1} para a 1:10000. O P em solução correspondente ao "change-point" para a relação 1:10000 era inferior a 0.02 mg L^{-1} no entanto, para a relação 1:1000 encontrava-se próximo do valor 0.05 mg L^{-1}. Este valor é considerado crítico em águas de escoamento superficial no que diz respeito à possibilidade de causar eutrofização em águas superficiais.

Em conclusão, a capacidade de retenção de fosfato destes solos está fundamentalmente saturada para valores de P Olsen de cerca de 50 mg kg^{-1}. Para valores superiores a este a capacidade de sorção de fosfato é baixa e a capacidade do solo em transferir P para as águas é elevada.

Metales pesados en lixiviados procedentes de suelos con diferente textura tras aplicar lodos de refinería de petróleo.

C. M. Weiland & E. Pérez

Dpto. CC. Agroforestales. Univ. de Huelva. Carretera de Palos, s/n. 21819-La Rábida (Huelva). weiland@uhu.es

---

Los residuos procedentes de refinerías de petróleo cuentan con un problema añadido sobre otros residuos industriales tradicionales, y es su contenido anómalo en Hidrocarburos (HC) y, en menor medida, Metales Pesados (MP).

La finalidad de este trabajo es determinar la influencia de la textura del suelo en la lixiviación de MP que se produce en suelos mezclados con residuos de refinería.

Para ello se disponen 18 columnas de lixiviación, de 70 cm de alto y 10 cm de diámetro, que se rellenan hasta una altura de 60 cm con suelos de diferente textura (arcillosa, limosa y arenosa), respectivamente. Se estudian dos residuos diferentes: a) lodo denominado F-Q y b) sólido inertizado R-I. Seguidamente, se añaden estos residuos de refinería a los suelos anteriores a una dosis equivalente a 3 Kg/m^2. En la parte superior de cada columna se coloca un sistema de goteo que aporta agua destilada y en la parte inferior se habilita un espacio que recoge el agua de lixiviación. Una vez extraído el lixiviado, se analiza la concentración de 'As', 'Cd', 'Co', 'Cr', 'Cu', 'Fe', 'Mn', 'Ni', 'Pb', 'Se', 'V' y 'Zn', con ICP-óptico.

Después de recoger lixiviados en tres ocasiones, con un intervalo de 6 meses entre ellos, y de realizar el estudio de los resultados, se puede concluir que los suelos arcillosos y limosos tienden a absorber los MP, que quedan retenidos en sus posiciones de cambio. Por el contrario, los suelos arenosos tienen menor capacidad de retención, sobre todo en los MP 'Fe' y 'Mn'. Las concentraciones de 'As', 'Cd', 'Co', 'Se' y 'V' en los lixiviados es inferior al límite de detección.

Lixiviación de metales pesados en suelos con diferente pH tras aplicar lodos procedentes de refinería

C. M. Weiland & E. Pérez

CC. Agroforestales. Univ. de Huelva. Carretera de Palos, s/n. 21819-La Rábida (Huelva).

Las industrias del refino del petróleo generan una serie de residuos entre los cuales destacan los lodos con hidrocarburos (lodos F-Q). Estos lodos presentan una cierta cantidad de elementos minoritarios (Fe, Mn, Ni, Zn, etc.), que se encuentran en bajas concentraciones y que se incluyen dentro de la categoría de Metales Pesados (MP). Para asimilarlos a residuos urbanos, estos lodos F-Q se inertizan y se transforman en los denominados residuos inertizados (R-I), los cuales siguen manteniendo una cierta cantidad de MP.

El objetivo de esta investigación es determinar la influencia del pH del suelo en la lixiviación de MP que se produce en suelos mezclados con residuos de refinería.

Para llevar a cabo esta investigación, se introducen cilindros huecos (70 cm de altura y 10 cm de diámetro) hasta una profundidad de 60 cm, en 7 suelos de pH ácido de eucaliptales de Rociana del Condado (Huelva), en 7 suelos de pH neutro cercanos al estero Domingo Rubio (La Rábida-Huelva) y en 7 suelos de pH básico de viñedos de Jeréz de la Frontera (Cádiz). Seguidamente, en cada cilindro se añaden los residuos F-Q y R-I en cantidades equivalentes a 1.5, 3.0 y 4.5 Kg/m^3, respectivamente. Para obtener lixiviados, a cada cilindro o columna de lixiviación se le acopla en un extremo un sistema de goteo, que aporta agua destilada, y en el otro extremo, un recipiente donde se recoge el agua de lixiviación. Una vez extraído el lixiviado, se analiza la concentración de 'As', 'Cd', 'Co', 'Cr', 'Cu', 'Fe', 'Mn', 'Ni', 'Pb', 'Se', 'V' y 'Zn', con ICP-óptico.

Después de recoger lixiviados en tres ocasiones, con un intervalo de 6 meses entre ellos, los resultados indican que el pH ácido del suelo aumenta la solubilidad de algunos elementos. En concreto, los lixiviados de suelos ácidos que tienen lodo F-Q presentan concentraciones superiores de 'Mn', 'Ni'y 'Zn'. La concentraciones de 'As', 'Cd', 'Co', 'Se' y 'V' en los lixiviados es inferior al límite de detección.

Valores de fondo y de referencia para Cd, Co, Cr, Cu, Pb y Zn en suelos del Campo de Cartagena (Murcia SE España)

J. A. Hernández Bastida[1], M. T. Fernández Tapia[2] & M. A. Alarcón Bernal

Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología. Univ. de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Espinardo, Murcia, España. [1] hbastida@um.es, [2] ftapia@um.es

La necesidad de establecer criterios que permitan determinar el estado de degradación del suelo ha llevado a seleccionar ciertos parámetros del mismo, estimando paralelamente niveles de referencia para ellos, que resulten útiles para establecer la calidad ambiental del mismo. Así ocurre, entre otras características y propiedades del suelo, con el contenido total de metales pesados que presenta, utilizado con gran frecuencia como indicador en relación con los riesgos de toxicidad derivados de la presencia en él de altas concentraciones de elementos traza. La diversidad de suelos en cada territorio nacida de los muy diversos materiales litológicos presentes en cada uno de ellos en combinación con las variadas condiciones ambientales que se pueden dar hace que, a menudo, el establecimiento de estos niveles tenga un carácter local, estrechamente ligado a las peculiaridades indicadas para cada territorio de ahí las numerosas investigaciones en torno a este tema. Esta comunicación, parte de un trabajo más amplio en fase de redacción, presenta los resultados obtenidos para los contenidos de fondo en Cd, Co, Cr, Pb y Zn, en una amplia zona del Campo de Cartagena (Murcia, SE España), derivándose a partir de ellos los correspondientes niveles genéricos de referencia.

Se ha llevado a cabo el estudio sobre 103 muestras de capa arable (0-30 cm. de profundidad) y 12 horizontes A de diversos perfiles de suelos representativos del área de estudio, zona con una superficie próxima a los 800 km^2, dedicada en una gran parte a la agricultura tanto bajo regadío (frutales, cítricos, hortícolas) como en secano (almendros, olivos, algarrobos, etc.). Corresponden mayoritariamente (91 %) a distintos tipos de Calcisoles (háplicos, hipercálcicos, lúvicos y pétricos), tratándose de Regosoles calcáricos y espólicos el porcentaje restante. Se ha determinado en las mismas pH, carbono orgánico y carbonato cálcico total, condcutividad eléctrica del extracto de saturación así como análisis granulométrico, al objeto de establecer, en su caso, las relaciones correspondientes con los contenidos de los metales citados. Por otra parte, se ha realizado la determinación de los contenidos metálicos totales en las disoluciones resultantes de la digestión ácida de las muestras (mezcla de HF y HNO_3), bajo la adecuada rampa de presión y temperatura, en microondas mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica, usando atomización electrotérmica (ETAAS) o llama (FAAS) según las concentraciones presentadas por los citados elementos traza.

Se trata, de acuerdo con los resultados medios obtenidos, de suelos muy calizos en general (308 g kg^{-1}), pH alcalinos por tanto (7.9), contenido en materia orgánica inferior a 14 g kg^{-1}, niveles bajos de sales solubles (conductividad eléctrica $\leq$ 3 dS m^{-1}) y valores medios de arcilla (27 %). El contenido medio total de los elementos traza indicados y, por tanto, los valores de fondo derivados, resulta muy similar al obtenido por otros investigadores para zonas de características ambientales y litológicas semejantes a la estudiada en este caso. Los valores genéricos de referencia para los mismos se han derivado por adición de dos veces la desviación típica a los valores de fondo habida cuenta de la carencia de correlación estadística entre los distintos parámetros del suelo estudiados –a excepción del carbonato cálcico total- y los contenidos totales de los elementos determinados.

	Cd	Co	Cr	Pb	Zn
VF (mg kg^{-1})	0.22	7	42	4	47
VGR (mg kg^{-1})	0.53	14	89	44	105

Evaluacion de la toxicidad de suelos contaminados por la contaminacion mixta (gasoil y metales pesados)

A. Rodríguez-Ruiz[1,2], I. Susaeta[1] & I. Marigómez[2].

[1] Gaiker. Parque Tecnológico, S.A. Ibaizabal, 202. E-48170 Zamudio.
[2] Dept. Zoología y Biología Celular. Univ. del País Vasco. Apdo. de correos 644. E-48080 Bilbao.

Las actividades antropogénicas pueden afectar a la salud del suelo. El suelo, además de tener gran importancia como productor de biomasa, alimentos y minerales, es transformador de nutrientes, sumidero de carbono y filtro, transformador y almacén de sustancias contaminantes. Las lombrices, como Eisenia fetida son utilizadas como organismos centinelas en la evaluación de la salud del suelo y tests de ecotoxicidad. En este estudio tests estándar y noveles fueron aplicados en un suelo artificialmente contaminado con una mezcla de gasoil, Zn y Cd. El suelo contaminado fue mezclado con suelo no contaminado en distintas proporciones (0, 2, 4, 8, 16, 32 y 64%). La pérdida de peso, cambio de comportamiento y mortandad fueron determinadas en E. fetida tras estar expuestas durante 14 días al test de toxicidad agudo (ATT; OECD 207). Como indicadores de efectos subletales en E.fetida, la capacidad endocítica de los celomocitos fue determinado con el test de toma de rojo neutro (NRUT) y la inducción de la enzima limitante de la β-oxidación en los peroxisomas, Palmitoil Co-A oxidasa (AOX) fue determinada. Además la ecotoxicidad del suelo fue estimada con el bioensayo microtox®. De acuerdo con el ATT, la concentración letal y de efecto para el 50% de la población ocurrió por debajo del 32% de suelo contaminado. Según el NRUT cambios significativos ocurrieron en la capacidad endocítica de los celomocitos y de los niveles de inducción de la enzima AOX de la lombriz, al ser expuestas a suelo contaminado. En contra, el microtox® indica que la ecotoxicidad decrece con el tiempo en las proporciones altas de suelo contaminado. Los resultados sugieren que la combinación de los parámetros aquí utilizados pueden servir como indicadores de la salud del suelo.

Agradecimientos: Estudio financiado por el Gobierno Vasco, programa Etortek, proyecto Berrilur. ref. IE03-110.

Efecto de la Solarización sobre algunas propiedades del suelo y la degradación de herbicidas.

J. A. Hernández Bastida [1], S. Navarro García [2] & S. Bermejo Garres [3]

Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología
Univ. de Murcia. Campus de Espinardo, 30100 Espinardo, Murcia, España
[1] hbastida@um.es, [2] snavarro@um.es, [3] sbermejo@gmail.com

---

La solarización es un método utilizado para la desinfección de suelos, consiste en recubrir el suelo con una cubierta plástica, preferentemente polietileno (PE). En estas condiciones el suelo se calienta en las horas de mayor insolación de los meses de verano, alcanzando temperaturas superiores a 50 ºC lo que permite la eliminación de plagas de nematodos, insectos o malas hierbas del terreno tratado. Este efecto derivado de la acción de la energía solar y la consiguiente elevación de temperatura del suelo podría ser utilizado asímismo como una forma de acelerar la velocidad de degradación de los diversos fitosanitarios, orgánicos en su mayor parte, que se acumulan en el suelo consecuencia de su aplicación a los cultivos o al suelo directamente. Así, y siempre que no se produzca simultáneamente un efecto nocivo sobre las propiedades del suelo, podría emplearse para la recuperación de suelos contaminados por aquéllas sustancias. La presente comunicación ofrece los resultados de la aplicación de este método en condiciones de laboratorio sobre 2 tipos de suelo de cultivo, Regosol calcárico y Calcisol hipercálcico, característicos de la Región de Murcia (SE de España), al objeto de conocer la influencia de dicho proceso tanto sobre la alteración de las propiedades del suelo como en la degradación de varios herbicidas añadidos a los mismos.

El estudio se ha llevado a cabo utilizando los horizontes A de los suelos especificados anteriormente a los que se han incorporado cantidades conocidas de 5 herbicidas – simazina, sebutilazina, terbutilazina, isoproturón y metabenztiazurón – previamente seleccionados entre los componentes de distintas familias de estos compuestos. Posteriormente se recubrieron sendas muestras con polietileno de alta y baja densidad, sometiéndose al proceso de solarización durante 81 días (desde Junio a Septiembre), a lo largo de los cuales se controló la evolución de los parámetros en estudio, analizando las muestras al cabo de 7, 15, 45 y 81 días. Incluyendo dos testigos para cada tipo de suelo, un testigo saturado de agua como los suelos tratados con cubierta plástica y otro seco. Se determinó materia orgánica, nitrógeno total, pH, conductividad eléctrica, microelementos (manganeso, hierro, cobre, y cinc) y fósforo asimilable, tanto al inicio del proceso como a lo largo de cada etapa de muestreo. De la misma forma se determinaron los correspondientes contenidos de cada herbicida incorporado mediante HPLC.

Los resultados ponen de manifiesto que no se producen variaciones significativas en el pH, conductividad eléctrica y nitrógeno total, mientras que se observa una disminución de materia orgánica a lo largo de la experiencia respecto a las muestras testigo, algo más pronunciada en el caso del Calcisol hipercálcico. En el caso de los microelementos y el fósoforo se observa un tendencia general de aumento de su disponibilidad al finalizar la experiencia.

En el caso de los herbicidas, tras el tratamiento de los datos obtenidos, se obtienen unos tiempos de vida medios variables dependiendo de tres factores: el suelo, la cubierta utilizada y la naturaleza del propio herbicida. Se observa como en el caso del isoproturón, y en mayor medida en el caso de la sebutilazina y la terbutilazina, se produce un descenso de la concentración de los mismos mayor en el caso del suelo solarizado que en el no solarizado, con diferencias a su vez en los dos tipos de cubierta plástica, siendo más efectiva con el polietileno de baja densidad para el caso del Regosol calcárico, y el de alta para el Calcisol hipercálcico.

Movilización de metales pesados en un saladar contaminado por residuos de minería en el SE de España

F. J. Jiménez-Cárceles[1], J. Álvarez-Rogel[1] & A. B. Rodríguez-Caparrós[2]

*[1]Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria. Área de Edafología y Química Agrícola. E.T.S. de Ingeniería Agronómica Univ. Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52, Cartagena, 30203 Murcia, Spain. * Autor para correspondencia: *: jose.alvarez@upct.es*

[2]Servicio de Apoyo a la Investigación Tecnológica (SAIT). Univ. Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52, Cartagena, 30203 Murcia, Spain.

Introducción

Los procesos de oxido-reducción y el pH son factores que intervienen en la dinámica de los metales pesados en los suelos. En los humedales es habitual que el potencial redox del suelo varíe considerablemente, tanto temporal como espacialmente, debido a los cambios en el nivel de inundación de los suelos. Esto hace que los metales puedan encontrarse en forma soluble o insoluble en función del periodo del año o de la zona del saladar. El objetivo de este estudio fue conocer la variación espacio-temporal del contenido en metales en la solución del suelo en un saladar costero del SE de España afectado por residuos de minería.

Material y métodos

El saladar estudiado fue La Marina del Carmolí, a orillas de la laguna costera del Mar Menor, en la provincia de Murcia (España). Entre Julio de 2002 y Septiembre de 2003 se muestreó el agua de la solución del suelo en 14 parcelas, midiéndose los contenidos en Mn, Zn, Pb, Cd, Cu y As solubles. Además, en cada parcela se recogieron muestras de suelo a tres profundidades (0-10 cm, 10-20 cm, y de 20-30 cm) en las que se midieron los contenidos en carbonatos y en Mn, Zn, Pb, Cd, Cu y As totales. El pH y el Eh se midieron "in situ" en cada parcela con un equipo portátil. Por último, se midió la conductividad eléctrica en las muestras de agua de la solución edáfica.

Resultados y discusión

Los contenidos en metales totales fueron variables, alcanzándose concentraciones muy elevadas en los sectores más afectados por los residuos mineros. En general, las mayores concentraciones de metales totales se obtuvieron entre 20 y 30 cm de profundidad. Los metales más abundantes en la solución del suelo fueron Mn y Zn. En las parcelas con periodos de encharcamiento más prolongados el contenido en metales solubles tendió a disminuir en verano, debido probablemente a la mayor actividad de los microorganismos que causantes de sulfato- reducción. La entrada al humedal de aguas residuales con elevado contenido en nitrógeno y carbono solubles probablemente favoreció el proceso anterior. Los resultados indicaron que existe una relación entre los contenidos de carbonato cálcico en los suelos, el contenido en metales solubles y el contenido en metales totales del suelo a diferentes profundidades, debido probablemente a que dichos carbonatos están contribuyendo a inmovilizar los metales.

Conclusiones

La permanencia de zonas encharcadas en los suelos afectados por los residuos mineros favorece la inmovilización de los metales pesados, principalmente en verano cuando la sulfato-reducción es más intensa. En las zonas del saladar más secas donde la existencia de carbonatos es escasa, aumentó la solubilidad de algunos metales, principalmente Mn y Zn, que pueden quedar biodisponibles y ser arrastrados a otras zonas.

Agradecimientos: Los datos incluidos en este trabajo proceden de proyectos financiados por el Plan Nacional I+D+I (REN 2001-2142/GLO y CGL2004-05807). Francisco J. Jiménez Cárceles es becario de la Caja de Ahorros del Mediterráneo.

Acumulación de metales en plantas de dos humedales del Mar Menor (SE España) contaminados por residuos mineros: primeros resultados

A. María-Cervantes, F. J. Jiménez Cárceles & J. Álvarez Rogel

Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria. Área de Edafología y Química Agrícola. E.T.S. de Ingeniería Agronómica Univ. Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52, Cartagena, 30203 Murcia, España. jose.alvarez@upct.es

Introducción

La investigación se desarrolla en dos saladares de la costa del Mar Menor (la Marina del Carmolí y el Saladar de Lo Poyo) en los que confluyen la existencia de suelos afectados por residuos mineros con elevadas concentraciones de metales pesados, una gran diversidad biológica y una elevada actividad antrópica basada en usos turístico- recreativos que incluyen la recolección de plantas para fines ornamentales y, en ocasiones, alimentarios. En esta comunicación se presentan datos de contenidos de metales en suelos (algunos de ellos ya publicados) y los primeros datos sobre los contenidos de Cu, Zn, Mn, Pb, As y Cd en diferentes tejidos de 24 especies vegetales recolectadas en ambos saladares.

Materiales y Métodos

Para establecer las zonas afectadas por la presencia de metales, se realizaron diversos muestreos a lo largo de ambos saladares en los que se recogieron muestras de suelo superficiales (20 cm). Para el muestreo de la vegetación se establecieron 9 parcelas en la Marina del Carmolí y 10 en el Saladar de Lo Poyo. En cada una se recolectaron muestras de las especies vegetales más características separando, siempre que fue posible: raíz, rizoma, bulbo, tallo verde, tallo leñoso, hojas y hojarasca. De cada especie se recogieron tres ejemplares en cada humedal, procedentes de parcelas distintas. El contenido total de metales en el suelo se determinó en absorción atómica o ICP tras digestión nítrico-perclórica de las muestras. Para analizar el contenido en metales de la vegetación, el material se secó en estufa a 80ºC, se molió, se le añadió HNO_3 concentrado y agente mineralizante (mezcla de MgO y $Mg(NO_3)_2$) para evitar la volatilización del As y se colocó en un baño de arena hasta sequedad (temperatura menor de 130 ºC). Después se calcinó en horno-mufla sin superar los 450ºC. Las cenizas se disolvieron con HNO_3 0.6N analizándose en ICP-MS.

Resultados

El análisis de los suelos indicó elevadas concentraciones de metales pesados en diversas zonas de ambos humedales, algunos muy por encima de los niveles considerados tóxicos. Los más abundantes fueron Zn, Pb y Mn, apareciendo también altas concentraciones de As. Los contenidos en Cu y Cd fueron menores. En cuanto a la vegetación, el Zn fue, en general, el metal con mayor acumulación (hasta unos 3500 mg kg^{-1} de peso seco como promedio para *Atriplex halimus*) seguido de Mn y Pb. Cd, As y Cu se encontraron en cantidades de un orden de magnitud diez veces menor que los anteriores. Además de la especie citada*, Phragmites australis, Juncus maritimus* y *Tamarix boveana* estuvieron entre las especies con mayor tasa de acumulación. La mayor parte de los metales se detectó en las raíces y rizomas, con tallos verdes y leñosos a continuación. La hojarasca contuvo elevadas concentraciones de metales, superiores incluso a las encontradas en raíces.

Conclusiones

De acuerdo con los datos obtenidos, ambos humedales están fuertemente contaminados y existen importantes riesgos de toxicidad y de transferencia de estos metales pesados a la cadena trófica.

Agradecimientos: Proyecto I+D+I CGL2004-05807. A. María Cervantes es becario FPU del Ministerio de Educación y Ciencia. Gracias a Ana B. Rodríguez, Magdalena Vázquez y Ana V. Caparrós del SAIT de la UPCT por su diligencia en el análisis de las muestras en el ICP.

Fases portadoras do arsénio nos solos da área mineira de São Domingos e Pomarão, SE de Portugal

M. M. Abreu [1], E. S. Santos [2], & C. Nabais [3]

[1] *Instituto Superior de Agronomia, UTL, Tapada da Ajuda 1399-017 Lisboa, Portugal*
[2] *Faculdade de Ciências do Mar e Ambiente, Univ. do Algarve, Faro, Portugal*
[3] *Dep. de Botânica, Univ. de Coimbra, Coimbra, Portugal*

Nas antigas áreas mineiras ocorrem frequentemente escombreiras portadoras de elementos químicos em concentração elevada, que podem ser fonte de dispersão e contaminação ambiental. A mina de São Domingos (Faixa Piritosa Ibérica) situa-se no Baixo Alentejo. Aí exploraram-se a partir do *gossan*, nos tempos romanos, ouro, cobre e prata. Nos séculos XIX e XX a exploração incidiu nos sulfuretos maciços de cobre com teores elevados de zinco e chumbo. As escombreiras de *gossan* são também ricas em arsénio (1940-2960 mg/kg-As total), elemento altamente tóxico para os organismos se presente nas águas e solos sob formas disponíveis. Para avaliar a capacidade de dispersão do arsénio determinou-se a sua distribuição pelas várias fases suporte nos solos desenvolvidos sobre as escombreiras de *gossan* e solos não contaminados do Pomarão (16 mg/kg-As total). Fez-se uma extracção química paralela com: DTPA; cloridrato de hidroxilamina; reagente Tamm, na obscuridade e sob radiação U.V. O arsénio na fracção residual dos solos corresponde a 92-95% do arsénio total nos solos de *gossan* e a 20-27% nos do Pomarão. Em ambas as áreas o arsénio associado ao complexo de troca é muito baixo (<0,1% do As total). Na primeira fase de oxidação dos sulfuretos o arsénio terá ficado retido nas várias fases sólidas produto (*gossan*) ricas em ferro III. Nas fases subsequentes de meteorização e pedogénese os óxi-hidróxidos de ferro formados, cristalinos e não cristalinos retêm, respectivamente, 3-6% e 1,5-1,8% do arsénio total nos solos de *gossan*. Nos solos do Pomarão 39-45% do arsénio total ocorre nos óxidos de ferro cristalinos e 16-18% nos não cristalinos. Os solos do Pomarão, mais ricos em óxidos de manganês retêm nesta fracção 16-18% do arsénio total e os de São Domingos apenas 0,1%. Embora o arsénio total nos solos da área mineira seja muito elevado este não ocorre em formas facilmente mobilizáveis no meio através de processos geoquímicos.

Aplicación de Purín de Cerdo como Enmienda en Suelos Ácidos de Mina en la zona de Mazarrón, Murcia: Ensayos en columnas de Lixiviación

D. M. Carmona & A. Faz Cano

Grupo de Investigación en Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas. Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria. Univ. Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52, 30203. Cartagena, Murcia-España. Tel. +34-968327072. Email: dora.carmona@upct.es angel.fazcano@upct.es.

Las áreas afectadas por actividad minero-metalúrgica, con depósitos de estériles acumulados, están sujetas a lixiviación por aguas meteóricas generando drenajes ácidos, con lo cual la minimización de impacto y recuperación son investigaciones que deben tratarse desde diferentes campos. Entre las diferentes técnicas de recuperación de éstas áreas se ha considerado la aplicación de materiales alcalinos, como medida preventiva para neutralizar procesos de acidificación o inhibir la oxidación de pirita, y de otro lado potenciar la recuperación de cobertura vegetal. Para este trabajo se han realizado ensayos de lixiviación en columnas con suelo minero aplicando purín de cerdo como enmienda y posterior análisis de la movilidad de Pb, Zn, Cd y Cu, y la evolución de las condiciones de pH, CE y Eh en los lixiviados y suelo enmendado tras simulación de precipitaciones.

Las columnas de suelo minero inalterado fueron extraídas en la zona aluvial junto al depósito de estériles San Cristóbal, ubicado en el distrito minero de Mazarrón, SE, España. Los ensayos se realizan en columnas de 15 cm de diámetro y longitud de perfil edáfico de 35 cm, en 3 repeticiones. El suelo presenta condiciones extremadamente ácidas y oxidantes (pH 2,21, Eh 520 mV), y alto contenido en Pb y Zn. Como material de enmienda se utiliza purín de cerdo seco, con pH 7,79. Previo a la lixiviación se realiza una saturación del perfil desde la parte inferior con un flujo de 10 mL min^{-1}, se deja en reposo 24 horas, y se procede a los ensayos de lixiviación. Se simula el efecto de agua lluvia aplicando la precipitación media anual en la zona de 320 mm (50L/m^2) a razón de 7 mL min^{-1}. Se realizan 12 eventos de aplicación de agua tras aplicar purín de cerdo en una dosis de 3740 kg/ha/año en mezcla con los 10 cm del suelo superficial.

Los datos obtenidos muestran que tras 12 eventos de aplicación del mismo volumen de agua el suelo minero enmendado con purín de cerdo incrementa el pH a valores neutros, desde 2,21 hasta 6,0, lo que favorece condiciones reductoras y disminución en la movilidad de los metales. La evolución de lixiviados muestra una disminución de pH de 2,17 a 1,77 hasta el evento, E3, a partir del cual incrementa gradualmente hasta un pH final de 2,57. La conductividad eléctrica disminuye desde 11,2 hasta 4,8 dS/m. El comportamiento de los metales en los lixiviados muestra que Zn, Cu y Cd presentan alto contenido en los eventos iniciales y a partir del R3 disminuyen significativamente hasta 26,3, 3,55 y 0,10 mg/L respectivamente; sin embargo, el Pb incrementa paulatinamente hasta 2,17 mg/L.

Los ensayos de lixiviación con suelo enmendado con purín de cerdo muestran que tras los eventos de simulación de lluvia en un período de 12 semanas se origina una neutralización de la capa superficial hasta condiciones neutras de pH ~ 6,0, y una consecuente disminución de la movilidad de los metales; cabe anotar que los resultados positivos de recuperación son a mediano y largo plazo. La secuencia de movilidad relativa obtenida en las condiciones de los ensayos es: Zn>Cu>Cd>Pb en el caso de los lixiviados y para el suelo enmendado Zn>Pb>Cu>Cd.

De este modo se demuestra el potencial del purín en dos sentidos, por un lado debido al aprovechamiento de un residuo generado en altos volúmenes y con riesgos ambientales por su almacenamiento y prácticas de aplicación al suelo; por otro su uso como enmienda para mejorar las características de acidez de un suelo minero y su deficiencia en nutrientes y materia orgánica.

La corrección de rechazos minerales con compost de residuos sólidos urbanos para la restauración en minería: efectos en la vegetación.

M. Jorba[1], R. Josa[2], A. Hereter[3] & R. Vallejo[4].

[1] *montsejorba@ub.edu,* [2] *ramon.josa@upc.edu,* [3] *agnes.hereter@upc.edu,* [4] *vvallejo@ub.edu*

Introducción

En la recuperación de zonas afectadas por actividades mineras se utilizan rechazos minerales como sustratos. Estos rechazos són inertes y poco fértiles y deben ser corregidos y enmendados antes de iniciar la fase de revegetación. La adición de materia orgánica mejora la fertilidad física y química y favorece el desarrollo de la vegetación introducida.

Material y métodos

Se han ensayado 2 rechazos minerales generados en explotaciones de caliza. Durante la extracción del recurso minero se seleccionan y eliminan los materiales no idóneos para la obtención de áridos antes de pasar a la fase de precribado. Este tipo de rechazo (E) incluye porcentajes importantes de materiales finos procedentes de la misma variabilidad minerológica del recurso petreo, suelo de montera y elevadas proporciones de piedras y bloques originados durante las voladuras. Durante el proceso de precribado se genera otro tipo de rechazo que corresponde a la fracción inferior 4 mm (T). Estos sustratos se han ensayado a pequeña escala en anteriores proyectos y actualmente se están estudiando a escala real en varias explotaciones dentro del proyecto EcoQuarry. A continuación se presentan algunos resultados de las experiencias piloto realizadas con estos rechazos.

Los rechazos E y T se caracterizaron y corrigieron con la adición de compost de residuos sólidos urbanos procedente del Ecoparque de la zona Franca (Barcelona). Para la obtención de las mezclas se utilizó la misma maquinaria de las explotaciones y se dejaron reposar unos 20 días antes de realizar las siembras. Los rechazos con compost y sin compost se extendieron en parcelas experimentales de 250-300 m^2. Posteriormente se hidrosembró una mezcla de herbáceas (*Dactylis glomerata, Lotus corniculatus, Sanguisorba minor y Psoralea bituminosa*). Se aplicaron riegos de mantenimiento de 5 l/m^2 complementarios a las precipitaciones. En cada parcela experimental se realizó un control semanal del contenido hídrico durante el periodo seco mediante la técnica del TDR. La evolución del recubrimiento vegetal se realizó en áreas refenciadas mediante registros fotográficos estacionales y posterior observación de la presencia o ausencia de vegetación en diferentes puntos de cada área.

Resultados

La adición de compost no favorece la retención del agua en ninguno de los rechazos estudiados pero aumenta significativamente el desarrollo de la vegetación sembrada. El rechazo T presenta mejores resultados en la revegetación que E. La especie dominante en todos los tratamientos es *Sanguisorba minor*.

Propiedades bioquímicas como indicadoras de la recuperación de un suelo contaminado con elementos traza

A. Pérez-de-Mora, P. Burgos, F. Cabrera & E. Madejón

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. CSIC. Avda. Reina Mercedes, 10. 41012 Sevilla.
fcabrera@irnase.csic.es

Para la recuperación de suelos moderadamente contaminados existen técnicas blandas, poco costosas y respetuosas con el medio natural, basadas en la estabilización de los elementos traza *in situ.* La denominada Recuperación Natural Asistida, consiste en la aceleración de los procesos naturales que tienen lugar en el suelo mediante la aplicación de enmiendas y la utilización de plantas, para disminuir la movilidad y la biodisponibilidad de los elementos contaminantes. Las técnicas de recuperación natural asistida no sólo favorecen la estabilización de los elementos traza en el suelo, sino que también mejoran su fertilidad, estimulando los procesos microbiológicos y mejorando la funcionalidad del mismo.

Debido a su importancia en la funcionalidad del suelo, la actividad y la población microbiana se han considerado como indicadores útiles para evaluar, tanto la mejora, como la degradación del mismo Las actividades enzimáticas pueden servir como estimadores de las alteraciones, naturales, y antropogénicas que tienen lugar en los suelos.

En este estudio, se evaluaron los efectos de enmiendas y/o el desarrollo de una cubierta vegetal sobre la evolución de algunas propiedades químicas y bioquímicas del suelo.

El experimento se llevó a cabo durante tres campañas en contenedores(instalados al aire libre) que se llenaron de suelo procedente de los primeros 15 cm de una parcela contaminada por el vertido de Aznalcóllar al que se le había retirado la capa de lodo. Se establecieron 5 tratamientos en los que los suelos se enmendaron con cuatro materiales orgánicos: compost de residuos sólidos urbanos (CRSU); compost de biosólidos de aguas residuales urbanas (CB), leonardita comercial (LEO), y hojarasca poco descompuesta de un bosque de castaños (LIT) y un material inorgánico: espuma de azucarera (EA). En la primera campaña se aplicó una dosis equivalente a 100 Mg ha^{-1} y en la segunda a 50 Mg ha^{-1}. En la tercera campaña los suelos se dejaron sin enmendar. En cada campaña se sembró *Agrostis stolonifera* L. Se dispusieron dos tratamientos control sin enmendar: uno de ellos con siembra de Agrostis (CTRP) y el otro sin establecimiento de cubierta vegetal (CTR). Los contenedores se dispusieron siguiendo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Después de 1, 6, 18 y 30 meses desde la primera aplicación de enmiendas se analizaron las siguientes propiedades del suelo: pH, carbono orgánico total (COT), carbono hidrosoluble (Chid), elementos traza extraíbles en $CaCl_2$, C de la biomasa microbiana (C_{bio}), potencial heterotrófico microbiano (P_{het}) y actividades enzimáticas intracelulares (deshidrogenasa) y extracelulares (proteasa).

Según los índices considerados (C_{bio}/C_{org} y P_{het}/C_{bio}), la aplicación de enmiendas y/o el desarrollo de una cubierta vegetal disminuyeron las condiciones de estrés del suelo para los microorganismos especialmente en los tratamientos CRSU, CB y EA. En estos tratamientos las medidas de recuperación tuvieron un efecto más notable que se produjo en menos tiempo. Las medidas de recuperación mejoraron la funcionalidad del suelo debido al aumento del pH, la disminución de la biodisponibilidad de los elementos traza y el aumento del C lábil. Las actividades enzimáticas estudiadas mostraron aumentos significativos en los suelos en los que se realizaron medidas de recuperación. Los aumentos observados, pueden ser atribuibles a varios factores: el aumento del pH y del Cbio y la disminución de las concentraciones de elementos traza solubles, o al conjunto de todos ellos. Prueba de ello es que las actividades mostraron correlaciones positivas con el pH y con el $C_{bio,}$ y negativas con las concentraciones de elementos traza extraíbles con $CaCl_2$ 0,01 M.

Los resultados obtenidos demuestran que la Recuperación Natural Asistida supone una técnica eficaz para la restauración de la calidad del suelo, tanto desde el punto de vista químico, como desde el punto de vista microbiológico. Además, los índices microbiológicos se mostraron como indicadores fiables de la recuperación del suelo.

Estudio Sobre Contaminación Ambiental en Balsas de Purines de la Región de Murcia (España)

A. C. Ríos Morata [1] , A. Faz Cano[1], & P. Martínez-Pagán[2]

[1]*Univ. Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII, 52, Grupo de Investigación en Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas, anac.rios@upct.es, angel.fazcano@upct.es*
[2]*Univ. Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII, 52, Dpto. de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica, p.martinez@upct.es*

La carne de cerdo y todos sus derivados ocupa un lugar privilegiado entre los productos alimenticios más consumidos por la sociedad española. Actualmente, España es, tras Alemania, el segundo productor comunitario, con una cabaña en diciembre de 2004 cercana a 25 millones de cabezas, de las que más de 2 millones se encuentran en la Región de Murcia. La intensificación ganadera que ha tenido lugar en los últimos años, ha comenzado a crear importantísimos problemas medioambientales en ciertas zonas geográficas y ello ha contribuido a que en muchos países se hayan iniciado cambios en sus ordenamientos legislativos regulando la eliminación de los residuos ganaderos, principalmente los purines de cerdo.

El estudio propuesto, previsto para un periodo de 3 años, comprende el análisis integral de 30 balsas de purines, tanto impermeabilizadas artificialmente como no impermeabilizadas, seleccionadas de cada una de las comarcas ganaderas de la Región de Murcia; por consiguiente, representan los diferentes escenarios posibles (tipos de granjas, gestión del purín, etc) y factores del medio físico (litología, topografía, régimen hídrico, etc).

Para poder conocer cómo evoluciona, tanto espacial como temporalmente, el posible efluente orgánico contaminante, se han empleado técnicas geofísicas, a través del método de tomografía eléctrica 2D, se han llevado a cabo sondeos mecánicos con extracción de testigo continuo para determinar los horizontes litológicos y composición físico-química (análisis granulométrico, carbono orgánico, nitrógeno total y amoniacal, carbonato cálcico equivalente, valores de pH, capacidad de cambio catónico, cationes asimilables, conductividad eléctrica, cationes y aniones solubles, fósforo asimilable, y metales totales) y microbiológica (actinomicetos, hongos, bacterias, coliformes totales y fecales, estreptococos fecales*, escherichia coli, salmonella y shigella*) . Igualmente se analizó el purín de cada una de las balsas.

La aplicación de dichas técnicas permitirá conocer la profundidad a la que penetra el purín en el subsuelo, estudiar la estacionalidad y variación temporal de la concentración del purín en el subsuelo, la extensión del penacho y establecer pautas de actuación, incluyendo minimización de riesgos y medidas correctoras, así como recuperación de zonas afectadas

Formulaciones de liberación lenta para la prevención de la contaminación de suelos y aguas por herbicidas ácidos

L. P. Cardoso[1], R. Celis[2], J. Cornejo[2] & J. B. Valim[1]

[1] *Department of Chemistry, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Univ. of São Paulo, Av. Bandeirantes, 3900, 14040-901, Ribeirão Preto, SP, Brazil.*
[2] *Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC, Avda Reina Mercedes 10, Apdo 1052, 41080 Sevilla, Spain*

Los procesos de transporte por lixiviación y escorrentía de los plaguicidas que se aplican al suelo constituyen una de las causas más importantes de la presencia de estos compuestos en suelos alejados del lugar de aplicación así como en aguas superficiales y subterráneas. Estos procesos dan lugar a pérdidas de eficacia del producto fitosanitario y a la contaminación difusa de suelos y aguas. El riesgo de rápidas pérdidas por lixiviación y escorrentía de los plaguicidas es particularmente alto en el caso de plaguicidas ácidos cuyas formas aniónicas predominan al pH de los suelos a los que se aplican, ya que estos plaguicidas presentan una adsorción muy baja a la fase sólida del suelo. El desarrollo de formulaciones de liberación lenta está recibiendo en los últimos años un renovado interés como una vía para atenuar los problemas de contaminación causados por el transporte de plaguicidas que se aplican al suelo a través de los procesos de lixiviación y escorrentía. En este trabajo se describe el comportamiento de formulaciones de liberación lenta de tres herbicidas ácidos (2,4-D, MCPA y picloram) soportados en un hidróxido mixto laminar de Mg y Al. Siguiendo tres metodologías diferentes (síntesis directa, regeneración y cambio iónico), se prepararon complejos adsorbente-herbicida que se caracterizaron, para posteriormente evaluar su comportamiento como formulaciones de liberación lenta a través de experimentos de liberación en agua y de lixiviación en columnas de suelo. Los complejos preparados presentaron propiedades de liberación lenta en agua, ocurriendo dicha liberación a una velocidad similar independientemente de la metodología utilizada para preparar el complejo. El proceso de liberación se atribuyó al desplazamiento de los herbicidas del espacio interlaminar del hidróxido mixto laminar por aniones CO_3^{2-} y OH^- presentes en disolución acuosa. La aplicación a columnas de suelo de los complejos preparados por regeneración dio lugar a una reducción de la concentración máxima de herbicida encontrada en los lixiviados y a un retraso en su lixiviación, en comparación con los resultados obtenidos tras la aplicación de los herbicidas disueltos en agua, revelando de esta forma una menor movilidad de los herbicidas. Por lo tanto, los resultados demostraron la utilidad de los hidróxidos mixtos laminares como posibles adsorbentes de herbicidas aniónicos para la preparación de formulaciones de liberación lenta de los mismos.

Efecto de la adición de enmiendas orgánicas al suelo en la disponibilidad de herbicidas

A. Cabrera, P. Velarde, L. Cox & J. Cornejo

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC. Aptdo. 1052, 41080, Sevilla, España

Los procesos de adsorción-desorción de plaguicidas en suelos determinan su biodisponibilidad y su posterior degradación en el suelo: las moléculas adsorbidas deben desorberse hacia la solución del suelo para poder estar biodisponibles para las plantas y los microrganismos del suelo. La adición de enmiendas orgánicas o residuos orgánicos al suelo se ha visto que afecta al comportamento de los herbicidas en el mismo, si bien no suele ser un aspecto a considerar a la hora de enmendar un suelo.La adición de estas enmiendas o residuos, al aumentar el contenido en materia orgánica del suelo, suelen dar lugar a un incremento en la adsorción de herbicidas, reduciendo de esta manera su biodisponibilidad y el riesgo de lixiviación. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la influencia de la adición de un residuo de almazara (alperujo) en el comportamiento de los herbicidas diuron y terbutilazina. Para ello se han llevado a cabo experiencias de adsorción-desorción y de disipación en suelos originales y en suelos enmendados con este residuo, a los que se ha aplicado bien un solo herbicida (diuron o terbutilazina) o la combinación de ambos (diuron+terbutilazina). La adición de alperujo a los suelos estudiados se ha visto que aumenta la adsorción de ambos herbicidas, siendo en general ésta más irreversible. Cuando se coaplican los herbicidas, no existen grandes diferencias en la retención por el suelo, sin embargo la desorción es más reversible que cuando se aplican los herbicidas individualmente. Los experimentos de disipación indican que el efecto de la adición de alperujo al suelo depende del herbicida a considerar: mientras que en el caso de diuron aumenta la persistencia, en el caso de terbutilazina ocurre lo contrario.

Influencia del encalado en la retención de elementos en suelos contaminados por lodos piríticos

M. Diez[1]; I. García[2]; F. Martín[1]; M. Simón[2] & C. Dorronsoro[1]

[1]Dpto. Edafología y Química Agrícola, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada
[2]Dpto. Edafología y Química Agrícola, Escuela Politécnica Superior, CITE IIB, Universidad de Almería

---

El efecto del contenido en $CaCO_3$ de los suelos en la retención de elementos procedentes de la oxidación de lodos piríticos, se ha analizado en una experiencia de laboratorio consistente en añadir cantidades crecientes de $CaCO_3$ (2, 4, 6, 8 y 10%) al horizonte Ap de un Cambisol eútrico y, a cada uno de ellos, se le adicionaron cuatro dosis de 52 dm^3 m^{-2} de una solución contaminante (SC) obtenida de la oxidación de lodos piríticos. Después de cada adición se analizó la solución lixiviada, obteniendo la cantidad retenida de cada elemento en el suelo por diferencia entre la concentración de la solución añadida y la lixiviada. El pH de los lixiviados está directamente relacionado con el contenido en $CaCO_3$ del suelo e inversamente con la cantidad de SC añadida. El Fe y SO_4^{2-} retenidos están relacionados linealmente, aunque dicha relación varia claramente en función del contenido en $CaCO_3$; así, la razón Fe precipitado : S precipitado disminuye progresivamente al aumentar el contenido en $CaCO_3$, lo que sería indicativo de una mayor cristalinidad de los hidroxisulfatos de Fe precipitados. El Al precipitado está relacionado linealmente con el Fe precipitado (7,6 mg de Al / 100 mg de Fe), siempre que el pH de la solución sea mayor de 4.5; a pH más ácidos la cantidad precipitada de Al tiende a disminuir progresivamente en relación a la de Fe. El As retenido está significativa y directamente relacionado con los hidroxisulfatos de Fe precipitados, aunque la cantidad adsorbida tiende a disminuir al aumentar la cristalinidad del Fe precipitado. El Cu y Zn precipitado están directamente relacionados con el pH de la solución y con el Al precipitado. La formación de iones complejos en la solución lixiviada está claramente relacionada con el pH de la solución y, por tanto, con el contenido en $CaCO_3$ del suelo.

Evolución del suelo y vegetación en zonas restauradas de las Marismas de Doñana, en presencia y ausencia de ganadería

L. V. García[1], L. Falces[1], E. Gutiérrez[1], J. L. Espinar[1], J. S. Cara[1] & M. C. Florido[2]

[1]Departamento de Geoecología, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (CSIC). P.O. Box 1052, E-41080 Sevilla, España.
[2]Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, EUITA. (Universidad de Sevilla). Ctra. de Utrera, Km. 1. CP: 41013. Sevilla, España

---

En zonas de marisma de la margen derecha del Guadalquivir, anteriormente drenadas con finalidad de aprovechamiento agrícola, se han llevado a cabo un conjunto de actuaciones orientadas a la regeneración de los procesos naturales, en el marco del Proyecto Doñana 2005.

El objetivo del presente trabajo es evaluar los efectos de las obras en los suelos y en la cubierta vegetal en las áreas más elevadas de la Marisma Gallega ("bancos"), a partir de datos obtenidos en parcelas dispuestas en zonas afectadas y no afectadas por las obras de restauración, así como determinar la evolución de algunos parámetros del suelo y de la cubierta vegetal transcurridos uno y dos años desde la finalización de las últimas obras de restauración en la zona, en el año 2002. El estudio de zonas protegidas y expuestas a la acción del ganado ha permitido realizar algunas consideraciones en relación con los efectos potenciales de la ganadería en el proceso de regeneración.

En las áreas intervenidas se han diferenciado las zonas en las que se ha arrastrado el horizonte superficial para rellenar los canales ("zonas de préstamo") de aquellas en las que se han aportado los materiales ("zonas de relleno"), comparándose ambas con zonas aledañas no afectadas por las obras (o "zonas control").

Los resultados indican que existen diferencias significativas en las características químicas del suelo entre las zonas restauradas y las zonas control, particularmente en los niveles de salinidad y en la relación de adsorción de sodio, muy superiores en las zonas restauradas.

Entre los efectos observados en las características cuantitativas de la cubierta vegetal cabe destacar la merma de un 65 % de biomasa herbácea total media por unidad de superficie en las zonas restauradas, con respecto a las zonas control aledañas en las mismas condiciones, tanto de exposición como de no exposición al ganado. En cuanto a la cubierta leñosa se observó una ausencia total de la misma en las zonas de arrastre y una lenta regeneración en las zonas de relleno.

En lo que se refiere a la posible incidencia del ganado en la evolución del suelo y vegetación en las zonas restauradas, no se han observado diferencias significativas en las características químicas superficiales del sustrato, aunque sí en la morfología superficial del mismo. En la cubierta vegetal, se observa una merma significativa de la biomasa herbácea total en las zonas expuestas a la acción del ganado que consume, hasta mediados de primavera, el 50% de la producción herbácea total en las zonas control, y el 75% de la misma en las zonas restauradas.

Área 3: Fertilidad del suelo y nutrición de las plantas

Teores de fósforo e potássio nos diferentes tamanhos de sedimentos transportados pela enxurrada influenciada pelo cultivo e manejo do solo

I. Bertol[1], A. Paz González[2] & E. Vidal Vázquez[3]

[1]*Dpto. de Solos. Univ. do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões 2090, CEP: 88500-000 Lages-SC, Brasil. E-mail: a2ib@cav.udesc.br*

[2]*Facultad de Ciencias. Univ. de La Coruña. Campus de La Zapateira s/n, 15071 La Coruña, España. E-mail: tucho@udc.es*

[3]*Escuela Politécnica Superior. Univ. de Santiago de Compostela. Campus universitario s/n, 27002 Lugo, España. E:mail: evavidal@lugo.usc.es*

O conhecimento da quantidade e distribuição de tamanho dos sedimentos transportados pela enxurrada, durante um evento de erosão hídrica, é importante para o planejamento conservacionista do solo e do ponto de vista ambiental, porque diferentes tamanhos de sedimentos adsorvem diferentes quantidades de nutrientes, em especial o fósforo. Em geral, sistemas de manejo conservacionista do solo produzem quantidades relativamente maiores de sedimentos de menor tamanho do que sistemas convencionais. Sedimentos de menor tamanho, oriundos de preparos conservacionistas, por sua vez, em geral apresentam maiores teores de fósforo e, por isso, podem exercer impacto mais negativo do que os sedimentos de maior tamanho oriundos de preparos de solo convencional, no ambiente onde são depositados, em especial nas águas superficiais.

Em um solo Hapludox típico no Sul do Brasil, quantificaram-se em 2004 os diferentes tamanhos de sedimentos transportados pela enxurrada da erosão hídrica sob chuva simulada. Estudaram-se os tratamentos solo sem cultivo (SC), preparo convencional (PC), semeadura direta em resíduo queimado (SQ), semeadura direta em resíduo dessecado (SD) e semeadura direta tradicional (ST), em duas repetições, totalizando dez parcelas experimentais com declividade média de 0,16 m m^{-1}. Sobre estes tratamentos foram aplicados cinco testes de chuva simulada com simulador de chuvas de braços rotativos, com intensidade constante de 64 mm h^{-1} e duração de uma hora. Determinou-se a distribuição de tamanho dos sedimentos transportados pela enxurrada e, nestes, foram determinados os teores de fósforo extraível e de potássio trocável.

Os sistemas de manejo conservacionista do solo (SD e ST) apresentaram maior porcentagem de sedimentos de menor tamanho do que os demais tratamentos, na faixa de tamanhos entre < 0,037 mm e 0,250 mm. Na média, os tratamentos SD e ST apresentaram 4,48% de sedimentos nesta faixa de tamanho, em relação ao total, enquanto nos demais tratamentos esses sedimentos perfizeram 2,72% do total. Neste contexto, destacam-se os tratamentos SD com 4,56% dos sedimentos com tamanho < 0,037 mm e o ST com 13,39% dos sedimentos com tamanho de 0,250 mm.

Os teores de fósforo apresentaram clara tendência de aumento nos sedimentos de menores tamanho nos tratamentos com cultivo do solo (PC, SQ, SD e ST). Comparando faixas de tamanho dos sedimentos, os teores de fósforo foram 1,8 vezes maiores nos sedimentos de tamanhos entre < 0,037 mm e 0,053 mm (72, 9 mg dm^{-3}) do que nos sedimentos de tamanhos entre 0,125 e > 2,000 mm (39,8 mg dm^{-3}), na média dos tratamentos sem mobilização do solo (SQ, SD e ST), enquanto no tratamento de preparo convencional (PC), essa diferença foi de 2,4 vezes, ou seja, de 16,4 mg dm^{-3} na faixa de tamanhos de sedimentos entre < 0,037 mm e 0,053 mm, para 6,9 mg dm^{-3} na faixa entre 0,125 e > 2,000 mm. No solo sem cultivo não ocorreu tendência clara dos teores de fósforo em relação à distribuição de tamanho dos sedimentos.

No caso dos teores de potássio nos sedimentos, ocorreu uma clara tendência de aumento nos sedimentos de maior tamanho nos tratamentos sem mobilização do solo (SQ, SD e ST), contrariando o comportamento do fósforo, enquanto nos demais tratamentos nenhuma tendência foi verificada com relação aos tamanhos dos sedimentos.

Comparação entre arranjos de tratamentos sistemáticos e aleatórios em experiências de fertilização de milho (*Zea mays* L.) para silagem

L. M. Brito[1], A. S. Fernandes[1] & A. L. Amaro[2]

[1] *Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima – Tel: (+351) 258 909 740 – Fax: (+351) 258 909 779 – E-mail: miguelbrito@esa.ipvc.pt*

[2] *Divisão de Leite e Lacticínios, Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho, S. Pedro de Merelim, 4700-859 Braga*

A recuperação do azoto (N) mineral aplicado ao milho foi comparada entre duas experiências, a primeira de blocos casualizados e a segunda com arranjos sistemáticos dos tratamentos na qual, com início num dos vértices de cada bloco, os tratamentos foram organizados, entre talhões adjacentes, ao longo de um eixo com doses crescentes de um adubo nítrico – amoniacal, incluindo um adubo de libertação lenta (ALL) para a dose mais elevada, e ao longo do eixo perpendicular com compostos da fracção sólida do chorume (FSC), produzidos com 5 e 15 volteios durante 105 dias para primeira experiência, e com 5 volteios durante 154 dias para a segunda.

A produtividade do milho e a acumulação do N na planta aumentaram com a aplicação de N mineral ao solo até 140 kg/ha na primeira experiência, mas o aumento para 210 kg/ha de N não resultou em novo acréscimo de produção. No entanto, a produtividade do milho aumentou entre 90 kg/ha e 180 kg/ha, na segunda experiência, particularmente quando esta última dose foi aplicada com o ALL, o que sugere que este poderá ser mais eficaz para sincronizar a disponibilidade de N no solo com as necessidades do milho.

A produtividade do milho não aumentou com os compostos da FSC porque estes deviam ser aplicados ao solo mais maduros, ou com maior antecedência relativamente à sementeira do milho. A eficiência agronómica do N e a recuperação do N pelo milho, indicaram que no arranjo sistemático, em comparação com os blocos casualizados, as bordaduras foram mais eficazes para impedir que o N de uns talhões fosse utilizado pelo milho dos talhões adjacentes, por causa do efeito progressivo da disponibilidade de N entre os talhões.

Cd, Cr y Ni en suelo y en eucalipto 5 años después de la aplicación de lodo de depuradora

M. Velasco-Molina[1] & M. E. Mattiazzo[2]

[1]*mvmolina@usc.es* [2]*mariaemilia@biossolo.com.br*

Introducción

El uso agrícola de lodos de EDAR preocupa por el aporte de metales pesados al suelo y la posible incorporación de éstos a la cadena trófica. Para evaluar este riesgo se controlaron, en una plantación de *Eucaliptus grandis*, las modificaciones en los contenidos de Cd, Cr y Ni en las hojas de eucalipto y en el suelo, cinco años después de la aplicación del lodo.

Materiales y métodos

El experimento se estableció eobre un Typic Haplorthox, en Itatinga (SP-Brasil). Los tratamientos, dispuestos en bloques al azar (6x4), son: "control" ©; "fertilización mineral" (FM); 10 t ha^{-1} de lodo+K (T1); 10 t ha^{-1} de lodo+K+P (T2); 20 t ha^{-1} de lodo+K (T3); y, 40 t ha^{-1} de lodo +K (T4). Las muestras de suelo fueron tomadas de los horizontes 0-10, 10-20, 20-30 y 30-60cm de profundidad y las de hojas del tercio superior de la copa. Se determinaron los contenidos totales (digestión nitro-perclórica en microondas) y extraibles (Mehlich 3) de Cd, Cr y Ni en TFSA y la concentración foliar de estos metales (digestión nítrica en microondas). La cuantificación de metales en los extractos fue hecha por EAA.

Resultados

Los contenidos totales y extraibles de Cd en la tierra, 55 meses después de la adición del lodo, fueron inferiores al límite de detección del EAA, lo cual indica, no la ausencia de este metal, sino concentraciones de Cd inferiores a 0,6 mg kg^{-1}.

No se observaron diferencias significativas en las cantidades de Cr-total entre los diferentes tratamientos evaluados, independientemente de la profundidad, con valores medios entre 14.61 y 11.96 mg kg^{-1}. Los contenidos de Cr-extraible fueron inferiores al límite de detección del EAA (0.5 mg kg^{-1}).

Las concentraciones medias de Ni-total variaron entre 3.73 y 1.77 mg/kg, sin que fueran observadas diferencias significativas. La cantidad de Ni-extraible, en el horizonte 0-10 cm, aumentó significativamente en el T4. En el T1 se observó el efecto del lodo en profundidad (20-60 cm). Con la aplicación del lodo, aumentó el porcentaje relativo de Ni-extraible respecto al Ni-total del suelo, incluso en profundidades donde las concentraciones totales y extraibles no se diferenciaron entre tratamientos; esto indica la alteración de la dinámica entre formas orgánicas e inorgánicas del Ni en el suelo derivado de la aplicación del lodo.

Las concentraciones foliares Cd y Cr fueron inferiores al límite de detección del EAA (<0,06 y <0,05 mg kg^{-1}, respectivamente). La concentración de Ni en las hojas procedentes del T4 fue significativamente superior a las de los tratamientos C y FM, evidenciando el aumento de la fitodisponibilidad del Ni.

Conclusiones

El contenido de Ni-extraible aumentó con el tiempo transcurrido desde la aplicación del lodo, lo que indica la posibilidad de movilidad y de fitodisponibilidad de Ni en el suelo, con la mayor dosis de lodo utilizada. No obstante, este aumento no representó riesgo alguno para el cultivo de eucalipto.

La aplicación de este lodo, en las dosis estudiadas, no incrementó significativamente los contenidos de Cd y Cr en el suelo y no se observaron evidencias de su fitodisponibilidad.

Zinc soluble en maíz forrajero extraído con el reactivo MES y su correlación con las fracciones más lábiles de micronutriente en un suelo calizo

E. Revenga, J. Novillo, D. González & J. M. Alvarez

Dpto. de Química y Análisis Agrícola, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Univ. Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España
jmalvarez@qaa.etsia.upm.es

La deficiencia de Zn es una de las más extendidas en numerosos cultivos, teniendo una gran incidencia sobre el rendimiento y la concentración de micronutriente en el maíz (*Zea mays* L*)*. Uno de los principales factores que originan la deficiencia de Zn en las plantas su la baja concentración en el suelo en formas químicas lábiles, factibles de ser biodisponibles. Por otra parte, el estado nutricional de la planta se suele estimar mediante el análisis de la concentración de Zn total, sin embargo existen otros métodos alternativos que se pueden usar y que necesitan ser contrastados. Un grupo de estos métodos utilizan la extracción del micronutriente soluble en la hoja mediante ácidos orgánicos débiles. En este estudio se emplea como reactivo el ácido morfolinoetanosulfónico (MES) para extraer el Zn soluble de la parte aérea de la planta de maíz forrajero.

Se llevó a cabo un cultivo de maíz en invernadero (variedad forrajera RANDA, híbrido simple GMO, PIONEER), en macetas con tres plantas y 8 kg de un suelo Calcic Xerorthents, deficiente en Zn (pH_w 8,30; $CaCO_3$ total = 20,6 %; $CaCO_3$ activo 2,42 %; textura franco-arcillosa). Se aplicó una fertilización de base (150 mg N kg^{-1}, 75 mg P kg^{-1} y 75 mg K kg^{-1}) y se añadieron diferentes dosis de Zn (0, 5, 10 y 20 mg kg^{-1}) de cuatro fertilizantes líquidos comerciales, los cuales contienen el micronutriente en forma de complejo orgánico o quelatado (todos los tratamientos fueron realizados por triplicado).

En el momento del corte de las plantas, aproximadamente a los 60 días de la nascencia, se recogieron muestras de suelos, en las cuales fue determinada la distribución de Zn en las fracciones más lábiles del suelo. Las fracciones establecidas, con extractantes específicos, se corresponden con las fraciones de Zn soluble en agua más intercambiable (F1, extraída con $MgCl_2$ 1 M pH 7,0) y con el Zn complejado orgánicamente (F2, extraída con NaCaHEDTA 1 % y NH_4OAc 1 M pH 8,3). Asimismo, fue determinado el Zn soluble en materia seca de la planta con el reactivo MES 10^{-3} M pH 6,0.

Un análisis de varianza multifactorial (nivel de confianza 95 %), realizado para los factores tratamiento fertilizante y repetición, estableció diferencias significativas entre los tratamientos ($P <$ 0,0001), pero no entre las repeticiones. Las cantidades de Zn extraídas en F1 y F2, para cada una de las muestras de suelo, fueron sólo una pequeña cantidad del contenido total en micronutriente. Las concentraciones extraídas siguen el orden: F2 (1,06–4,45 mg kg^{-1}) > F1 (0,09−0,23 mg kg^{-1}). Del estudio estadístico se dedujo que existe una correlación positiva y significativa entre ambas fracciones (n = 39), siendo el coeficiente de correlación r = 0,81 ($P < 0,001$).

El rango de las concentraciones de Zn soluble determinado en la planta (n = 39) fue 5,88–13,32 mg kg^{-1}, existiendo diferencias significativas entre los tratamientos de Zn realizados con respecto al tratamiento control (sin fertilización de Zn pero con la misma fertilización de base que los otros tratamientos) ($P < 0,0001$); mientras que no existieron diferencias significativas entre las repeticiones.

Las ecuaciones establecidas por análisis de regresión lineal simple (n = 13), entre la concentración de Zn soluble en la planta y cada una de las fracciones, son las siguientes:

Zn soluble MES = 2,62 + 36,67 × F1 ($r = 0,73$; $P < 0,01$)

Zn soluble MES = 4,82 + 1,63 × F2 ($r = 0,89$; $P < 0,0001$)

Es decir, que en estas condiciones experimentales, las correlaciones obtenidas entre el Zn soluble en materia seca de la planta y las fracciones F1 (R^2 = 53 %) y F2 (R^2 = 79 %) en los suelos son positivas y significativas, en especial con la fracción F2 o Zn complejado orgánicamente.

Efecto comparativo de distintos tipos de abono nitrogenado sobre un trigo en siembra directa

R. Ordóñez[1], P. González[1], F. Perea[2] & R. Carbonell [1]

rafaela.ordonez.ext@juntadeandalucia.es
1Área de Producción Ecológica y Recursos Naturales, IFAPA, CIFA "Alameda del Obispo", Apdo. 3092, 14080, Córdoba
2Estación Experimental de Tomejil, IFAPA, Carmona (Sevilla)

La decisión de la fertilización constituye una de las herramientas de manejo del empresario agrícola que afectan más directamente al costo y a la rentabilidad de la producción; no obstante, el éxito de esta práctica está ligado a factores edáficos, climáticos y de manejo de suelo.

La eficiencia del uso del N de los fertilizantes nitrogenados depende no sólo del tipo de abono sino también del método de aplicación. Enmiendas superficiales de urea o fertilizantes amoniacales pueden resultar en reducciones significativas en la eficiencia de uso del N aplicado por volatilización de amoniaco, más importante en siembra directa al no enterrarse el abono. Por otra parte, la incorporación del fertilizante nitrogenado junto con la semilla puede producir pérdidas de plantas por fitotoxicidad debido a la emisión de vapores de NH_3, el aumento de la presión osmótica y cambios en el pH del suelo.

La importancia del cultivo del trigo, el uso intensivo de los suelos, la oferta masiva de fertilizantes en los últimos años y el empleo de distintas formas de aplicación, hace necesario continuar y profundizar en las investigaciones sobre este tema.

Se ha realizado un ensayo comparativo del efecto de distintos tipos, cantidades y formas de aplicación de fertilizantes nitrogenados sobre un cultivo de trigo manejado en siembra directa.

La experiencia se llevó a cabo sobre un suelo arcilloso de la Vega de Carmona (Sevilla) en el que se sembró trigo blando y al que se le aplicaron cinco tipos de fertilizantes a la siembra. Dos incorporados (fosfato diamónico y abono microgranulado) y tres a voleo (urea, abono con inhibidor de la nitrificación y solución del 32). Las parcelas experimentales, con cuatro repeticiones en bloques al azar por tratamiento, se dividieron por la mitad y una de estas partes se trató en cobertera con 50 unidades de N/ha en forma de urea.

Los resultados muestran que no hay diferencias significativas en la producción de grano y paja para los distintos abonos utilizados en el tratamiento a la siembra ni en el que además de esta dosis se le aplicó abono en el ahijado. No obstante, la consideración conjunta de abonado o no de cobertera determina diferencias significativas en el rendimiento de grano para los fertilizantes aplicados a voleo con incrementos de mas del 70% del grano producido. Este efecto no se observa en la biomasa, cuyo rendimiento no se ve afectado por la cuantía del fertilizante aplicado.

Efectos de la aplicación continuada de alperujo desecado sobre la fertilidad de un suelo bajo una rotación trigo-girasol

R. Carbonell, R. Ordóñez, & P. González

Área de Producción Ecológica y Recursos Naturales, IFAPA, CIFA "Alameda del Obispo", Apdo. 3092, 14080, Córdoba
rosam.carbonell.ext@juntadeandalucia.es

El alperujo es considerado como una valiosa enmienda debido a su riqueza en nutrientes y materia orgánica, lo que permite su utilización para mejorar la fertilidad de los suelos agrícolas. Su aplicación al suelo supone un incremento en el contenido de M.O con las ventajas que ello supone y entre las que se podría destacar la formación de agregados que le confiere al suelo una mejora en su estructura y por consiguiente una mayor resistencia de éste frente a lo procesos erosivos.

Su aplicación durante varios años consecutivos, no produce desequilibrios nutricionales en las plantas y mejora notablemente las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Se ha realizado un estudio de la dinámica de P y K disponibles, de la materia orgánica y otras formas de carbono (C-POM, carbono orgánico hidrosoluble, carbono orgánico activo, ácidos húmicos y fúlvicos) indicativos de la calidad de un suelo agrícola, sobre unas parcelas a las que se les viene aplicando 20 t/ha de alperujo desecado desde 1998 en una rotación trigo-girasol. Los valores estimados en los distintos parámetros controlados se han comparado con los obtenidos en otras parcelas de la misma finca que no han recibido la enmienda.

Además de la variable alperujo, se ha considerado en el ensayo la del fertilizante nitrogenado con tratamientos de 0, 100 y 250 Kg/ha, independientemente de que las parcelas estuvieran o no enmendadas.

El manejo de las parcelas experimentales es el mismo que el del agricultor al resto de la finca y se caracteriza por el uso exclusivo de gradas de disco y escarificadores.

Los resultados obtenidos muestran un aumento en general de los contenidos en M.O del suelo en las parcelas que han sido tratadas con la enmienda.

Puede observarse que en el contenido de M.O se producen diferencias significativas entre los tratamientos que recibieron el alperujo y los que no lo recibieron.

En todos los casos los contenidos en las distintas formas de materia orgánica muestran excepto para el carbono orgánico activo que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Viabilidad de las enmiendas con espumas de azucarería, yesos y calizas magnesianas en los suelos de raña (Palexerults) del Sur Oeste de España.

P. González-Fernández[1], R. Ordoñez-Fernández[1], I. Mariscal-Sancho[2] & F. Peregrina-Alonso[2]

[1] *CIFA "Almeda del Obispo,IFAPA;.Apdo. 3092, 14080 Córdoba pedro.gonzalez.fernandez@juntadeandalucia.es*
[2] *Dpto Edafología. ETSI Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid*

Introducción

Los suelos de raña del Sur Oeste de España se encuentran en su mayoría degradados como consecuencia de un manejo inadecuado, que ha deteriorado su calidad y capacidad productiva.

La condición de estos suelos se ha mejorado mediante su enmienda con espumas de azucarería, yesos y calizas magnesianas más un abonado complementario.

El objetivo de esta investigación ha sido cuantificar los beneficios agronómicos de las diversas enmiendas y su evolución a lo largo de siete años sobre las producciones de forrajes

Material y Métodos

La investigación se ha realizado desde Otoño de 1987 hasta Otoño de 2005 en un suelo de raña (Plinthic Palexerult) situado en Cañamero, Cáceres, España.

Se han enmendado los suelos con las cantidades de espuma y calizas necesarias para elevar el pH, en agua, del horizonte Ap a 6.3 unidades. El yeso se ha aplicado para proporcionar una cantidad de calcio equivalente, Aparte del tratamiento control se ha planteado un tratamiento más, que combina las calizas y el yeso.

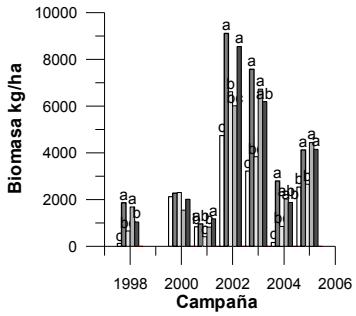


Figura 1. Producción media de biomasa (kg/ha) en 7 campañas en los suelos enmendados y control. Las barras con distintas tramas son diferentes estadisticamente $p < 0.05$.

Resultados

Las parcelas mejoradas con espumas y calizas incrementan sus producciones de forma notable (Figura 1). Las espumas se muestran como un excelente encalante seguido por las calizas magnesianas y duplica la media anual de la biomasa producida en las parcelas control. Las producciones de las parcelas enmendadas con espumas son más estables y en alguna ocasión llega a multiplicar por 16 la biomasa recogida en las parcelas control. El yeso, no mejora las producciones. No obstante, su mezcla con la caliza las incrementa al nivel de la caliza y espumas.

El laboreo continuo de las parcelas control deteriora la calidad de los suelos y reduce sus producciones que a veces son inferiores a las encontradas en los pastos naturales.

Efecto de la aplicación de orujo extractado en la lixiviación de fertilizantes en suelos agrícolas mediterráneos

A. López-Piñeiro[1], J. Fernández[1], A. Muñoz[1], C. Barreto[2], J. M. Rato[2] & A. Albarrán[1]

1Área de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Univ. de Extremadura. Avda de Elvas S/N, 06071 Badajoz, España

[2] Escola Superior Agraria de Elvas. Apartado 254, 7350 Elvas, Portugal

E-Mail de contacto: pineiro@unex.es

Los suelos agrícolas Mediterráneos se caracterizan por su escaso contenido en materia orgánica, y la utilización de orujo extractado químicamente para la obtención de aceite, con un porcentaje superior al 90 % de materia orgánica, puede constituir una interesante alternativa para recuperar los niveles óptimos de este parámetro. No obstante, son necesarios la realización de estudios que determinen los posibles impactos y modificaciones en suelos y aguas, derivados de la aplicación de estos residuos. Con el objetivo de determinar el efecto que la aplicación, como enmienda orgánica, de orujo extractado ejerce sobre la lixiviación de nitratos, fosfatos y potasio procedente de fertilizantes, se ha llevado a cabo una experiencia en invernadero cultivando trigo (Triticum aestivum L.) en dos suelos agrícolas con amplia representación en ambiente mediterráneo: Luvisol crómico (LC) y Cambisol léptico (CL). Se han contemplado seis tratamientos: 0, 5, 10, 20 y 40 Mg ha^{-1} de orujo extractado no comportado y el equivalente a 130 kg N, P y K ha-1, un control que no incorpora enmienda ni fertilizante alguno y un último que sólo incorpora el correspondiente fertilizante químico mencionado. Se han recogido muestras de lixiviados a intervalos de 20 días.

El análisis de los lixiviados recogidos ponen de manifiesto que la cantidad total de nitratos, fosfatos y potasio en los mismos es significativamente menor en los tratamientos que incorporan orujo extractado, independientemente de la dosis aplicada y del tipo de suelo que lo incorpora. Así, cuando se incorpora la máxima dosis del residuo, en el Luvisol se produce una disminución del 47, 83 y 47 % en la lixiviación de nitratos, fosfatos y potasio, respectivamente. En el cambisol, la máxima dosis de orujo reduce en un 43 % la lixiviación de nitratos, un 77 % la de fosfatos y, solamente, un 10 % la de potasio, produciéndose la disminución más importante para este elemento (32 %) cuando se aplica 20 Mg ha^{-1}. La utilización de orujo extractado como enmienda orgánica puede ser de gran utilidad también en la prevención de la contaminación de aguas por elementos procedentes de fertilizantes químicos.

Cambios en las propiedades físico-químicas de suelos agrícolas mediterráneos con aplicación directa de orujo extractado como enmienda orgánica

A. López-Piñeiro[1], J. Fernández[1], A. Muñoz[1], J. A. González[1], J. M. Rato[2] & A. Albarrán[1]

[1]Área de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Univ. de Extremadura. Avda de Elvas S/N, 06071 Badajoz, España

[2] Escola Superior Agraria de Elvas. Apartado 254, 7350 Elvas, Portugal

E-Mail de contacto: pineiro@unex.es

Los suelos agrícolas de ambiente mediterráneo se caracterizan por ofrecer niveles bajos o muy bajos de materia orgánica, hecho que acentúa el deterioro de sus propiedades y la degradación de los mismos. Por ello, la incorporación de materia orgánica a estos suelos es una necesidad manifiesta y la utilización de orujo extractado químicamente para la obtención de aceite puede constituir un material apropiado para ser utilizado como enmienda orgánica. El objetivo de este trabajo es determinar el efecto que la aplicación directa de orujo extractado, no compostado, ejerce sobre las propiedades físico-químicas de suelos de ambiente mediterráneo. Para ello se ha realizado una experiencia en invernadero donde se ha cultivado trigo (Triticum aestivum, L.) en dos tipos de suelos agrícolas de amplia representación, Luvisol cutánico (LC) y Cambisol léptico (LD). Los tratamientos seleccionados incluyen 0, 5, 10, 20 y 40 Mg ha-1 de orujo extractado y el equivalente a 130 kg N, P y K ha^{-1} y un control que sólo incorpora el correspondiente fertilizante químico mencionado.

El análisis de los resultados permite concluir que la utilización de orujo extractado como enmienda orgánica provoca en los suelos utilizados un incremento significativo en carbono orgánico, nitrógeno total, capacidad de intercambio catiónico, potasio asimilable y estabilidad estructural. Estas mejoras en las propiedades mencionadas resultan de gran interés en estos tipos de suelos sometidos a graves procesos degradativos. Sin embargo, se produce una disminución significativa en la cantidad de fósforo asimilable de los suelos que incorporan la enmienda orgánica. Así, independientemente de la dosis aplicada y del tipo de suelo utilizado, los niveles de P asimilable experimentan una reducción superior al 60 % con respecto al tratamiento que sólo incorpora fertilización química.

Emisiones de óxidos de Nitrógeno procedentes de suelos agrícolas fertilizados con purines de cerdo con o sin inhibidor de la nitrificación.

A. Meijide [1], J. A Díez. [2], A. Arce [1], S. López-Fernández [1], A. Vallejo [1] & L. Sánchez-Martín [1]

[1] *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Univ. Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria. 28040 Madrid, España.*
[2] *Centro de Ciencias Medioambientales CSIC, Serrano 115, 28006 Madrid, España.*

Introducción

La aplicación de estiércoles al suelo provoca un aumento de las emisiones de óxidos de nitrógeno (N_2O y NO). El uso de inhibidores de la nitrificación como la diciandiamida (DCD) junto al purín puede reducir estas emisiones. Las condiciones edáficas y climáticas modifican la eficacia de esta reducción y pueden afectar a los procesos de nitrificación y desnitrificación, responsables de la producción de estos gases. Los objetivos de este estudio han sido: 1) cuantificar las emisiones de N_2O y NO de un cultivo de regadío en clima Mediterráneo; 2) estudiar el efecto del DCD en los procesos responsables de la producción de estos gases.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en la finca experimental 'La Poveda' (Madrid) en un cultivo de maíz en suelo franco arenoso. Los tratamientos fueron: purín (P), purín con DCD (P+DCD), urea (U) y un control sin fertilización nitrogenada ©. Se muestreó el N_2O y NO por el método de las cámaras cerradas.

Resultados

P+DCD redujo las emisiones de N_2O y NO un 64 y 39% respectivamente con respecto al P. El empleo de purín no incrementó significativamente ($P<0,05$) las emisiones de N_2O con respecto a la aplicación de urea. Las emisiones de NO se redujeron considerablemente (47%).

Conclusiones

El DCD fue efectivo en la reducción de emisiones de N_2O y NO. La reducción de NO se produjo principalmente en los primeros 40 días tras su aplicación, cuando se daban condiciones favorables a la nitrificación. La reducción del N_2O fue también debida al efecto indirecto del inhibidor sobre la desnitrificación. El menor contenido NO_3^- al comienzo del periodo de riegos, como consecuencia del inhibidor, redujo la velocidad de desnitrificación y consecuentemente los flujos de N_2O generados por este proceso. El P+DCD no ha alcanzado el índice de emisión de N_2O propuesto por el IPCC.

Decomposição de folhada de quatro espécies florestais no N de Portugal: Taxa de decomposição e evolução da composição estrutural e do teor em nutrientes

A. Martins [1], S. Azevedo [1], F. Raimundo [1] & M. Madeira [2]

[1] *Dep. Edafologia, Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Apart. 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal; Tel. 259 350209; e-mail: amartins@utad.pt*

[2] *Dpto. de Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa*

Estudou-se a perda de peso, a composição química estrutural e o teor em nutrientes durante a decomposição de folhada de duas espécies nativas (*Castanea sativa* (*CS*) e *Pinus pinaster* (*PP*)) e de duas espécies exóticas (*Pseudotsuga menziesii* (*PM*) e *Pinus nigra (PN*)). Os povoamentos situam-se na Serra da Padrela (Vila Pouca de Aguiar; 7° 36´ 43´´ a 7° 38´ 29´´ W; 41° 29´ 24´´ a 41° 30´ 38´´ N), entre 800 e 900 m de altitude, em encostas com declive entre 10 % e 40 % e exposição entre W e NW. A temperatura média anual da área é de 11,3 °C e a precipitação media anual de 1381 mm. Os solos correspondem a *Umbrissolos húmicos,* (*PM* e *CS)*, *Umbrissolos háplicos* (*PN)* e *Cambissolos dístricos*, (*PP)* derivados de xistos. Utilizaram-se folhas e agulhas senescentes, que constituem a componente mais importante da folhada (83, 78, 68 e 55 %, respectivamente em *PM*, *CS*, *PP* e *PM*). O estudo decorreu entre 3,1 a 3,5 anos no tocante à perda de peso e à concentração em nutrientes; a evolução da composição química e estrutural foi estudada durante 518 dias, para *CS* e *PP*, 425 para *PN* e 391 dias para *PM*. A folhada foi introduzida em sacos de nylon com 20x10 cm, com malha de 1mm (*CS*, *PP e PN*) e de 0,5 mm (*PM*), e colocada no subcoberto do povoamento respectivo. Para cada espécie foram utilizados de 15 saquetas em cada data de amostragem, distribuídas por três locais por povoamento. Em cada amostragem, o material de cada saqueta foi seco a 75 ^{o}C, pesado e retirada uma parte para determinação do C e da cinza. A parte restante foi agrupada em 3 amostras compostas por espécie para determinação de N, P, K, Ca e Mg. Na avaliação da evolução da composição estrutural das folhadas utilizou-se uma amostra composta por cada amostragem, tendo sido determinados (em duplicado) os compostos solúveis em n-hexano e em álcool e água, a lenhina de Klasson, a lenhina solúvel, a celulose e a hemicelulose. A taxa de decomposição foi determinada pelo modelo exponencial negativo.

O teor de N nas agulhas de *PM* e folhas de *CS* (respectivamente 14,5 e 12,1 g kg^{-1}) era muito mais elevado do que o observado nas agulhas de *PN* e *PP* (respectivamente 4,7 e 3,8 g kg^{-1}). Assim, a razão C/N decrescia segundo a ordem *PP>PN>CS>PM*, com valores respectivamente de 147,6, 122,2, 47,0 e 39,0. O teor mais elevado em Ca foi obtido para *PM* (9,1 g kg^{-1}), contra valores mais baixos nas restantes espécies (2,9 a 5,9 g kg^{-1}). Por seu turno, o teor de *Mg* em *CS* (3,0 g kg^{-1}) era mais elevado do que nas agulhas das coníferas (0,75 e 1,54 g kg^{-1}). Os compostos solúveis em álcool e água ocorriam em maior quantidade nas agulhas de *PM*-(± 40 %) do que nas restantes espécies (10 a 15 %). A lenhina de Klasson também era máxima em *PM* (± 30 %) e menor em CS (± 25 %); a razão lenhina /N decrescia segundo a ordem *PP>PN>PM>CS,* com valores respectivamente de 71,2, 58,3, 20, 5 e 20,3. O teor de holocelulose em *PM* (± 25 %) era metade do determinado nas outras folhadas (50 %). A razão holocelulose/lenhina variava entre 1,90 e 2,10 para *PN*, *PP* e *CS* e era apenas de 0,85 em *PM*.

As taxas de decomposição durante todo o período de estudo decresceram segundo a ordem *CS>PN>PM>PP*, com valores respectivamente de -0,35 (R^2=0,80), -0,27 (R^2 =0,89), -0,18 (R^2=0,78) e -0,16 (R^2=0,82), observando-se em geral taxas mais elevadas durante o primeiro ano, em particular para *CS* (-0,60) e para *PM* (-0,28). Os constituintes solúveis e hemicelulose decresceram acentuadamente com o decorrer da decomposição, enquanto a lenhina e a celulose apresentaram grande estabilidade, nomeadamente nas agulhas de *PP* e *PM,* parecendo ser esta uma das razões para o abrandamento da decomposição das segundas após a fase inicial de decomposição. Todos os nutrientes decresceram durante o processo de decomposição, observando-se que as quantidades remanescentes finais de N e P (41 a 121 % e 32 a 104 %) eram mais elevadas do que as de K, Ca e Mg, (17 a 60%, 29 a 60 % e 25 a 59%, respectivamente). Em qualquer das folhadas observou-se uma diminuição acentuada da razão C/N, sobretudo nas espécies *PN* e *PP* (de 120-150 para ± 50), que apresentavam teor de N mais baixo.

A fertilização azotada de pés-mãe de *Eucalyptus globulus* Labill.: efeito no crescimento

H. M. Ribeiro[1], E. Vasconcelos[1], A. Ramos[2] & J. Coutinho[3]

[1] *Instituto Superior de Agronomia, DQAA, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa. Tel: 213 653 440 E-mail: henriqueribe@isa.utl.pt*
[2] *RAIZ, Qta de S. Francisco, apartado 15, 3801-501 Eixo – Aveiro*
[3] *UTAD, Dpt. de Edafología, CCEA , apartado 1013, 5000-911 Vila Real, Portugal*

Nos últimos anos, a propagação vegetativa por estacas caulinares de *Eucalyptus globulus* Labill. tem vindo a substituir a tradicional propagação por via seminal. No sistema de propagação vegetativa utilizado em Portugal, as estacas são obtidas a partir de plantas que são mantidas num estado de desenvolvimento juvenil através de podas intensas e sistemáticas, designadas por pés-mãe ou plantas-mãe. Em sistemas de produção de estacas deste tipo, a condução dos pés-mãe e as condições ambientais a que os pés-mãe estão sujeitos são factores determinantes para o crescimento e para a produção de rebentos susceptíveis de originarem estacas viáveis. No entanto, constata-se que na bibliografia disponível existe pouca informação relativa ao efeito de fertilização azotada no crescimento dos pés-mãe de *Eucalyptus globulus* Labill., o que justifica a realização do presente trabalho.

Com o objectivo de estudar o efeito da fertilização azotada no crescimento de pés-mãe de *Eucalyptus globulus* Labill. ssp. *globulus*, foi instalado um ensaio de fertilização que decorreu durante um período de 3 anos. No ensaio utilizaram-se 2 clones desta espécie (HD161 e CN5) e testaram-se 5 modalidades de fertilização azotada, correspondentes a 5 níveis de azoto (50, 100, 200, 400 e 800 mg N L^{-1}) na solução nutritiva aplicada. Durante os 3 anos, avaliou-se a biomassa total produzida, a biomassa de folhas, a área das folhas e o número de rebentos susceptíveis de originar estacas viáveis.

O aumento da concentração de azoto de 50 para 400 mg L^{-1} originou um aumento significativo da produção de biomassa. Considerando a produção anual de biomassa, verificou-se que os níveis crescentes de azoto da solução nutritiva 100, 200, 400 e 800 mg L^{-1}, permitiram, relativamente ao nível mais baixo de azoto (50 mg L-1), acréscimos de produção de, respectivamente, 65, 133, 231 e 237% no ano primeiro ano, 121, 239, 414, e 433% no segundo ano e 80, 173, 327 e 342% no terceiro ano de crescimento. Também a produção acumulada de rebentos nos três anos aumentou, em média, 248% com o aumento concentração de 50 para 400 mg N L^{-1}. No entanto, em ambos os casos, o aumento da concentração de azoto da solução nutritiva de 400 para 800 mg L^{-1} não originou acréscimos significativos de produção. Este facto é bastante relevante, indicando que, na resposta dos pés-mãe à disponibilidade de azoto, valores superiores a 400 mg N L^{-1} correspondem a uma situação de "patamar", em que o aumento da disponibilidade de azoto não se traduz em acréscimos de produção.

O aumento da disponibilidade de azoto contribuiu, ainda, para um maior investimento por parte dos pés-mãe de *E. globulus* no seu aparelho fotossintético, uma vez que se observou: i) o aumento significativo da área total de folhas produzidas; ii) o aumento da expansão das folhas (aumento de 29% da área foliar específica); iii) o aumento da proporção do aparelho fotossintético na biomassa total da planta (aumento de 13% da razão de área foliar).

Os resultados obtido permitem concluir que o azoto é elemento determinante para o crescimento dos pés-mãe de *E. globulus* e para a produção de estacas susceptíveis de serem enraizadas, devendo, por este motivo, a fertilização azotada destas plantas ser sujeita a um cuidado trabalho de optimização.

Influência das raízes e das folhas de *Eucalyptus globulus* na acumulação carbono e disponibilidade de nutrientes no solo

C. Ribeiro[1] & M. Madeira[2]

[1]*Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, 3040- 316 Coimbra, (cribeiro@mail.esac.pt).*
[2]*Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, Portugal (mavmadeira@isa.utl.pt).*

O sequestro e carbono no solo constitui uma problemática à qual tem sido atribuída grande importância, dadas as potenciais interacções com o ciclo do carbono e as mudanças climáticas globais. O sequestro de carbono constitui igualmente um meio de modificações das características físicas e químicas dos solos com relevância especial para a disponibilidade de nutrientes. Interessa, por isso conhecer a gestão mais adequada de resíduos, bem como comparar a contribuição relativa da folhagem e das raízes para o balanço de carbono e de nutrientes no solo.

Assim, com o intuito de aprofundar alguns dos aspectos referidos, estudou-se por intermédio de um sistema lisimétrico, a acumulação de carbono e a retenção de nutriente em dois substratos minerais na presença de raízes e folhas de *Eucalyptus globulus*. O período de estudo foi de três e de cinco anos, respectivamente, para o substratos de textura franco-arenosa e arenosa. Os tratamentos considerados para cada um dos substratos terrosos foram: (a) sem qualquer resíduo orgânico, (b) com folhas incorporadas, (c) com raízes incorporadas e (d) com folhas colocadas sobre a sua superfície.

No termo dos períodos experimentais, verificou-se que a incorporação das folhas em qualquer dos substratos minerais foi mais efectiva do que a sua colocação sobre a superfície do mesmo, na modificação das características químicas dos substratos, mormente na fase inicial do estudo. Os teores de carbono orgânico, azoto e cálcio e fósforo extraíveis, bem como os valores de pH, eram mais elevados no primeiro caso do que no segundo; tendência contrária foi observada, porém, para o alumínio extraível. A introdução de raízes nos substratos minerais manifestou uma influência semelhante à verificada para a incorporação de folhas, mas menos acentuada. Não se verificaram diferenças assinaláveis de evolução das características químicas entre os dois tipos de substrato mineral.

Aplicación de compost de lodo en un cultivo de guisante *(Pisum sativum*) en la provincia de Burgos

M. Navarro, J. I. López, C. Rad, L. Tobalina, R. Galán, C. Gil, S. Peña & S. González

Grupo de Investigación en Compostaje. Univ. de Burgos. Escuela Politécnica Suprior. Avda. Cantabria s/n. 09007 Burgos. minago@ubu.es

Introducción y objetivos

Algunos agroecosistemas de la provincia de Burgos (norte de la Comunidad de Castilla y León), se caracterizan por tener suelos con cada vez más escaso horizonte de uso agrícola, de baja fertilidad y que soportan una agricultura cerealista extensiva. El excesivo laboreo, la falta de rotaciones y la escasa adición de enmiendas orgánicas son prácticas comunes en estas áreas. La adición de la materia orgánica residual como compost de lodo de depuradora de aguas residuales y urbanas, pudiera ser una fuente importante de nutrientes y contribuir a un aumento de la materia orgánica en estos suelos. El objetivo de este trabajo es estudiar la posibilidad de utilizar el compost de lodo como un fertilizante orgánico del bajo coste, capaz de aumentar la producción de la cosecha y la fertilidad del suelo dentro de una agricultura sostenible, evitando cualquier riesgo medioambiental.

Materiales

El compost de lodo utilizado en esta experiencia, procede de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de la ciudad de Burgos y posteriormente compostado en la Planta Cuesta de Burgos. En el municipio de Villafruela (Burgos) en la finca de "Andadilla", se aplicó compost de lodo en Enero de 2005, y en Febrero se cultivó guisante *(Pisum sativum*) variedad "declic" cuyo cultivo precedente fue la cebada. El guisante, es un cultivo que lleva varios años aumentando su superficie en nuestra comunidad, se adapta bastante bien a las condiciones de suelo y clima de la zona, están apareciendo nuevas variedades más productivas con rendimientos aceptables para el agricultor, con mejores ayudas de la PAC que otras leguminosas y es una buena alternativa al cereal

Diseño experimental

La parcela fue diseñada en bloques (12mx48m) al azar (modelo de cuadro latino), con cinco réplicas por tratamiento. Se realizaron 5 tratamientos diferentes, tres en los que se aplicaron dosis de lodos equivalentes a 3,5 (L_1), 7,5 (L_2) y 17,5 (L_3) $t.ha^{-1}$ y dos controles, uno en el que no se añadieron lodos, ni fertilización alguna © y otro al que se añadió fertilización mineral (I). Se tomaron muestras de suelo inicial, primavera y final y de planta en primavera y cosecha. Estadísticamente se utiliza la técnica de análisis de varianza, mediante la utilización del programa "Statgraphics Plus"

Resultados y conclusiones

Las características principales del suelo son: *Cambisol Calcáreo* (FAO); textura franco-arcilloso; pH 8,31; CE 0,24 $\mu S.cm^{-1}$; CIC 21,50 $meq.100\ g^{-1}$; MO 2,42%; N total 0,24%; P Olsen 30,34 ppm; CO_3^{2-} 37,78%. Las características del compost son: pH 7,5; CE 1,42 $mS.cm^{-1}$; MO 26,51%; N total 1,77%; P total 2,51%; Zn 1141 ppm; Cr 874 ppm; Pb 217 ppm; Ni 84 ppm y Cu 246,9 ppm.

En el muestreo de primavera, los valores mayores de P y Mg asimilables coinciden para L_3 y el mayor crecimiento de las plantas y mayor nº de flores es para el tratamiento L_3.

Las producciones medias de la cosecha obtenidas fueron 347,2; 375,0; 357,6; 347,2 y 472,2 $t.ha^{-1}$, para los distintos tratamientos C, I, L_1, L_2 y L_3 respectivamente.

Solamente un aumento significativo en la producción de la cosecha fue obtenido con la dosis más alta del compost de lodo en comparación con el resto de las aplicaciones. No se ha encontrado acumulación de los metales estudiados en la cosecha de guisante.

Produção de folhada e concentração de nutrientes nas folhas de soutos do Nordeste Transmontano submetidos a diferentes sistemas de mobilização do solo

F. Raimundo[1], A. L. Pires[1], S. Fonseca[1], A. Martins[1] & M. Madeira[2]

[1] *Dep. Edafologia, UTAD, Ap. 1013, 5001-801 Vila Real, e-mail: fraimund@utad.pt*
[2] *Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa*

Diferentes motivações, entre elas, o interesse pela cultura e a tentativa de aumentar a produtividade, têm levado, nestas últimas décadas, a uma intensificação das práticas culturais nos soutos em regime de sequeiro do Norte de Portugal. Esta intensificação, expressa sobretudo por mobilizações frequentes, remoção da biomassa resultante das podas e aplicação de quantidades crescentes de fertilizantes minerais em detrimento dos orgânicos, tem sido considerada, segundo vários autores, decisiva para a degradação física, química e biológica dos solos e para a propagação da doença da tinta. Dado entre essas práticas ter importância preponderante a mobilização do solo com o escarificador, foi instalado no início de 1996 um sistema experimental, num souto com árvores de 50 anos de idade média, para estudar aspectos inerentes à interacção solo - planta, a partir de quatro sistemas de preparação do solo: com escarificador, que corresponde à mobilização tradicional (MT), com grade de discos (GD), com pastagem semeada de sequeiro (PS) e não-mobilização com vegetação herbácea espontânea (NM). O controlo da vegetação nos tratamentos PS e NM foi efectuado com pastoreio itinerante de ovinos e corte no final da primavera. Neste trabalho faz-se uma abordagem do efeito desses sistemas na produção da folhada e na concentração de nutrientes nas folhas. A colheita da folhada efectuou-se entre 1997 e 2004 nos tratamentos MT, GD e NM e entre 1999 e 2004 no tratamento PS e foi expressa por m^2 de área de projecção vertical de copa. A colheita de amostras para avaliar a concentração de nutrientes nas folhas foi efectuada nos anos de 2003 e 2004.

A produção média dos quatro componentes da folhada (folhas, ouriços, castanhas e inflorescências), durante o período de 1999 a 2004 foi superior no tratamento NM (762,9 g m^2), seguido do PS (730,4 g m^2), do GD (691,5 g m^2) e por último do MT (614,1 g m^2), não se observando porém diferenças significativas entre tratamentos. Durante esse período os ouriços (37,0%) foram os que mais contribuíram para o total da folhada, seguidos das folhas (32,7%), das castanhas (24,2%) e das inflorescências (6,1%). A maior produção média de castanha foi observada no tratamento NM (187,6 g m^2), seguido do PS (183,5 g m^2), do GD (173,6 g m^2) e do MT (132,3 g m^2), não sendo as diferenças significativamente diferentes.

Considerando a média dos resultados dos dois anos de amostragem, constata-se que os teores de P e Mg nas folhas foram significativamente inferiores no tratamento MT do que nos restantes. O teor de N foi significativamente inferior no tratamento MT do que nos tratamentos NM e PS, enquanto o teor de K foi significativamente inferior nos tratamentos MT e PS do que no GD.

Dos resultados obtidos conclui-se que a mobilização tradicional constitui o sistema de gestão do solo que apresenta efeitos mais negativos ao desenvolvimento do castanheiro para a produção de fruto. Este sistema leva à injúria das raízes do castanheiro na camada superficial (0-15 cm) do solo, não permitindo, assim, o melhor aproveitamento dos nutrientes por parte das árvores no período posterior à sua execução, tendo como consequência um menor teor de nutrientes nas folhas e uma menor produção de folhada.

Produção de tubérculos em alcachofra de Jerusalém

L. de Sousa, M. A. Rodrigues & M. Arrobas

CIMO – E. S. Agrária, 5301-855 Bragança, Portugal, Email: angelor@ipb.pt

A conjuntura internacional e as directivas comunitárias apontam para a necessidade de se aumentar rapidamente a produção de biocombustíveis. As matérias-primas destinadas à produção de bioetanol, por exemplo, podem derivar das espécies actualmente difundidas nos sistemas de cultura destinadas maioritariamente a fins alimentares, ou de outras menos generalizadas cujos potencial energético e comportamento agronómico são menos conhecidos. Neste trabalho reportam-se resultados de ensaios com *Helianthus tuberosus*, uma espécie com potencial energético devido à quantidade de inulina que acumula nos tubérculos. No ensaio foram utilizados propágulos vegetativos em três densidades de plantação (2, 3 e 4 plantas/m^2) e semente botânica em duas densidades (2 e 4 plantas/m^2). As densidades foram combinadas factorialmente com duas doses de azoto (0 e 100 kg N/ha) e três repetições. As experiências decorreram em Bragança em 2005, sendo a cultura regada por aspersão. Os propágulos vegetativos na combinação de 2 pl/m^2 com aplicação de N originaram 65.6 Mg/ha de tubérculos, valor significativamente superior ($P<0.05$) à utilização de semente botânica (38.4 Mg/ha). A utilização de 2 propágulos/m^2 originou produção média de 53.1 Mg/ha, valor superior mas sem significado estatístico comparativamente com 3 (46.0 Mg/ha) e 4 (37.8 Mg/ha) propágulos/m^2. A modalidade sem azoto originou resultado médio (37.8 Mg/ha) significativamente inferior à modalidade com N (53.6 Mg/ha). Com a utilização de semente botânica, 2 plantas/m^2 produziram 35.1 Mg/ha, valor mais elevado mas não significativamente superior à utilização de 4 plantas/m^2 (25.6 Mg/ha). Nesta experiência o N originou apenas um ligeiro aumento não significativo na produção. Os resultados evidenciaram vantagens na utilização de propágulos vegetativos (pelo desenvolvimento inicial bastante mais vigoroso), bem como de densidades de plantação baixas (devido à intensa ramificação e elevada altura das plantas) e resposta ao N tanto mais positiva quanto maior o potencial de produção do sistema de cultura.

Floração e vingamento de frutos em olivais de sequeiro

J. Lopes[1], M. A. Rodrigues[2], F. Pavão[3], J. Cabanas[2], R. Oliveira[3], C. Correia[4] J. Moutinho Pereira[4] & A. Bento[2]

[1] DRATM, Qta do Valongo, 5370 Mirandela, Portugal
[2] CIMO – E. S. Agrária, 5301-855 Bragança, Portugal, Email: angelor@ipb.pt
[3] AOTAD, Av. Bomb. Voluntários, 60, 5370-206 Mirandela, Portugal
[4] Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000-911 Vila Real, Portugal

---

Contagens massivas de botões florais, com vista a avaliar o vingamento de frutos, foram efectuadas em olivais de Trás-os-Montes. Em 2002 a experiência decorreu em Bragança e em Lamas. Em Bragança um olival da cv. Cobrançosa foi mantido nas modalidades: pastagem natural; mobilização tradicional; e herbicida (glifosato) aplicado em Abril. O olival de Lamas, da cv. Cobrançosa, é conduzido nas modalidades: mobilização; glifosato; herbicida residual (diurão + terbutilazina) + glifosato, aplicado em Fevereiro; e vicia aveia na entre-linha com destruição da vegetação com glifosato. Em 2003 repetiu-se a experiência no ensaio de Lamas. Em 2004 a experiência decorreu em Suções num olival da cv. Verdial, sujeita aos tratamentos: boro ao solo; boro foliar; e ausência de boro. Antes da floração marcaram-se ramos em todos os quadrantes das árvores. Dependendo do olival e do ano foram contados entre 713 e 15556 botões florais por tratamento. Durante o Verão contaram-se os frutos vingados. Em 2002, no ensaio de Bragança, o vingamento médio na pastagem (1.68 %) foi inferior relativamente a mobilização tradicional (2.38 %) e glifosato (2.40 %), apesar das diferenças não serem significativas. A pastagem registou também menor produção no Inverno seguinte. Em Lamas obtiveram-se percentagens de vingamento entre 3.0 e 4.4 sem relação directa com a produção. Em 2003 as percentagens de vingamento foram idênticas entre tratamentos, variando de 1.79 a 1.90 %, tendo no Inverno seguinte ocorrido diferenças na produção. Em 2004 a aplicação de boro influenciou o vingamento. Os valores registados variaram entre 3.2 % (sem B) e 4.4 % (B foliar). Na colheita não foram registadas diferenças na produção. A contagem simples de botões florais e frutos vingados revelou-se mais trabalhosa que útil nas estimativas do vingamento dos frutos e sua relação com a produção, devido à variabilidade experimental no número de botões florais e de frutos vingados por ramo.

Financiado no âmbito do projecto Agro 743

Resposta da couve Tronchuda (*Brassica oleracea* var *costata*) à aplicação de azoto, boro e um fertilizante orgânico para Agricultura Biológica

M. A. Rodrigues[1], J. A. Pereira[1], M. Arrobas[1], P. B. Andrade[2] & A. Bento[1]

[1] *CIMO – E. S. Agrária, 5301-855 Bragança, Portugal, Email: angelor@ipb.pt*
[2] *Serviços Farmacognosia - Faculdade de Farmácia/Univ. do Porto, Portuga*

Os portugueses são os maiores consumidores europeus de Brássicas. A couve Tronchuda é cultivada em Portugal em área superior a 1000 ha. O seu consumo é sobretudo apreciado na quadra natalícia. Neste trabalho reportam-se resultados da fertilização com azoto e boro na forma de adubos convencionais e da utilização de Dix10 (razão C/N 4.7), um fertilizante orgânico autorizado em agricultura biológica. Plantas de raiz protegida foram transplantadas a 29 de Agosto de 2005 num compasso 0.8x0.5 m^2. O solo, de textura franca, continha 0.83 % matéria orgânica, 5.2 pH(H_2O) e teores P e K médios e altos, respectivamente. Foram estabelecidas seis modalidades: sem adubação (SAd); Dix10, em dose equivalente a 80 kg N/ha; modalidades com 80 (NB) e 160 (N^+) kg N/ha, como nitrato de amónio; e modalidades sem B (B^-) e com aplicação de 2.2 (NB) e 4.4 (B^+) kg B/ha. Todas as modalidades de B foram fertilizadas com 80 kg N/ha e as de N com 2.2 kg B/ha, coincidindo na modalidade NB as doses médias dos nutrientes. As plantas SAd produziram13.7 Mg biomassa/ha e exportaram 33.9 kg N/ha e 40.9 g B/ha, valores significativamente inferiores às modalidades fertilizadas. Dix10 produziu 18.0 Mg de biomassa/ha e exportou 45.1 kg N/ha e 51.3 g B/ha. A modalidade NB originou maiores produção de biomassa (38.6 Mg/ha) e N exportado (107.9 kg/ha) que as modalidades SAd e Dix10. A modalidade N^+ não aumentou a produção nem o N exportado comparativamente com NB. B^+ não influenciou a produção de biomassa mas aumentou a concentração de B nos tecidos e o B exportado. N+ reduziu significativamente a concentração de B nos tecidos e o B exportado (sugerindo algum tipo de antagonismo iónico). As produções obtidas e a recuperação aparente de nutrientes sugerem que a redução de produção de biomassa nas modalidades SAd e Dix10 se deveram à reduzida disponibilidade de N no solo.

Financiado no âmbito do projecto POCI/AGR/57399/2004

Efecto de la adicción de purín sobre el fósforo disponible determinado mediante tres métodos

E. Vidal Vázquez [1], C. Aparecida de Abreu [2], F. Souto Jorge [1] & J. Dafonte Dafonte [1]

[1] *Escuela Politécnica Superior. Univ. de Santiago de Compostela (USC). Campus universitario s/n, 27002 Lugo, España. E-mail: evavidal@lugo.usc.es*

[2] *Centro de Solos e Recursos Ambientais. Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Av. Barão de Itapura 1481, Caixa postal 28, CEP: 13001-970, Campinas-SP, Brasil. E-mail: caabreu@iac.sp.gov.br*

El fósforo que contienen los residuos orgánicos líquidos se encuentra en formas que frecuentemente están disponibles para los cultivos en una notable proporción y ello con independencia de su naturaleza orgánica o inorgánica. La fertilización continua con purines determina la presencia en el suelo de cantidades importantes de fósforo residual en formas lábiles. En estas condiciones el riesgo de pérdidas de fósforo por erosión, con el consiguiente peligro de eutrofización de las masas de agua se puede ver notablemente incrementado. En este trabajo se analiza el efecto de la fertilización con purín sobre el fósforo disponible. Se llevó a cabo una experiencia de campo en una parcela agrícola situada en el término municipal de A Pastoriza (Lugo) a una altitud media de 470 m, con una pendiente media del 6 % que oscila entre el 2 y el 10%. El horizonte superficial del suelo presenta textura franca. Se aplicaron tres dosis diferentes de purín de 30m^3/ha, 60m^3/ha y 90m^3/ha, con un contenido medio en materia seca del 3%. Como testigo se utilizó una parcela con una dosis y formulación usual de abono químico que fue aplicado durante la siembra. El diseño experimental consistió en bloques al azar con cuatro repeticiones. La toma de muestra para el análisis de los agregados se llevó a cabo entro 0 y 5 cm. de profundidad tras dos aplicaciones de purín durante un intervalo de un año, de tal modo que las cantidades acumulativas de residuo líquido en los cuatro tratamientos eran de 0, 60, 120 y 240 m^3/ha. El fósforo disponible se determinó mediante tres métodos: resina de intercambio, Olsen y Mehlich-3. Se pudo apreciar una tendencia al incremento del contenido en fósforo conforme aumentaba la dosis de purín, si bien las diferencias entre tratamientos no siempre eran significativas. Se comprobó que los suelos estudiados estaban sobrefertilizados en relación con el elemento estudiado, de modo que la adición de nuevas dosis de fósforo no deben de tener ningún efecto sobre los rendimientos de la cosecha.

Agradecimientos: Este trabajo se llevó a cabo en el marco de un contrato dentro del Programa Juan de la Cierva (MEC), proyecto AGL2003-09284-C02/AGR.

Variação dos teores de cobre foliar e do solo devido à aplicação de lama residual urbana

H. Domingues [1], M. L. Fernandes [1], A. Salgueiro [2], M. G. Serrão [1], O. R. Monteiro [1], A. Castro [1], M. A. Castelo-Branco [1], J. C. Martins [1], F. Pires [1], A. M. Campos [3], C. Horta [3] & A. Dordio [4]

[1] Estação Agronómica Nacional, Quinta do Marquês, 2784-505 OEIRAS, e-mail: HerminiaDomingues@portugalmail.pt
[2] Engenheira de Recursos Naturais e Ambiente, ESACB, e-mail: salixsp@hotmail.com
[3] Direcção Regional de Agricultura do Alentejo DRAAL, Quinta da Malagueira, Apartado 83, 7001 ÉVORA, e-mail: culturas.arvenses@draal.min-agricultura.pt
[4] Consultor científico do Projecto Agro 414

A aplicação adequada de lamas residuais urbanas (LRU) pode promover uma melhoria no nível de fertilidade dos solos, constituindo também uma forma de reciclagem destes resíduos. O presente estudo teve como objectivo avaliar as variações dos teores de Cu, quer foliar quer do solo (extraído pela água régia), resultantes da alteração de algumas características de um solo sujeito à aplicação de uma LRU, com elevado teor de Cu. No Outono de 2001, instalou-se um ensaio, constituído por uma consociação pratense de leguminosas e gramíneas, num Luvissolo Háplico (LVha), em Mértola. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três níveis de aplicação de LRU de Évora ($L_0 = 0$, $L_1 = 12$ e $L_2 = 24$ t/ha) e duas repetições. A LRU aplicada apresentava um teor de Cu de 2042 mg kg^{-1}, cerca do dobro do valor-limite estabelecido na Portaria 176/96. Em todas as modalidades e ao longo de três ciclos culturais (2002, 2003 e 2004), foram colhidas amostras de terra a duas profundidades (0-10 e 10-20 cm) e de material vegetal.

Os resultados foram estatisticamente analisados através de correlações múltiplas. Obtiveram-se coeficientes de correlação significativos entre os teores de Cu_{foliar} e os dos seguintes elementos no solo: K_{Riehm} (r = 0,597, $P \leq 0,01$), Mg_{troca} (r = -0,562, $P \leq 0,05$) e Na_{troca} (r = -0,476, $P \leq 0,05$) na camada 0-10 cm; K_{Riehm} (r = 0,738, $P \leq 0,001$) e Mg_{troca} (r = -0,590, $P \leq 0,01$) na camada 10-20 cm; K_{Riehm} (r = 0,659, $P \leq 0,01$), Mg_{troca} (r = -0,584, $P \leq 0,01$) e Cu_{solo} (r = 0,463, $P \leq 0,05$) na média das duas camadas.

Verificaram-se coeficientes de correlação significativos entre os teores de Cu_{solo} e os das seguintes características do solo: N (r = 0,869, $P \leq 0,001$), M.O. (r = 0,650, $P \leq 0,01$) e P_{Riehm} (r = 0,568, $P \leq 0,01$) na camada 0-10 cm; N (r = 0,618, $P \leq 0,01$), P_{Riehm} (r = 0,628, $P \leq 0,01$) e M.O. (r = 0,501, $P \leq 0,05$) na camada 10-20 cm; N (r = 0,775, $P \leq 0,001$), P_{Riehm} (r =0,663, $P \leq 0,01$) e M.O. (r = 0,564, $P \leq 0,05$) na média das duas camadas.

Observaram-se ainda, correlações elevadas entre os teores ea M.O. e N_{total}, nas profundidades estudadas e a M.O. e P_{Riehm} à profundidade 0-10 cm, que podem justificar os resultados obtidos neste estudo.

Considera-se a existência de Cu_{solo} com afinidade ao N e quelatado com ligandos orgânicos estáveis e pouco solúveis. Deduz-se que houve um efeito sinergético entre o Cu_{solo} e P_{Riehm} e K_{Riehm} e, ainda antagónico com Mg_{troca} e Na_{troca}. Presume-se que as outras características estudadas (pH, Ca_{troca} e K_{troca}) não tiveram acção na dinâmica do Cu veiculado pela aplicação da LRU ao solo.

Efeito de fertilizantes minerais e orgânicos na produção de Azevém (*Lollium multiflorum*). Eficiência de utilização do azoto

M. Arrobas, M. A. Rodrigues & P. P. Tomás

CIMO – E. S. Agrária, 5301-855 Bragança, Portugal, Email: marrobas@ipb.pt

Para avaliar o azoto disponibilizado para as plantas a partir de fertilizantes minerais e orgânicos, foi instalado um ensaio em vasos com azevém. Os fertilizantes utilizados foram: Casca de Castanha (CC) com 0.6 % de N; estrume de bovino (EB) com 2.3 % de N; Beiraadubo (BA), um guano comercial com 3.0 % de N; Nitrato de Amónio (NA), com 20.5 % de N, Entec (En), adubo com um inibidor da nitrificação, com 26 % de N; e Fertigafsa (Fg), adubo de composição 4-16-12. Estabeleceu-se uma modalidade testemunha (T) sem N. Todos os fertilizantes foram aplicados em dose equivalente a 200 mg de N por kg da fracção terra fina de um solo com textura franco-limosa, pH (H2O) 5.2 e 2.7% de matéria orgânica. Em todos os vasos foi aplicada uma solução nutritiva sem azoto. Após germinação, foram mantidas 50 plantas por vaso. A produção de biomassa foi avaliada em 6 cortes, entre 9 de Novembro de 2004 e 4 de Agosto de 2005. Foi avaliada a produção, o N exportado e a eficiência de utilização do azoto (EUN). A produção média acumulada de matéria seca variou significativamente entre 1.7 e 4.1 g por vaso em T e NA, respectivamente. A modalidade NA registou a maior exportação (167 mg N/vaso) e a maior EUN (64%). No que respeita ao comportamento dos fertilizantes minerais, destaca-se a menor EUN associada a En (45%) enquanto que os orgânicos, BA e EB tiveram comportamento semelhante entre si (24 e 22% respectivamente). Nestas condições, os fertilizantes orgânicos (BA e EB) e En foram pouco efectivos na libertação de N para a cultura. Estes resultados fazem antever dificuldades na gestão destes fertilizantes em culturas anuais de ciclo curto, uma vez que as culturas podem ficar privadas de azoto durante fases importantes do seu desenvolvimento.

Crop residue evolution in a dry – farming rotation of southern Spain

R. Ordóñez[1], G. Martínez[2] & C. Bravo[3]

[1] *CIFA Alameda del Obispo, IFAPA-CICE; Av. Menéndez Pidal, sn. Apdo.3092, 14080 Córdoba*
[2] *CIFA Las Torres-Tomejil, IFAPA-CICE ; Crtra. Sevilla-Cazalla, km 12.2. 41200. Alcalá del Río (Sevilla)*
[3] *Univ. Nacional Experimental Simón Rodríguez. Av. J.M. Vargas. Santa Fe, Caracas (Venezuela)*

Introduction

Crop residue management is getting more and more important in agriculture, specially due to the increasing support of authorities on "good practices" on agriculture since last years. An organic matter management trial has been established at a public farm (Tomejil) , situated in the Guadalquivir valley in the province of Seville, where conservation agriculture techniques have been taken.

The objectives of this study were to evaluate the temporal evolution of cover and mass of crop residues on soil surface and their capacity to release nutrients.

Materials and methods

Covered surface and crop residues where sampled several times each year in a pea – wheat – sunflower rotation from a no – tillage trial. Weight, organic matter and nitrogen content of residues where analysed in the laboratory following official methods for chemical analysis.

Results

For this kind of climatic conditions covered surface can decreased up to values lower than 30 %, limit established for conservation agriculture practices. Accumulated residue weight loss increase during intercrop period in the rotation and organic matter is incorporated into the soil getting soil richer in nutrients.

Conclusions

Crops residues decomposition are very influenced by their origin and climatic conditions. In the case of pea residue, decomposition occurs very fast reaching a critic value lower than 30 % that can not assure a good protection of soil against erosive agents.

Utilización agronómica de purines de cerdo en el valle del Guadalentín: efectos sobre el sistema suelo-agua-planta

V. Climent Talavera [1], A. Faz Cano [2], D. M. Carmona Garcés [2], A. Zanuzzi Gotta [2], M. Andujar Sánchez [3] & V. Plana Arnaldos [3]

[1] Fecoam. e-mail: vicente.climent@upct.es
[2] Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria, Univ. Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII, 52. 30203-Cartagena. Murcia. España.
[3] CIFEA. Lorca. Consejería de Agricultura y Agua.

La ganadería porcina en España, en relación con la UE nos sitúa en el 2º país productor. Los residuos que generan son insalubres y nocivos para el medio ambiente debido a que el animal no se relaciona con el suelo en su ciclo productivo, la alimentación contienen metales pesados que pasan al purin, además de la contaminación de nitratos de las aguas.

Los ensayos se realizaron en el centro integrado de formación y experiencias agrarias de Lorca (CIFEA). Los cultivos fueron brocúli, sandia y alcachofa. Las parcelas se dividieron en 2 grupos una con aplicación de purín el primer año (residual) y otras con aplicaciones de purin sucesivas (acumulativo). Se aplican en superficie y posteriormente junto con el agua de riego, en dosis baja (4,76 L/m^2), media (9,52 L/m^2) y alta (14,28 L/m^2). Se tomaron muestras de agua, purin, suelo y vegetal para su análisis fisico-químicos y microbiológicos, antes y después de cada ciclo. Además se tomaron después de cada aplicación de purín para análisis microbiológicos.

Después de cinco años de aplicación se manifiesta que el purín como enmienda orgánica de suelos en cultivos hortícolas, no da acumulación de metales pesados ya que los contenidos de Zn y Cu no superan los límites del R.D. 193/1998. La materia orgánica del suelo aumenta, no se incrementa la salinidad con el purin, y para la seguridad de alimentos hortícolas no se aíslan bacterias pátogenas.

El uso como enmienda orgánica es útil en agricultura a la vez que se evitan los vertidos y acumulaciones poco seguras de purines. Además las producciones de bróculi aumentaron en las parcelas con aplicación de purín, en comparación con las que no se aplicó purín, este aumento fue gradual a la dosis de purín aplicada.

Disponibilidade e Mineralização Sequencial do Azoto em Plantações de Eucalyptus globulus

M. C. Cameira[1], F. Gomes[1], M. X. Gómez-Rey[2], A. S. Santos[1], M. C. Magalhães[1], M. Madeira[2] & E. Vasconcelos[2]

[1] *Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, 3040-316, Coimbra*
[2] *Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa*

Nas florestas temperadas, o azoto é o nutriente que mais frequentemente limita o crescimento do povoamento, sendo relevante, para uma optimização da gestão florestal, identificar a disponibilidade de N no solo. O azoto total nos solos florestais encontra-se essencialmente nas camadas orgânicas e na camada superficial dos solos sendo os resíduos de abate, a folhada e as raízes as principais fontes de N para a actividade biológica.

Neste estudo, procedeu-se à avaliação da dinâmica do N no solo considerando diferentes formas de gestão dos resíduos de exploração.

O sistema experimental utilizado foi instalado na Quinta do Furadouro/Óbidos, numa área anteriormente ocupada por um povoamento adulto de *Eucalyptus globulus*. O abate efectuou-se em Julho de 2001, tendo-se procedido ao início da preparação do ensaio em Outubro de 2001 e à plantação em Abril de 2002 (compasso de 3 x 3 m).

Os tratamentos de gestão de resíduos orgânicos consistiram em: I -incorporação dos resíduos por gradagem; R - remoção dos resíduos ; S - manutenção dos resíduos à superfície do solo ; IL e RL – semelhantes a I e a R mas com posterior sementeira de leguminosas; IF, RF e SF - semelhantes a I, R e S mas com posterior fertilização; Controlo - incorporação dos resíduos com gradagem e posterior ripagem.

O desenho experimental do ensaio consistiu em quatro blocos casualizados completos, com oito tratamentos em cada bloco perfazendo um total de 32 parcelas.

Avaliaram-se os fluxos de N (mineralização *vs* imobilização microbiana, absorção pelas plantas e perdas por lixiviação) em dois blocos (I e II) às profundidades de 0-10 e 10-20 cm, utilizando o método de incubação sequencial de amostras *in situ* (quatro repetições de séries de 3 tubos cilíndricos de aço inox, por tratamento, que foram trocados ao longo do tempo de um modo sequencial).

As amostragens efectuaram-se de um modo regular, respeitando uma periodicidade de cerca de um mês. Este intervalo foi, todavia, alterado sempre que as condições de temperatura e humidade o justificaram.

Os resultados apresentados referem-se a quatro períodos de incubação, de Fevereiro a Julho de 2003, considerando-se a data de início do estudo (24 de Fevereiro 2003) o tempo zero (T_0).

Em todos os tratamentos os teores de $N\text{-}NH_4^+$ apresentaram-se significativamente superiores a $N\text{-}NO_3^-$ verificando-se este comportamento ao longo do tempo.

A humidade do solo foi determinante nos processos de transformação do azoto, influenciando significativamente a sua disponibilidade.

Mineralização do Azoto em Plantações de Eucalyptus globulus Submetidas a Diferentes Tratamentos de Gestão de Resíduos de Exploração

V. Esteves[1], M. C. Cameira[1], M. X. Gómez-Rey[2], F. Gomes[1], M. C. Magalhães[1], A. S. Santos[1] & M. Madeira[2]

[1] *Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, 3040-316, Coimbra*
[2] *Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa*

Estudou-se o efeito da gestão dos resíduos de abate na mineralização e imobilização do azoto num povoamento jovem de *Eucalyptus globulus,* situado na Quinta do Furadouro em Óbidos. A plantação foi efectuada em Abril de 2002 após o abate da rotação anterior em Julho de 2001. Os tratamentos de gestão de resíduos orgânicos consistiram na incorporação dos resíduos por gradagem e/ou ripagem; na remoção dos resíduos; na manutenção dos resíduos à superfície do solo; na incorporação ou remoção de resíduos com posterior sementeira de leguminosas e nos procedimentos semelhantes aos tratamentos anteriores com posterior fertilização.

A colheita de amostras disturbadas de solo foi efectuada nas camadas superficiais (0-10 e 10-20 cm) em Março de 2005, e após preparação prévia foram incubadas em condições aeróbias e anaeróbias. A incubação aeróbia decorreu durante 34 semanas, a uma temperatura constante de 25ºC, avaliando-se periodicamente a produção de N mineral ($N\text{-}NH_4^+$ e $N\text{-}NO_3^-$). Por outro lado, o N mineral foi determinado após uma incubação anaeróbia do solo, durante 15 dias a uma temperatura de 40ºC.

O teor de N mineral inicial e a razão C/N não apresentaram diferenças significativas relevantes entre profundidades. Em todos os casos, observou-se nas amostras iniciais um predomínio da forma $N\text{-}NH_4^+$. Porém, durante a incubação aeróbia a tendência inicial inverteu-se, encontrando-se teores de N nítrico bastante mais elevados do que os de N amoniacal. Na caso da incubação anaeróbia, a amonificação liquida foi significativamente mais elevada no tratamento com incorporação de resíduos e fertilização (IF) e no controlo © do que nos restantes.

A gestão dos resíduos de abate, determinou diferenças significativas nas primeiras semanas, no que respeita à mineralização/imobilização de N. Ao contrário do que se observou no estudo da incubação *in situ*, realizada no mesmo ensaio, a produção de nitratos foi elevada, o que parece indicar que no povoamento outros condicionalismos, que deverão ser identificados, alteram os processos de transformação e disponibilidade do azoto mineral no solo.

Dinâmica do azoto em pastagens com introdução de leguminosas

R. C. Nogueirol[1,2], A. M. Santos[2], R. L. Pato[2], M. C. Cameira[2] & G. Feio[2]

[1] Univ. de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), P.O. Box 9, 13418-900, Piracicaba-SP, Brasil. robertanogueirol@yahoo.com.br
[2] Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, 3040 316, Coimbra, Portugal.

O aumento de azoto no solo, para melhoria da produtividade das gramíneas, pode ser obtido pela aplicação de fertilizantes azotados ou pelo uso de leguminosas em consociação com gramíneas, pela sua capacidade em fixar biologicamente o N atmosférico. O Azoto fixado pelas leguminosas contribui para o sistema de produção, pois melhora a qualidade da dieta e aumenta a produção animal. A contribuição pode ser feita indirectamente pela transferência do N fixado para a gramínea, o que aumenta a capacidade de suporte da pastagem e prolonga a sua capacidade produtiva.

Este estudo teve como objectivo o acompanhamento da dinâmica do N num solo com pastagens, constituídas por gramíneas desde Novembro de 1999 e com a introdução de leguminosas (*Trifolium repens e Trifolium fragiferum*) em Outubro de 2003, data em que se iniciou o ensaio.

O ensaio foi delineado em blocos casualizados, com quatro tratamentos (L – sementeira a lanço; D – sementeira directa; V – sementeira com vibrocultor e T – testemunha) e três repetições.

O maneio dos parques é efectuado através do pastoreio de 6 – 9 éguas gestantes ou afilhadas, da raça lusitana.

O solo das camadas superficiais foi amostrado em Março de 2005 e incubado no laboratório em condições aeróbias. A incubação decorreu durante 90 dias, a uma temperatura constante de 25ºC e condições óptimas de humidade, avaliando-se periodicamente a quantidade de N mineral.

Nos talhões submetidos aos tratamentos, os teores de N mineral inicial foram baixos, inferiores a 5 mg kg^{-1}. Observou-se, contudo, um predomínio da forma $N\text{-}NO_3^-$ relativamente ao $N\text{-}NH_4^+$ e uma nitrificação considerável durante a incubação aeróbia, não tendo sido relevante a amonificação.

Os tratamentos não determinaram diferenças significativas no que respeita ao azoto mineral inicial nem aos teores de N encontrados ao longo do período de incubação. Observou-se uma alternância entre a mineralização e a imobilização.

Produção, decomposição e dinâmica de nutrientes de folhas de *Fraxinus angustifolia* Vahl

E. Pereira [1] & M. Madeira [2]

[1] *Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança; Campus de Santa Apolónia, 5300 Bragança, e-mail epereira@ipb.p*
[2] *Instituto Superior de Agronomia, Dpto. de Ciências do Ambiente, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, e-mail mavmadeira@isa.utl.pt*

No Nordeste Transmontano o freixo *(Fraxinus angustifolia* Vahl) encontra-se frequentemente associado às pastagens naturais, vulgarmente designadas por lameiros, ao longo das respectivas bordaduras e espaçados no seu interior, constituindo um típico sistema agro-florestal desta região. No presente trabalho estudou-se durante 5 anos a produção de folhas de freixo através da técnica de "littertraps" e a decomposição e dinâmica de nutrientes das mesmas, durante 3 anos, utilizando-se a técnica dos sacos de decomposição ("litterbags").

A produção média anual de folhas estimada foi de 260 g m^{-2}. O retorno anual médio de N, P, K, Ca, Mg e S ao solo foi de 2,8, 0,4, 1,6, 5,1, 1,4 e 0,9 g m^{-2}, respectivamente. A taxa de decomposição anual estimada para a globalidade do período de estudo foi de -0,96 (R^2 =0,99; p<0,001). Os valores de *turnover* e de semi-vida foram respectivamente de 1,04 e de 0,67. A libertação de nutrientes das folhas ocorreu em duas fases distintas: por forte lixiviação (K, S, Mg, Ca e P) no início da decomposição, i.e., no final do Outono e princípio do Inverno, e no período posterior o N e em pequeno grau o P e o Ca foram libertados em quantidades significativas por mineralização.

Implicações das técnicas de preparação do terreno na qualidade do solo em sistemas florestais

F. Fonseca[1], A. Martins[2], T. de Figueiredo[1], C. Nogueira[1] & A. Guerra[1]

[1] *Escola Superior Agrária de Bragança, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, e-mail: ffonseca@ipb.pt*
[2] *Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013,5001-911 Vila Real, e-mail: amartins@utad.pt*

A qualidade do solo, é um factor essencial na sustentação global da biosfera e fundamental na sustentabilidade dos sistemas florestais. Porém, a aplicação das técnicas de preparação do terreno na fase de instalação dos povoamentos florestais, não tem sido devidamente suportada por resultados experimentais que permitam a selecção das mais adequadas a cada situação e respeitem os critérios de conservação ou melhoria da qualidade do solo. Para as condições dos solos florestais portugueses, é escassa a informação sobre a influência das técnicas de preparação do terreno nas modificações da qualidade do solo. A avaliação da qualidade do solo constitui uma importante ferramenta de recolha de informação sobre a sustentabilidade das práticas de manejo do solo, pelo que foi aplicada em sete modalidades de preparação do terreno (tratamentos) com diferentes intensidades (ligeira, intermédia e intensiva), constituídas por: (1) testemunha, sem mobilização (TSMO); (2) plantação à cova, com broca rotativa (SMPC); (3) ripagem contínua, seguida de lavoura localizada com riper equipado com aivequilhos (RCAV); (4) sem ripagem e armação do terreno em vala e cômoro (SRVC); (5) ripagem localizada e armação do terreno em vala e cômoro (RLVC); (6) ripagem contínua e armação do terreno em vala e cômoro (RCVC); (7) ripagem contínua seguida de lavoura contínua (RCLC). Em cada tratamento com armação do terreno em vala e cômoro (SRVC, RLVC, RCVC), foram observados 12 perfis do solo (4 na linha de plantação, 4 na entre linha, 4 no cômoro). Nos restantes tratamentos, dada a homogeneidade das parcelas, foram observados 4 perfis por tratamento. A avaliação da qualidade do solo foi realizada com base nas características morfológicas dos perfis de solos por observação no campo e na análise de amostras de terra colhidas nos mesmos, nas profundidades 0-20; 20-40 e 40-60 cm. Os tratamentos SRVC, RLVC e RCLC apresentam espessura efectiva mais elevada tendo havido um acréscimo entre 30 a 40 cm relativamente à situação original. Igualmente apresentam os maiores teores de carbono e azoto totais na camada 20-40 cm e os menores na camada mineral superficial. De um modo geral, não ocorrem diferenças significativas entre tratamentos para as bases de troca, capacidade de troca catiónica, acidez de troca e grau de saturação em bases o que se reflecte nos valores de pH. A percentagem das partículas de granulometria mais fina tende a aumentar com a intensidade de mobilização do solo, verificando-se comportamento inverso para a massa volúmica aparente e compacidade do solo. Na região em estudo, os tratamentos SRVC e RLVC mostraram ser as técnicas de preparação do terreno mais sustentáveis na instalação de povoamentos florestais.

Aplicabilidade do bioteste ^{86}Rb na avaliação do estado nutritivo de plantas de *Eucalyptus globulus* Labill

A. Azevedo[1], M. Madeira[2] & J. Dighton[3]

[1] *Escola Superior Agrária de Santarém, Sector de Geociências, 2001-904 Santarém, Portugal (a_azevedo@esa-santarem.pt)*
[2] *Instituto Superior e Agronomia, Dpto. de Ciências do Ambiente, Tapada da Ajuda, 1399 Lisboa Codex. Portugal*
[3] *Division of Pinelands Research of Biology, Rutgers Univ., New Jersey 08102, USA*

O bioteste das raízes ^{86}Rb tem vindo a ser usado, com sucesso, na avaliação do estado nutritivo de algumas espécies florestais, nomeadamente, em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden (Dighton *et al*., 1992). Conhecidas as limitações dos resultados da análise foliar na avaliação do estado nutritivo das florestas, delinearam-se dois estudos, um em *vaso* e outro em *campo*, com o objectivo de se estudar a aplicabilidade desta técnica em plantas de *Eucalyptus globulus* Labill. Como técnicas de referência utilizaram-se os resultados da análise foliar e radical.

No ensaio em vaso, as plantas apresentaram resposta significativa ao K, tendo-se verificado que o bioteste das raízes apresentou correlação negativa, tanto com a variação da concentração em K das soluções nutritivas (1-2-4-8-12-20-50-100 mg K L^{-1}), como com a variação do teor desse nutriente nas folhas e nas raízes das plantas. Todavia, o bioteste apresentou melhor capacidade de correlação com os parâmetros da biomassa do que a análise foliar e a análise radical. Os resultados obtidos sugerem, assim, que o bioteste ^{86}Rb apresenta elevado potencial para ser utilizado em estudos conduzidos em vaso.

No ensaio de campo, verificou-se que nenhuma das técnicas utilizadas foi suficiente para estimar o estado nutritivo das árvores. O influxo de ^{86}Rb foi inclusive mais elevado no tratamento onde o K disponível era mais baixo. Verificou-se, igualmente, que o influxo de ^{86}Rb não se mostrou correlacionado significativamente com o teor de K das folhas.

Deste modo, muitos mais estudos são, ainda, necessários para permitir uma compreensão adequada dos resultados dos biotestes das raízes, particularmente no que respeita à sua interpretação.

Influência das condições ecológicas no crescimento do olival em regime superintensivo. Resposta da cultivar *Galega vulgar* à fertilização azotada

A. Azevedo[1] & P. Bernardes[2]

[1] *Escola Superior Agrária de Santarém, Sector de Geociências, 2001-904 Santarém, Portugal (a_azevedo@esa-santarem.pt)*

[2] *APRODER - Associação para a Promoção do Desenvolvimento Rural do Ribatejo, Santarém, Portugal*

A reconversão do olival português, sobretudo de sequeiro, com baixas densidades de plantação/produção, aos regimes intensivo/superintensivo é urgente. Em regime de "produção integrada", a aplicação de N permitida entre os 1-3º anos, é, respectivamente, de 15, 30 e 45 $kgha^{-1}$. Neste trabalho estudam-se os efeitos da aplicação de N na sua disponibilidade no solo e no crescimento e estado nutritivo das plantas.

O estudo decorreu na região de Santarém, num olival superintensivo (cultivar *Galega vulgar*; 11 meses de idade), numa área onde os cambissolos predominam. Os tratamentos foram efectuados em quadruplicado e distribuídos aleatoriamente. Corresponderam à aplicação de 0, © 15 (N15), 30 (N30), 45, (N45) e 200 (N200) $kgNha^{-1}$. O potencial de mineralização de N dos solos foi determinado pela incubação anaeróbia de amostras, tendo a concentração de N mineral, a altura das árvores e os teores de N foliar, sido determinados mensalmente. A comparação entre médias foi efectuada pelo teste de Tukey (Tukey, HSD).

A disponibilidade de N dos solos foi mais elevada que o potencial de mineralização registado. A variação da concentração de N mineral não apresentou um padrão modal definido, não se registando diferenças significativas ($p>0,05$) entre tratamentos. No final do estudo, a disponibilidade de N dos solos rondava os 65 $kgNha^{-1}$. Como cerca de 85% do N mineral se encontrava na forma de $N\text{-}NO_3^-$, as perdas de N por lixiviação eram potencialmente elevadas. O crescimento em altura das árvores foi praticamente linear, não se registando diferenças significativas ($p>0,05$) entre tratamentos. O mesmo se verificou com os teores de N foliar, que não se correlacionaram com a disponibilidade de N dos solos e se apresentavam como inadequados no final do estudo. Assim, são necessários estudos de longa duração, para se estabelecerem as bases sobre a gestão do N nos olivais superitensivos, face às condições ecológicas nacionais.

Fertilidade e contaminação por metais pesados e microrganismos fecais de um solo sob pastagem pela aplicação de lama residual urbana

M. G. Serrão[1], A. Varela[1], P. Fareleira[1], M. A. Castelo Branco[1], M. Fernandes[2], J. Martins[1], F. Pires[1], O. Monteiro[1] & A. Dordio[3]

[1] Estação Agronómica Nacional, Dep. de Ciência do Solo, Av. República, 2784-505 Oeiras, Portugal, E-mail gserrao@netcabo.pt, Tel: (+351) 214 403 500, Fax: (+351) 214 416 011
[2] Estação Agronómica Nacional, Dep. de Estatística Experimental, Economia e Sociologia Agrárias, Av. República, 2784-505 Oeiras, Portugal
[3] Consultor científico do Projecto AGRO 414

As lamas residuais urbanas (LRU) com tratamento secundário podem contribuir para a melhoria da fertilidade dos solos agrícolas, devido aos teores relativamente elevados de M.O. e alguns nutrientes. Todavia, a heterogeneidade de composição química destes resíduos e a eventual ocorrência de metais pesados e de bactérias de origem fecal requerem a monitorização do solo após a aplicação. Neste trabalho, comparam-se as variações induzidas pela fertilização orgânica com LRU e pela adubação, no 1º ano de um Campo experimental com pastagens, em alguns índices de fertilidade e contaminação metálica e fecal de um solo derivado de xistos e grauvaques, no Alentejo.

O Campo, instalado numa quinta privada, foi constituído por seis talhões de 0,5 ha, correspondentes a três modalidades de fertilização (nula, mineral e orgânica, com LRU), em dois tipos de pastagem, natural e semeada. Foram aplicadas cerca de 13 t/ha de uma mistura de LRU das ETARs de Alvito e de Vila Nova de Baronia, com teores apreciáveis de M.O., N e Ca e teores de metais pesados inferiores aos valores - limite legislados. A adubação incluiu N, P, K, Zn e Mo, tendo incorporado ao solo quantidades de P e K superiores aos introduzidos pela LRU. Determinaram-se alguns indicadores de fertilidade do solo (pH em água e teores de M.O. total, N total, P e K "assimiláveis"e catiões de troca) e de contaminação por metais pesados (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn extraíveis por água régia), em amostras de terra (0-15/20 cm) colhidas em todos os talhões, antes da aplicação dos fertilizantes e cerca de um ano após a incorporação dos mesmos no solo (Setembro de 2004 e 2005, respectivamente). Para a prospecção de indicadores microbianos de contaminação fecal (bactérias coliformes e enterococos), efectuaram-se três amostragens de terra (0-5/10 cm) nas modalidades com e sem aplicação de LRU, em ambos os tipos de pastagem. A produção de matéria seca das pastagens foi avaliada apenas uma vez no ciclo cultural 2004/2005.

Entre os indicadores de fertilidade e de contaminação metálica, apenas os teores de M.O. e de P "assimilável" sofreram variações significativas ($P \leq 0,05$) entre datas de amostragem do solo. Os teores de M.O. cresceram nas modalidades com LRU, quer na pastagem natural, quer na pastagem semeada, e com a adubação mineral em pastagem semeada, ficando semelhantes nestas modalidades. Foi somente com a aplicação de LRU nos dois tipos de pastagem que se atingiram, no final do 1º ano de experimentação, teores muito mais elevados de P "assimilável" do que os iniciais. As variações neste indicador não puderam ser, todavia, cabalmente explicadas pelas diferenças de produção de matéria seca entre modalidades e consequentes níveis de absorção de P. Com efeito, devido às condições climatéricas adversas, de muito baixa pluviosidade durante o ciclo cultural 2004/2005, os dados de produção de matéria seca mostraram grande variabilidade. Imediatamente após a aplicação de LRU, o solo teve um aumento acentuado dos níveis populacionais dos microrganismos indicadores, relativamente aos talhões não tratados. Porém, 6 e 13 meses após a aplicação das LRU, ocorreu um decréscimo progressivo destas populações, que atingiram níveis próximos dos observados nas respectivas testemunhas.

Para ambos os tipos de pastagem, a aplicação de LRU beneficiou nitidamente a camada superficial do solo quanto ao nível de M.O., um ano após a aplicação dos fertilizantes, não tendo alterado o grau de contaminação inicial com metais pesados ou bactérias de origem fecal.

Produção de culturas horto- industriais em agricultura biológica: o caso da couve bróculo

E. Vasconcelos, F. Cabral & H. Pereira

[1] *DQAA, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda 1349-017, Lisboa - Portugal*
[2] *Tomaterra, Estrada de Santarém, 2040-335, Rio Maior - Portugal*

Introdução

Nos últimos anos a Agricultura Biológica tem tido um interesse crescente em Portugal não só por razões de ordem ambiental como também de ordem económica e da saúde do consumidor. Nesta perspectiva e no âmbito de um conjunto de medidas agro - ambientais e ajudas à agricultura biológica surgiu o projecto Agro 682 intitulado: Desenvolvimento de estratégias para a implantação de uma zona de produção de culturas horto - industriais em agricultura biológica. Constituem principais objectivos deste projecto o aproveitamento de condições particularmente favoráveis existentes no concelho de Rio Maior para a produção deste tipo de culturas em modo de produção biológico, tais como uma estrutura fundiária bastante repartida o que permite que haja um acompanhamento mais atento por parte do agricultor, disponibilidade de mão-de-obra para realização de operações culturais diversas, localização geográfica muito favorável quer na proximidade às unidades industriais, quer ao principal centro de consumo deste tipo de produtos que é a área da grande Lisboa e disponibilidade de grandes quantidades de matéria orgânica com utilização permitida em Agricultura Biológica.

Material e métodos

Foram instalados três campos experimentais em Outubro/Novembro de 2005 com a cultura do bróculo para indústria, no concelho de Rio Maior, em parceria com três produtores biológicos, e em que foi estudado o efeito da aplicação de diferentes fertilizantes comerciais, autorizados em modo de produção biológico, na qualidade e quantidade da produção. As quantidades de fertilizantes aplicadas em cada unidade experimental foram calculadas por forma a veicular a mesma quantidade de azoto disponibilizado num período de 3 meses. Antes da instalação dos ensaios procedeu-se à caracterização físico-química dos solos. No final do ensaio foi quantificada a produção entregue na unidade industrial encarregue do seu processamento, será analisada a composição mineral da biomassa e determinadas as exportações da cultura em macronutrientes principais. As determinações serão feitas recorrendo aos métodos laboratoriais utilizados em rotina no laboratório de fertilidade dos solos do departamento de química agrícola e ambiental.

Resultados

As produções obtidas foram relativamente baixas estando neste momento a decorrer as determinações laboratoriais acima referidas.

Conclusões

Tratando-se de uma cultura com o objectivo de utilização para a indústria, que como tal exige que se estabeleça à priori um protocolo entre os produtores e uma unidade responsável pela sua transformação, uma das conclusões de ordem logística que já foi possível retirar do trabalho até agora desenvolvido tem directamente a ver com os encargos associados ao transporte da produção obtida. Assim, concluiu-se ser necessário um bom dimensionamento da exploração agrícola ou no caso dos pequenos produtores uma concentração da produção, de forma a ser possível uma redução significativa dos referidos encargos.

Dinâmica da mineralização do N do solo de montados com pastagem natural e melhorada

J. Nunes[1,3], N. Cortez[2], C. Alexandre[1] & M. Madeira[2]

[1] *Departamento de Geociências, Universidade de Évora, 7002-554 Évora; e-mail: jdnunes@uevora.pt*
[2] *Departamento de Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa*
[3] *Departamento de Biologia, Universidade de Évora, 7002-554 Évora*

Os montados de sobro e de azinho constituem sistemas em que as árvores ocorrem espaçadamente, natural e aleatoriamente distribuídas na paisagem. Nesta situação, ocorrerá uma forte diferenciação de condições ambientais (temperatura e humidade) entre as áreas influenciadas pelas árvores e as não afectadas por essa influência, com implicações nas características do solo e na quantidade, diversidade e qualidade da vegetação herbácea. O maneio tradicional dos montados tem-se baseado no aproveitamento da vegetação herbácea natural que ocorre nesses sistemas, para pastoreio directo de bovinos, ovinos e caprinos.

As áreas de montado, dado ocorrerem em condições de clima sub-húmido seco ou semi-árido, são susceptíveis ao processo de desertificação, para o que contribuem também as deficientes condições físicas, o baixo teor de C orgânico e a baixa disponibilidade de nutrientes do solo. Neste contexto, importa encontrar formas de gestão que conduzam à recuperação da qualidade do solo e que constituam via de valorização económica e ambiental dessas áreas. Para essa recuperação considera-se essencial a introdução de vegetação herbácea com uma forte componente de leguminosas que, melhorando as condições de fertilidade do solo, aumentará a produtividade dessa vegetação e, desse modo, aumentará também a incorporação de C no mesmo.

De modo a confirmar alguns desses pressupostos encontra-se em execução o projecto "Valorização Produtiva, Ambiental e Económica das Áreas de Montado (VALMONT) ", no âmbito do qual se procura estudar, entre outros parâmetros, o comportamento do N do solo em diferentes situações, por intermédio da metodologia da mineralização sequencial *In Situ*.

Neste trabalho apresentam-se os dados preliminares da mineralização do N do solo das áreas sobre fora da acção do coberto das árvores, em pastagens naturais e em pastagens melhoradas com 20 anos de instalação

Efeito da presença da Quercus rotundifolia Lam. na dinâmica da mineralização do N no solo

J. Nunes[1], L. Gazarini[1] & M. Madeira[2]

[1] *Departamento de Biologia, Universidade de Évora, 7002-554 Évora; e-mail: jdnunes@uevora.pt*
[2] *Departamento de Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa*

Os montados de *Quercus rotundifolia* Lam. no Sul de Portugal são sistemas em que, de modo análogo às formações de tipo savana, as árvores apresentam um grande espaçamento entre si, interagindo localizadamente com o meio ambiente, diferenciando desse modo, as condições físicas, químicas e biológicas da área sob a acção da sua copa, das daquela em que essa acção não se observa. Assim, estudou-se a dinâmica da mineralização do N do solo sob e fora da influência da copa destas árvores, num montado relativamente esparso. Além disso, também se avaliou o potencial de mineralização do N do solo das duas áreas em condições controladas. As amostragens foram efectuadas sob coberto de cinco árvores e nas áreas adjacentes fora da acção da copa, com recurso à técnica da mineralização sequencial *in situ*. A mineralização do N foi igualmente determinada em condições de aerobiose e anaerobiose, em laboratório, a temperatura constante. Mediu-se o efluxo de CO2 do solo por intermédio de uma câmara de solo modelo 6400-09 da LI-COR, acoplada a um LI-6400 Portable Photosynthesis System.

De um modo geral, o teor de N no solo do sob coberto foi superior ao observado nas áreas fora deste. Paralelamente, verificou-se uma taxa de mineralização líquida superior no solo das áreas sob a copa das árvores, comparativamente à do solo das áreas fora da copa, tendo-se igualmente observado uma variação interanual. A mineralização acumulada de N foi de 607,7 kg ha^{-1} no solo das áreas fora da copa e de 801,3 kg ha^{-1} nas áreas do sob coberto, dos quais, respectivamente, apenas 236,2 e 312,2 kg ha^{-1} corresponderam à mineralização acumulada entre 10 e 20 cm de profundidade. O

Os valores da respiração do solo nas áreas sob coberto foram sempre significativamente superiores aos observados nas áreas fora da acção deste, embora o padrão de variação tenha sido semelhante.

As condições climáticas resultantes da presença da árvore, associadas a uma maior variabilidade química, física e biológica do solo do sob-coberto influenciam a disponibilidade em N, bem como a taxa de libertação de CO_2, com consequências no processo de interacção entre a árvore e a vegetação sob-coberto.

Área 4: Biología y ecología del suelo

Efectos de la agricultura de conservación en la temperatura de un suelo bajo un cultivo de maíz en regadío y su relación con las poblaciones microbianas.

A. Muñoz[2], M. Ramírez[2] & A. López-Piñeiro[1]

[1] *Área de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Univ. de Extremadura. Avda de Elvas S/N, 06071 Badajoz, España*

[2] *Área de Microbiología. Facultad de Ciencias. Univ. de Extremadura. Avda de Elvas S/N, 06071 Badajoz, España*

E-Mail de contacto: anamg@unex.es

La temperatura del suelo es un factor clave en el crecimiento del maíz, al ser un cultivo muy sensible a las variaciones de temperatura y tener unos márgenes óptimos bastante elevados de germinación de la semilla, de crecimiento de la plántula y de fructificación. La agricultura de conservación tiende a disminuir la temperatura del suelo, debido a los rastrojos que se dejan en superficie, en cuya descomposición juegan un papel fundamental los microorganismos del suelo, y al incremento de humedad asociado a este tipo de manejo. Para una gestión adecuada de los suelos bajo agricultura de conservación es recomendable el seguimiento y el estudio de la temperatura y de las poblaciones microbianas en la capa superficial del suelo. Por ello, el objetivo de este estudio ha sido realizar un estudio comparativo de las oscilaciones de temperatura en diferentes manejos de agricultura de conservación frente a las obtenidas con un manejo de laboreo convencional, y determinar cómo afectan estas variaciones de temperatura a las poblaciones microbianas asociadas a la rizosfera del cultivo. Para ello se han realizado experiencias de campo en cuatro manejos diferentes bajo un mismo suelo, localizados en subparcelas contiguas; uno de siembra directa (SD), dos de siembra directa con cobertura (SDC) con diferente antigüedad de implantación y un manejo de laboreo convencional (LC). Se ha realizado una medida exhaustiva de la temperatura del suelo durante tres años completos y un seguimiento de la evolución de las poblaciones microbianas.

El análisis de los resultados permite concluir que se produce una disminución de la temperatura en SD y SDC respecto a LC durante todo el periodo de cultivo, con unas oscilaciones de temperatura menores para los manejos de agricultura de conservación durante todo el año. Además, se aprecia un incremento en las poblaciones microbianas asociadas a SD y SDC con respecto a LC, que indicarían la existencia de intervalos óptimos de temperatura para el crecimiento microbiano en los manejos de agricultura de conservación.

Cuantificación del banco de semillas de suelos salobres en la cuenca del Lago de Cuitzeo (México)

A. L. Nava Ríos

Laboratorio de Sinecología. Facultad de Biología (Univ. Michoacana San Nicolás de Hidalgo). Morelia (México).

Introducción

El banco de semillas en la mayor parte de las especies vegetales, constituye la población de semillas viables pero latentes en el suelo y representa una fase importante de su ciclo de vida, ya que en ese estadio suceden eventos demográficos tales como: muerte fisiológica, parasitismo, depredación, germinación, latencia, etc., las cuales son determinantes en el equilibrio estable de la población que se encuentra en crecimiento activo.

El área de estudio se encuentra dentro de la cuenca del Lago de Cuitzeo, localizada al norte del Estado de Michoacán y al Sur de la Altiplanicie Mexicana. Tiene una superficie total de 3675 Km^2. El fondo de la cuenca presenta una altitud promedio cercana a 1820 msnm. El clima es templado con lluvias en verano (fresco y largo). La precipitación total anual es de 675 mm. Los suelos predominantes son de tipo Solonchak gleyco, y no son aptos para uso agrícola. Presentan mal drenaje, son impermeables y muestran más del 15% de saturación de sodio en algún horizonte a menos de 125 cm de profundidad.

Métodos

El muestreo se realizó en el mes de junio después de la primera lluvia del ciclo de verano-otoño del año. El área de estudio se dividió en cuatro zonas, según un gradiente de humedad y salinidad del suelo. En cada zona se tomaron 15 muestras de suelo hasta una profundidad de 15 cm, en transectos paralelos a la orilla del lago con 10 m de separación entre sí. En total, se tomaron 60 muestras distribuidas aproximadamente en 1 Km^2. Las muestras fueron tamizadas y por inspección directa al microscopio se separaron las semillas.

Con el objeto de verificar que el número de muestras tomadas era representativo, se realizó un análisis del número de especies acumuladas, así como el promedio acumulado del número de semillas en relación con el número de muestras, obteniéndose para las cuatro zonas que 15 muestras son suficientemente representativas tanto de la composición florística como de la estructura del banco de semillas.

Resultados

Se determinó un total de 1292 semillas y se reconocieron 37 especies pertenecientes a 31 géneros y 17 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Gramineae (7) y Chenopodiaceae (6), mientras que el resto presenta sólo 1 especie. Las especies dominantes y de mayor importancia ecológica que destacan en el área de estudio son: *Opuntia aff. fuliginosa*, *Sporobolus pyramidatus*, *Sesuvium portulacastrum*, *Leptochloa fascicularis* y *Echinochloa crusgalli*. Estas especies representan el 78% del total de semillas detectadas. El matorral de *Lycium carolinianum* es el más diverso (con 25 especies), seguido del pastizal (20), el mezquital (19) y la zona litoral (13). El tamaño del banco varió entre las cuatro zonas de 3378 a 15956 semillas/m^2, con un promedio de 7625/m^2, valor que es significativamente menor al reportado para suelos agrícolas de la región. Sin embargo, la riqueza de especies se ubica en el límite superior del rango registrado para los mismos.

En lo referente a las formas de vida, predominan las herbáceas anuales con 17 especies: 9 herbáceas perennes, 9 que se comportan tanto anuales como perennes y sólo 2 arbustivas (*L. carolinianum* y *O. aff. fuliginosa*. El predominio de hierbas anuales es característico de bancos de semillas del suelo de praderas y pastizales así como de sistemas agrícolas.

5 de estas especies se describen como introducidas en México y adaptadas ahí a suelos salinos: *Chenopodium murale*, *Anagallis arvensis*, *Polygonum lapathifolium*, *Echinochloa crusgalli* y *Paspalum dilatatum*.

Obtención de Bioestimulantes orgánicos y su influencia en la bioquímica, actividad metabólica y biodiversidad en suelos

A. M. García-Martínez [1] , A. Díaz [2], M. Tejada [3], J. Bautista [1], I. Susaeta [2] & J. Parrado [1]

[1]Dpto. de Bioquímica, Bromatología,Toxicologíay M.L. Facultad de Farmacia C/Prof. Garcia Gonzalez 2 , Univ. de Sevilla, 41012
[2]Gaiker, Centro Tecnológico 48170 Zamudio, Bizkaia
[3]Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, E.U.I.T.A. Univ. de Sevilla, Crta de Utrera km. 1, 41013 Sevilla.

Introducción

Existen numerosos productos disponibles para uso agrícola englobados en la categoría de "bioestimulantes del suelo", y cuyo uso potencial es la mejora del crecimiento de los cultivos vegetales, a través de mecanismos diversos como el aumento de la actividad microbiana del suelo, la incorporación de micronutrientes o la activación de enzimas críticos u hormonas del crecimiento de las plantas.

La introducción de nutrientes adicionales en forma orgánica o inorgánica en los sistemas contaminados que conducen a un incremento de la diversidad y número de las poblaciones microbianas (bioestimulación), pueden producir la aceleración del los procesos de biorremediación.

En el presente trabajo, se presenta el proceso de obtención bioquímico de extractos enzimáticos producidos a partir de diferentes residuos agroindustriales y se ha examinado la influencia sobre la actividad microbiana de un suelo natural, y parámetros bioquímicos de fertilidad (inducción de ATP y enzimas) así como los posibles efectos tóxicos derivados de la adición de los mismos en diferentes dosis.

Materiales y métodos

Obtención de los bioestimulantes mediante hidrólisis enzimática controlada de residuos de la industria del Bioalcohol y de la industria alimentaria (algarroba) en un biorreactor. Caracterización químico-física de residuos y bioestimulantes. El test de ecotoxicidad se realiza mediante el bioensayo de luminiscencia de la bacteria *Vibrio fischer*.

Caracterización en un suelo modelo para estudiar el efecto de los bioestimulantes en los niveles de actividad metabólica (niveles de ATP) , bioquímica (actividades enzimáticas) y la biodinámica (mediante contaje de bacterias, hongos y levaduras)

Resultados

Se han obtenido distintos bioestimulantes mediante un proceso de hidrólisis de residuos orgánicos en biorreactor, han sido caracterizados químico-físicamente así como también las materias orgánicas de partida. Las principales características resultantes han sido su alto contenido en N en forma de péptidos y aminoácidos libres y su alta solubilidad.

Se estudió el efecto de la adición de bioestimulantes en parámetros bioquímicos de fertilidad en un suelo modelo. Se observa la inducción de los niveles de ATP en el suelo, en muy corto período de tiempo (horas) y su mantenimiento durante el tiempo de estudio (1 mes), por lo que se puede atribuir este incremento a la síntesis de nueva biomasa microbiana, un efecto similar es observado a nivel bioquímico y microbiológico.

Conclusión

El efecto bioestimulante se manifiesta en la actividad microbiológica y metabólica del suelo. Se corrobora el efecto estimulante sobre las poblaciones microbianas del suelo, tanto bacterias como hongos. Por tanto, y a falta de posteriores datos sobre el tipo de microorganismos estimulados y su capacidad degradativa/regenerativa del suelo, se puede concluir que los productos bioestimulantes ensayados son efectivos para promover la actividad microbiana en el suelo modelo empleado.

Laboreo de conservación: efectos a largo plazo sobre el carbono orgánico y propiedades bioquímicas del estrato superficial de un suelo representativo de Andalucía occidental.

E. Madejón [1], F. Moreno [1], J. M. Murillo [1] & F. Pelegrín [2]

[1]*Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. CSIC. Avda. Reina Mercedes, 10. 41012 Sevilla.*
[2]*Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola, Univ. de Sevilla, Sevilla.*

La mayoría de los estudios agronómicos no consideran las propiedades de la capa más superficial del suelo (primeros 5 cm), centrándose en la capa arable (30 cm) y estratos más profundos. Sin embargo, la superficie del suelo constituye una interfase crítica que recibe el impacto de agroquímicos, lluvias y viento, influyendo profundamente sobre el flujo de gases y agua dentro y fuera del suelo. La conservación de su calidad es pues fundamental para las funciones del suelo.

En este trabajo se han estudiado a largo plazo las mejoras en superficie ocasionadas por el laboreo de conservación (LC) sobre la biología de un suelo franco-arcillo-arenoso calcáreo, Xerofluvent, bajo condiciones semi-áridas. El experimento se inició en 1991, con una rotación trigo-girasol, bajo condiciones de secano. Durante 2005 se introdujo un guisante forrajero en la rotación. El estado microbiológico del suelo se estudió en función del carbono de la biomasa microbiana (CBM) y actividades enzimáticas deshidrogenasa, fosfatasa alcalina, ß-glucosidasa y proteasa. Se realizaron dos muestreos de suelo (0-5, 5-10 y 10-25 cm de profundidad) uno en otoño de 2004 y otro en verano de 2005, antes y después del cultivo de guisante.

En ambos muestreos se observó un aumento en superficie (0-5 y 5-10 cm) de la concentración de carbono orgánico (CO), carbono orgánico soluble (COs), CBM y actividades enzimáticas del suelo bajo LC, respecto al mismo suelo tratado bajo laboreo tradicional (LT).

El contenido de CBM resultó más bajo en verano, mientras que los valores de actividades enzimáticas fueron similares en ambos muestreos. Todas las variables analizadas experimentaron un marcado descenso en profundidad (10-25 cm), sin que se registraran diferencias significativas entre ambos tratamientos a esta profundidad. Los valores de las actividades enzimáticas, CO, COs y CBM estuvieron significativamente correlacionados ($p < 0.01$). El laboreo de conservación mejoró la calidad del suelo en superficie mediante el aumento de CO y, especialmente, de la actividad biológica del suelo, aspecto este último fielmente reflejado por las razones de estratificación de las variables CBM y actividades enzimáticas.

Fluxos de carbono e nutrientes em *Cistus ladanifer* L.

M. P. Simões [1], L. Gazarini, [1] & M. Madeira [2]

[1] *Dep. Biologia, Univ. de Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora, e-mail: mps@uevora.pt*
[2] *Dep. Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa*

Uma das espécies mais comuns no sub-coberto dos montados do sul de Portugal é *Cistus ladanifer* L. As mudanças que têm ocorrido nos sistemas de uso da terra têm facilitado a sua expansão, o que confere grande importância ao conhecimento da ecofisiologia desta espécie, nomeadamente no que se respeita aos padrões de utilização de recursos. Neste contexto, estudou-se a produção de biomassa e a variação sazonal da partição de carbono pelos seus componentes, numa comunidade arbustiva de *Cistus ladanifer*. Avaliaram-se, ainda, os fluxos anuais de devolução de nutrientes ao solo, através da folhada e da precipitação, assim como os efeitos dos arbustos nas características do solo.

A amostragem da biomassa e das camadas orgânicas do solo foi realizada bimestralmente, através de métodos directos e destrutivos e a folhada foi recolhida mensalmente, durante 2 anos. Todos os componentes da biomassa e necromassa foram analisados para determinação do conteúdo de N, P, K, Ca e Mg. As amostras da precipitação bruta e sob coberto foram colhidas durante 2 anos hidrológicos. Das soluções obtidas, depois de filtradas e medidas separadamente, retiraram-se sub-amostras, para análise química. As camadas minerais do solo foram amostradas à profundidade de 5 cm, sob a copa dos arbustos e em locais sem influência das copas.

A produção (1038 g m^{-2} ano^{-1}) e acumulação (980 g m^{-2} ano^{-1}) anuais de biomassa atingiram valores elevados, embora inferiores aos geralmente apontados para as espécies arbóreas presentes nestas formações. A massa anual de folhada (451 g m^{-2} ano^{-1}), por seu lado, foi da mesma ordem de grandeza da que geralmente é indicada para espécies arbóreas perenifólias ou mesmo caducifólias. A maior proporção da biomassa produzida foi investida em folhas (44%), que constituíram igualmente o componente maioritária da folhada (86%). As quantidades de nutrientes na biomassa (10,5, 1,4, 6,8, 17,7 e 1,9 g m^{-2}, de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente) enquadram-se nos intervalos obtidos para formações florestais, o mesmo se passando com os fluxos anuais de retorno ao solo, através da folhada (1,7, 0,4, 1,5, 4,6 e 1,0 g m^{-2}) e da precipitação (0,15, 0,01, 0,94, 0,82 e 0,25 g m^{-2}).

Os teores de humidade, da capacidade de retenção de água e de água utilizável do solo foram mais elevados sob as copas dos arbustos do que na área fora da sua influência. Os teores de C e de N, assim como os de Ca, Mg e K de troca, e de P e K extraíveis apresentaram padrão semelhante.

Os resultados sugerem uma elevada capacidade de *C. ladanifer* para a assimilação de carbono e indicam que, embora com padrões sazonais diferentes, as quantidades de nutrientes envolvidas nos fluxos anuais são comparáveis às determinadas para espécies mediterrânicas arbóreas.

Influence of swine slurry application on soil enzyme activities

P. Fareleira[1], M. A. Castelo Branco[1] & O. Moreira[2]

[1]*Dpto. de Ciência do Solo, Estação Agronómica Nacional, INIAP. Quinta do Marquês, Av. da República, 2784-505 Oeiras. E-mail: paula.fareleira@oniduo.pt.*
[2]*Estação Zootécnica Nacional, Fonte Boa, Vale de Santarém, 2005-048 Vale de Santarém. E-mail: nutrição.ezn@mail.telepac.pt*

Enzymes in soil catalyze numerous important reactions responsible for maintaining the biological activity of soil. Each of the organic and mineral fractions in both bulk soil and rhizosphere has a special influence on the total enzymatic activity of that soil. For farming systems in which soil fertility is strongly tied to the turnover of organic matter, a close relationship may exist between enzyme activities and soil fertility.

This study examined the influence of soil amendment with swine slurry, produced by animals submitted to different diets, on soil enzyme activities. The diets consisted in: diet T (standard diet) - 18% crude protein and bicalcic phosphate; diet N - 15% crude protein, essential aminoacids and bicalcic phosphate; and diet P - 18% crude protein and monocalcic phosphate. The slurry produced was applied, in a total of 170 kg per hectare of total nitrogen, to a clay soil cultivated with sweet sorghum, and the experimental design was in randomized blocks with three replicates. For the present study composite soil samples were collected from the first 10 cm depth of plots, either control and with slurry application, for biochemical analyzes. Dehydrogenase activity showed a rapid and sharp increase after the application of manures into soil, reflecting the consequent changes in microbial population and, eventually, in soil redox potential. The higher activities observed upon the slurry amendments persisted for at least one month, and afterwards started to decrease. This enzymatic activity showed to be a good and sensitive index for the alterations induced in soil microbial activity by the application of manures. In contrast, acid and alkaline phosphatase activities were mainly affected by the agronomic operations realized in those soils, the observed variations being independent of the soil amendments with slurries.

Dinâmica de C e N em solos de plantações de *Eucalyptus globulus* em Portugal: influência climática

M. X. Gómez-Rey [1], S. J. Gonzalez-Prieto [2], E. Vasconcelos [3], & M. Madeira [1]

[1] *Instituto Superior de Agronomia, Dpto. de Ciências do Ambiente, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal, Tel: (+351) 21 3653264, E-mail: mxgomez@isa.utl.pt*

[2] *Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia, CSIC, Avda. de Vigo, s/n Apartado 122, Santiago de Compostela, 15780, España.*

[3] *Instituto Superior de Agronomia, Dpto. de Química Agrícola, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal.*

A dinâmica de C e N foi avaliada em solos de plantações de *Eucalyptus globulus* Labill. seleccionadas para a gama de condições climáticas em que esta espécie é explorada em Portugal. Para o efeito, o solo da camada superficial (0-20 cm) foi amostrado em cinco sítios do Centro e Norte de Portugal com acentuada diferenciação climática: (CS) Cabeço Santo, com precipitação anual entre 1600 e 2000 mm; (VT) Vale Travanca, com 1000-1200 mm; (PG) Penegral, com 800-1000 mm; (PR) Pedra Rato, com 700-800 mm; (FR) Furadouro, com 500-600 mm. O solo foi incubado no laboratório em condições aeróbias, durante 32 semanas, à temperatura de 25 ºC, avaliando-se periodicamente a produção líquida de N mineral ($N\text{-}NH_4^+$ e $N\text{-}NO_3^-$), a quantidade de C e N microbiano e a actividade respiratória através da quantificação do $C\text{-}CO_2$. O potencial de mineralização de N foi avaliado por incubação anaeróbia durante duas semanas, à temperatura de 40ºC.

Os solos dos sítios com precipitação superior a 1000 mm (CS e VT) apresentaram teores de C orgânico e de N totais maiores (respectivamente 34,0-63,4 e 2,1-3,6 g kg^{-1}) do que naqueles com precipitação inferior (respectivamente 9,3-13,8 e 0,5-0,6 g kg^{-1}). A mineralização líquida de N correlacionou-se fortemente com os teores de N total (r^2= 0,84), variando entre 34,4-99,8 mg N kg^{-1} solo nos sítios mais húmidos e 4,3-33,4 mg N kg^{-1} solo nos sítios com precipitação inferior a 1000 mm. A nitrificação predominou sobre a amonificação nos sítios mais húmidos, diminuindo a sua importância nas localizações menos pluviosas. As maiores taxas de mineralização específica observaram-se no sítios com menor humidade (4,1 e 6,1 mg N 100 mg^{-1} N solo em PR e FR, respectivamente), sendo de 1,7-2,8 mg N 100 mg^{-1} N nas localizações mais pluviosas. As taxas de mineralização potencial apresentaram tendência semelhante às observadas na incubação aeróbia. Ao fim de 30 dias de incubação, as quantidades de C e N na biomassa microbiana nos sítios mais pluviosos também foram superiores (respectivamente 496,1-610,9 e 5,6-10,0 mg kg^{-1}) às das outras localizações (respectivamente 306,5-416,2 e 2,7-5,2 mg kg^{-1}). A respiração basal correlacionou-se com o teor de C orgânico total (r^2=0,69), verificando-se os valores mais elevados no local com maior quantidade de precipitação (16,8 mg $C\text{-}CO_2$ kg^{-1} solo dia^{-1} em CS, após 32 semanas). Assim, observou-se influência das condições climáticas na ocorrência de nitrificação, bem como na actividade microbiana.

Diversity of rhizobia nodulating annual medics in stressing environments

P. I. Alves [1,2], M. T. Crespo [1,2], J. Figueiredo Marques [1,2], E. M. Ferreira[3] & P. Fareleira[4]

[1] *Instituto de Tecnologia Química e Biológica, UNL, Apartado 127, 2781-901,Oeiras.*
[2] *Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica, Apartado 12, 2781-901, Oeiras.*
[3] *Estação Florestal Nacional, INIAP, Quinta do Marquês, 2784-505 Oeiras.*
[4] *Estação Agronómica Nacional, INIAP, Quinta do Marquês, 2784-505 Oeiras.*
E-mail: paula.fareleira@oniduo.pt.

Rhizobia are a heterologous group of soil bacteria that are capable of eliciting root or stem nodules on leguminous plants, where they differentiate into nitrogen-fixing bacteroids. The populations of nodulating bacteria in soils are normally very complex, being influenced by a series of biotic and abiotic factors that include soil characteristics and environmental conditions, geographic isolation and the presence of host plants.

In this work, we were searching for stress tolerant strains able to nodulate annual medics. Sampling took place in diverse environments, mostly in South-Eastern Portugal.

Strains were either isolated from nodules of spontaneous annual *Medicago* plants collected in the field, or trapped from soils by the plant infection method, using *Medicago polymorpha* as bait plant. Identification of *Sinorhizobium* strains among the collection of isolates was performed by using a simple PCR method, previously described in the literature, based on the simultaneous detection of two highly conserved regions in *S. meliloti* genome: the nodbox 4 promoter and the *mucR* gene. In a total of 107 isolates, only 63 presented the expected two DNA fragments.

In most strains, the PCR reaction was unspecific, resulting in the amplification of several other distinct fragments. These DNA patterns were analyzed by agglomerative clustering with unweighted average linkage, using the Bionumerics software (Applied Maths). Type and reference strains were also used for comparison. The obtained dendograms allowed the distinction of several clusters among the isolates, with different affinities to the related *Sinorhizobium* type strains. The existence of eventual relationships among genotypic patterns, the environmental characteristics in the sites of origin of the strains, and salt and heat tolerance, were examined.

Influencia de factores bióticos y abióticos en las emisiones de CO2 en Andosoles forestales de las Islas Canarias (España)

C. D. Arbelo, A. Rodríguez Rodríguez, C. M. Armas, J. L. Mora & B. Santana

Dpto. de Edafología y Geología, Fac. Biología, Univ. de La Laguna, Avda. Astrofísico Francisco Sánchez s/n, 38204, La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España

---

La respiración del suelo o flujos de CO_2 desde la superficie del suelo es uno de los componentes fundamentales del ciclo del carbono en los ecosistemas forestales. Las emisiones de CO_2 a partir del suelo se relacionan con procesos complejos que comprenden la repiración de las raices de las plantas y la respiración de los microorganismos. Se han realizado numerosos estudios sobre la respiración de suelos en una amplia variedad de ecosistemas y generalmente la variación espacial y temporal de los flujos de CO_2 se ha relacionado con variaciones en la temperatura y humedad edáfica.

Los Andosoles son suelos con un alto contenido de carbono orgánico y se han realizado muy pocos trabajos sobre la magnitud de los flujos de CO_2 a partir de los mismos. Por ello en este trabajo se presentan los primeros resultados sobre la cuantificación de estas emisiones en Andosoles forestales de las Islas Canarias y se trata de evaluar la influencia de algunos parámetros bióticos y abióticos en las mismas.

Se han seleccionado tres Andosoles fúlvicos (Fulvudands), dos bajo vegetación de laurisilva y otro bajo plantación de pinos (P. radiata) y un Andosol vítrico (Udivitrands) bajo bosque de pino canario, midiendo en cada uno de ellos, la respiración del suelo en campo durante 24 horas y la respiración del suelo en condiciones óptimas de laboratorio durante 10 días, además de algunos parámetros biológicos (carbono orgánico total, carbono ligado a la biomasa microbiana, carbono extraible con pirofosfato sódico y con sulfato potásico, carbono soluble en agua caliente, relación C/N y actividades celulasa, β-glucosidasa y deshidrogenasa) y otros abióticos (contenido de humedad del suelo, pH, contenido de arcilla, densidad aparente, contenido de alofana, relación Alp/Alo). Las medidas se realizaron estacionalmente durante dos años, en tres épocas diferentes en cada año.

Los resultados indican que las mayores emisiones de CO_2 en campo y las mayores tasas de respiración potencial se producen en los andosoles fúlvicos (185-197 mgC- CO_2 $m^{-2}h^{-1}$ y 736-918 mgC- $CO_2m^{-2}h^{-1}$ respectivamente), mucho mayores que en los Andosoles vítricos(129 mgC- CO_2 $m^{-2}h^{-1}$ y 487 mgC- $CO_2m^{-2}h^{-1}$ respectivamente).

La respiración de campo está relacionada fundamentalmente con el contenido de humedad del suelo y con el contenido de carbono orgánico total, mientras que las mayores tasas de respiración potencial se relacionan también con el contenido de carbono orgánico total y sobre todo con la actividad de las enzimas celulasa y β-glucosidasa y con la existencia de formas lábiles de carbono orgánico extraibles con agua caliente.

Influência de raízes e de folhas de *Eucalyptus globulus* nas características de materiais terrosos

C. Ribeiro[1] & M. Madeira[2]

[1]*Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, 3040- 316 Coimbra, (cribeiro@mail.esac.pt)*
[2]*Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, Portugal (mavmadeira@isa.utl.pt).*

O sequestro e carbono no solo constitui uma problemática à qual tem sido atribuída grande importância, dadas as potenciais interacções com o ciclo do carbono e as mudanças climáticas globais. O sequestro de carbono constitui igualmente um meio de modificações das características físico-químicas dos solos com relevância especial para a disponibilidade de nutrientes. Interessa, por isso conhecer a gestão de resíduos mais adequada, bem como comparar a contribuição relativa de folhas e de raízes para o balanço de carbono e de nutrientes no solo.

Assim, com o intuito de aprofundar alguns dos aspectos referidos, estudou-se por intermédio de um sistema lisimétrico, o sequestro de carbono e a retenção de nutriente em dois substratos minerais na presença de raízes e folhas de *Eucalyptus globulus*. O período de estudo foi de três e de cinco anos, respectivamente, para o substrato de textura franco-arenosa e arenosa. Os tratamentos utilizados em cada um dos substratos terrosos foram: (a) sem qualquer resíduo orgânico, (b) com folhas incorporadas, (c) com raízes incorporadas e (d) com folhas colocadas sobre a sua superfície.

No termo dos períodos experimentais, verificou-se que a incorporação das folhas em qualquer dos substratos minerais foi mais efectiva do que a sua colocação sobre a superfície do mesmo, na modificação das características químicas dos substratos, mormente na fase inicial do estudo. Os teores de carbono orgânico, azoto, cálcio extraível e fósforo extractável, bem como os valores de pH, eram mais elevados no primeiro caso do que no segundo; tendência contrária foi observada, porém, para o alumínio extractável. A introdução de raízes nos substratos minerais manifestou uma influência semelhante à verificada para a incorporação de folhas, mas menos acentuada. Não se verificaram diferenças assinaláveis de evolução das características químicas entre os dois tipos de substrato mineral.

Composición elemental de suelos desarrollados sobre materiales volcánicos de la Isla Santa Cruz, Galápagos

R. Rodríguez Flores [1], C. Ferro Vázquez [1], G. Stoops [2] & A. Martínez Cortizas [1]

[1]*Dept. Edafología y Química Agrícola, Facultad de Biología, Campus Sur s/n, Santiago deCompostela, España.*
[2]*Laboratorium voor Mineralogie, Petrologie en Micropedologie, Geologisch Instituut, Universiteit Gent, Krijgslaan 281, S8 B-9000 GENT Belgica*

Se realizó un muestreo de 17 perfiles en la parte sur de la Isla Santa Cruz, Galápagos. Seis de los perfiles en los alrededores de Bella Vista (BV), siete a lo largo de la catena de Crocker Mountain (CM), hacia el norte y cuatro a lo largo de la catena de Camote (CT) al noreste de Bella Vista. Los suelos de BV se desarrollan sobre basaltos con olivinos, los de CM sobre tefras basálticas y depósitos costeros y los suelos de CT sobre tefras basálticas. El muestreo también fue representativo de tres zonas bioclimáticas: la zona de transición (ZT, 100-240 m.s.n.m.), situada entre la área árida de la costa y las zonas húmedas más altas, e incluye los suelos de BV y los perfiles ubicados en el área más baja de cada catena. La zona de Scalesia (ZS, 240-400 m.s.n.m) y la Zona Parda (ZP, 400-500 m.s.n.m.). En la fracción fina del suelo de los diferentes horizontes (56 muestras) se analizó el contenido de C, N e H, utilizando un LECO TrusSpec CHN analyser, y por XRF los elementos Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Pb and Nb. El análisis de correlación y cluster indican que los elementos forman cinco grupos principales:1) elementos biofílicos y ligados a la materia orgánica (C, N, S, H, P and Br); 2) lelementos de baja movilidad (Ti, Fe, Pb, Ga and Nb); 3) y otros elementos metálicos (Mn, Cu, Zn, K y Rb); 4) elementos móviles en suelos ándicos (Si and Sr) y Ni; and 5) Y e Zr. El análisis de ANOVA de los horizontes C agrupados por material parental muestran que los suelos de BV tienen menores concentraciones de los elementos del grupo 1 y mayores de los elementos del grupo 4 que los suelos de CM y CT, indicando que no existen grandes diferencias en la composición elemental entre materiales parentales y que las principales diferencias observadas podrían estar relacionadas con la incorporación de la materia orgánica y el grado de meteorización. Un análisis de ANOVA de los horizontes A agrupados por zonas bioclimáticas muestra que los suelos de ZT tienen concentraciones significativamente más bajas de C, N, H, S, P, Br, Ti, Fe y Ga, pero mayores de Si, K, Ca, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Rb y Sr, que los suelos de ZS y ZP. Los suelos de la ZP tienen mayores contenidos de Ti, Cr, Fe and Ga y menores de H, P, Ca, Cu, Br y Sr que los suelos de ZS. En el análisis de componentes principales se encontró que cuatro factores explican el 77 % de la varianza. Para el factor 1 (28%) los elementos del grupo del Si mostraron una tendencia negativa y los elementos del grupo del Ti una positiva. El grupo del Si se encuentra asociado con los suelos de la ZT, mientras que el grupo del Ti con los suelos de ZS y ZP, lo cual sugiere una disminución en los contenidos de Si y un incremento en los elementos inmóviles con la altitud y así un incremento en el grado de meteorización. Para el factor 2 (22%) se da un incremento de los horizontes superficiales a los subsuperficiales y está relacionado con una disminución en el contenido de materia orgánica de los horizontes A (alto C, N, H, S, P, Ca y Br) a los horizontes minerales (alto Ti, Fe, Zr). Los otros dos factores (F3 y F4) representan un 17% y un 10% de la varianza, respectivamente, y ambos están también relacionados con la diferenciación vertical del suelo. F3 es más intenso en la ZT (con altas concentraciones de los elementos del grupo del Mn en los horizontes superficiales), mientras que F4 indica una diferenciación más pronunciada en los suelos de ZS y ZP (con una disminución del Si y el Cr y un incremento del Al, Y y Zr con la profundidad). Estos resultados indican que la acumulación de la materia orgánica y el grado de meteorización y pedogénesis, que controlan la composición elemental de estos suelos volcánicos, se encuentra ampliamente influenciada por los cambios de las condiciones bioclimáticas con la altitud. Esto también es apoyado por la relación Al ox/ Al total, la cual es muy baja en la ZT (0.08 ± 0.03) y se incrementa hasta 0.9 en la ZP. Además, por la correlación negativa entre está relación y el contenido de si total que indica una mayor disminución en los suelos más meteorizados

A Eutrofização em Lagoas dos Açores

J. Pinheiro, L. Matos & J. Madruga

Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias, Terra Chã, 9700 Angra do Heroísmo, Portugal

---

O fósforo, nutriente essencial na nutrição tanto vegetal como animal, tem sido Também identificado como um dos elementos com maior significado no desenvolvimento de fenómenos de eutrofização acelerada das massas de água de superfície.

Ao longo das últimas duas décadas a intensificação da produção de pastagens no arquipélago dos Açores tem provocado um excesso de carga de nutrientes nos solos desencadeando processos de eutrofização em várias lagoas açorianas.

Neste trabalho, apresentam-se alguns dados e discute-se a lagoa das Sete-Cidades como caso de estudo nos Açores no contexto global da eutrofização.

A eficiência dos adubos fosfatados em termos ecológicos dependa da capacidade de avaliação do potencial de mobilidade e transporte do fósforo no escoamento superficial para as massas de água.

Contudo, a avaliação do risco de transferência de P na paisagem torna-se uma tarefa complexa devido à elevada variabilidade, no espaço e no tempo, dos factores relativos à origem e ao transporte que, de modo interactivo, comandam o movimento do P no escoamento. Variáveis tais como o clima (factor pluviométrico quantidade/intensidade) e características fisiográficas (declive e distância à massa de água), uso da terra, bem como concentração, bio-assimilabilidade e grau de saturação do P nos solos, são alguns dos factores mais óbvios.

A prática da monitorização dos solos e o estabelecimento de um valor limite para o P nos solos agrícolas assumem-se como passos ao mesmo tempo simples e significativos, com vista a uma condição de sustentabilidade agro-ambiental em situações em que o risco de eutrofização é elevado.

Embora as análises de solos, só por si, nem sempre sejam bem aceites como base de diagnóstico ambiental, existem formas de melhorar substancialmente esta capacidade, desde que se possa actuar em aspectos tais como a profundidade de colheita da amostra, a medição da quantidade de P solúvel no solo (quer por extracção com água quer por extracção com uma solução salina diluída) e a quantificação do P com potencial de desorpção.

È pois possível admitir-se que um programa de análises de solos, desde que devidamente estruturado, possa assumir papel de importância no desenvolvimento de práticas agrícolas ambientalmente sustentáveis tanto na bacia hidrográfica das Sete-Cidades como em outras áreas sujeitas a risco de eutrofização.

Área 5: Química y Mineralogía del suelo

Relación entre pH y potencial redox con el zinc asociado a los óxidos de manganeso y de hierro de los suelos

D. González, A. Obrador, E. Revenga & J. M. Alvarez

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Univ. Politécnica de Madrid
Dpto. de Química y Análisis Agrícola, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España
Telef: 34-91-3363255 – Fax: 34-91-3365639 – Correo electr.: jmalvarez@qaa.etsia.upm.es

---

El pH es uno de los factores principales que controla las reacciones químicas del micronutriente Zn en los suelos. Cuando existen fluctuaciones en el contenido en humedad, se considera el potencial de oxidación-reducción (Eh) como otro factor de gran importancia, estando ambos relacionados. Una de las formas químicas mayoritarias en que se encuentra el Zn en los suelos es como ión adsorbido y/u ocluido en los oxo-hidróxidos de Fe y Mn, es por ello que se ha estudiado la mayor o menor afinidad de dichos óxidos por el Zn en función del pH y Eh.

En dos suelos de diferentes características (suelo I: pH 6,13, arenoso-franco; suelo II: pH 8,13, franco-arenoso, carbonatos totales 13,4%) se llevó a cabo un cultivo de judía en invernadero. Se realizaron riegos periódicos con la cantidad necesaria de agua para producir un cierto volumen lixiviado y se aplicaron distintos tratamientos, por triplicado, con fertilizantes comerciales de Zn. Al final del experimento se determinó el pH y el potencial redox de los suelos y la concentración de Zn asociada a los óxidos metálicos fácilmente reducibles (fundamentalmente óxidos de manganeso, Zn-OMn), a los minerales coloidales amorfos (fundamentalmente óxidos amorfos de hierro, Zn-OAFe) y a los óxidos cristalinos de hierro (Zn-OCFe). Las fracciones de Zn asociadas a dichos óxidos se han determinado utilizando, respectivamente, los siguientes extractantes específicos: $NH_2OH{\cdot}HCl$ 0,1 *M* pH 2; $(NH_4)_2C_2O_4$ 0,2 *M* + $H_2C_2O_4$ 0,2 *M* pH 3; y la disolución anterior más ácido ascórbico 0,1 *M*.

Los rangos de los valores de pH y Eh obtenidos en cada uno de los suelos (n = 51) fueron los siguientes:

Suelo I.- pH 5,90 - 7,04 (valor medio 6,31); Eh 612 - 677 (valor medio 641 mV)

Suelo II.- pH 7,00 - 7,61 (valor medio 7,31); Eh 537 - 561 (valor medio 549 mV)

Realizado un análisis de varianza multifactorial, se obtuvo que existen diferencias significativas entre los dos suelos para el Zn asociado a los tres tipos óxidos. El análisis estableció el mismo orden de las concentraciones medias (n = 51) para los dos suelos, si bien los valores fueron muy distintos dependiendo del tipo de óxido.

Suelo I: Zn-OCFe (2,81 mg kg^{-1}) > Zn-OAFe (1,44 mg kg^{-1}) > Zn-OMn (1,02 mg kg^{-1})

Suelo II: Zn-OCFe (12,11 mg kg^{-1}) > Zn-OAFe (2,17 mg kg^{-1}) > Zn-OMn (0,39 mg kg^{-1})

El estudio estadístico conjunto de los resultados de ambos suelos (n = 102), puso de manifiesto correlaciones lineales simples altamente significativas ($P < 0{,}0001$) entre pH y pe (pe = Eh / 59,2) y los tres tipos de óxidos, siendo positivas: pH–Zn-OAFe ($r = 0{,}69$), pH–Zn-OCFe ($r = 0{,}86$) y pe–Zn-OMn ($r = 0.89$); y negativas: pH–Zn-OMn ($r = –0{,}77$), pe–Zn-OAFe ($r = –0{,}72$) y pe–Zn-OCFe ($r = –0{,}93$).

Los resultados indican que a medida que aumenta el pH del suelo, se incrementa el Zn asociado a los óxidos amorfos y cristalinos de Fe, y disminuye el Zn asociado a los óxidos de Mn. Por el contrario, dado que se obtuvo una correlación lineal significativa y negativa entre el pH y el pe ($r = –0{,}90$), cuando aumenta el potencial redox de los suelos disminuye el Zn asociado a los óxidos amorfos y cristalinos de Fe, y aumenta el Zn asociado a los óxidos de Mn.

Phosphorus (P) desorbability of selected Andisols from the Azores (Portugal) enriched with P at maximum sorption capacity as determined by various extractants

E. Auxtero & M. Madeira

Dpto. de Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa e-mail: eauxtero@iol.pt

---

Phosphate (P) desorbability of sixteen soil horizons enriched with P at maximum sorption capacity, was determined eight successive times with H_20, $CaCl_2$, NH_4F + HCl (Bray 2), NH_4F + CH_3COOH + NH_4NO_3 (Mehlich 3), NH_4-$CH_3CHOHCOOH$ + CH_3COOH (Egnér-Riehm) and $NaHCO_3$ (Olsen) extractants to (1) assess the influence of sorption and desorption parameters in such extractions, (2) compare the amounts of P desorbed by each extractant, and (3) relate the amounts of P desorbed by each extractant to soil constituents. Results showed that the amounts of P desorbed by the different extractants increased with increasing amounts of P sorbed in the soil. These values differed widely among soils and were dependent on soil characteristics. The amounts of P desorbed by H_20, $CaCl_2$, Bray 2 (B2), Mehlich 3 (M3), Egnér-Riehm (ER) and Olsen (OL) extractants after the first extraction were mostly higher in the surface than in the subsurface horizons. The amounts of P desorbed by H_20 and $CaCl_2$ extractants were lesser than those obtained by the others. After the first extraction, the amounts of P desorbed by B2, M3, ER and OL extractants discriminated the soils containing low amounts of allophane (i.e. Andic Haplustepts, Typic Haplustepts and Vitrandic Haplustepts) from the others. P desorbability shown by most of these soils ranged from 50-100 %. Allophane-rich BC horizon of Typic Placudands and organic C-rich horizons of Acrudoxic Hydrudands showed lower amounts of P desorbed by extractants than other soils. Acrudoxic Hydrudands showed the lowest percentage P desorbability by H_20, $CaCl_2$, B2, M3, ER and OL after the eight extractions. The amounts of P desorbed by H_20, $CaCl_2$, B2, M3, ER and OL extractants were strongly correlated with the contents of aluminium extracted by the oxalate and dithionite, (Al_o and Al_d), and of allophane, of Al_o + ½ Fe_o and of P sorption maxima. H_20, $CaCl_2$, B2, M3, ER and OL extractants can be used to distinguish the ability to desorb P among studied soils.

Comportamiento de suelos ácidos ante aportes de Cd y Pb a elevadas concentraciones

I. Rábago [1], J. R. Quintana [2], A. M. Moreno [2] & J. González [2]

[1] *CIEMAT*
[2] *Dpto. de Edafología, Facultad de Farmacia, UCM*

Cada vez es mayor la cantidad de metales pesados que llegan al suelo procedente de actividades industriales, prácticas agrícolas y depósitos atmosféricos. La capacidad de sorción de los suelos y la estabilidad de las formas en que se encuentran retenidos estos metales determina, en cierta medida, el riesgo de efectos biológicos o de pérdida de calidad del suelo por acumulación de contaminantes. El objetivo de este trabajo es comparar el comportamiento de suelos desarrollados sobre sustratos ácidos frente a contaminaciones de Cd y Pb a elevadas concentraciones.

Se toman muestras de suelos de la comunidad de Madrid desarrollados sobre esquistos y granitos. Las muestras se contaminan por separado con cinco niveles de concentración de Pb (50, 100, 200, 400 y 500 mg l^{-1}) y cuatro niveles de concentración de Cd (10, 20, 40, 80 mg l-1). Tras 24 h de contacto se mide la concentración sorbida al suelo. Posteriormente las muestras son sometidas a una extracción con MgCl2 .

Los suelos presentan las siguientes características (valores medios): pH (5,8), materia orgánica (3 %), limo+ arcilla (13 %), CIC (10 cmol/kg).

Después del aporte de plomo se observa, que el porcentaje de Pb sorbido disminuye conforme aumenta el nivel de contaminación pasando del 100% de sorción a la concentración menor, al 74% de sorción, cuando se añaden 500 mg l-1 de Pb. El porcentaje medio de Pb extraído es 66 %.

En la contaminación con Cd se pone de manifiesto un porcentaje de sorción superior al 95% para todas las concentraciones añadidas, siendo el porcentaje de extracción de 60 %.

Si se compara el comportamiento de los distintos suelos utilizados en el estudio se puede constatar que la sorción de Pb es similar para las contaminaciones de 50, 100 y 200 mg l^{-1}. Sin embargo, a contaminaciones más elevadas (400 y 500 mg l^{-1}) existe divergencia entre muestras, lo que pone de manifiesto diferencias en las distintas capacidades de sorción. La sorción de Cd es similar entre los suelos hasta el nivel de contaminación de 40 mg l^{-1} observándose pequeñas diferencias entre muestras para el tratamiento de 80 mg l^{-1}.

Estos suelos tienen alta capacidad de sorción tanto para Pb como para Cd, aunque mas de la mitad del metal sorbido queda en forma cambiable. Las sorciones son similares para todas las muestras a las concentraciones mas bajas del estudio. Sin embargo, con las concentraciones mas altas se observan diferencias en la capacidad de sorción de las muestras.

Caracterización Espectroscópica de Sustancias Húmicas en Suelos de Marismas con *Spartina maritima*

C. Santín[1], M. González-Pérez[2], X. L. Otero[3], M. A. Álvarez[1] & F. Macías[3]

1INDUROT, Univ. de Oviedo. Campus de Mieres. 33600, Mieres, Asturias, España.
2Embrapa Instrumentaçao Agropecuária. 13560-970. Sao Carlos, SP, Brasil.
3Dpto. de Edafología y Química Agrícola, Facultad de Biología. Univ. de Santiago de Compostela. 15782, Santiago de Compostela. España

---

Los suelos y sedimentos en ambientes costeros son importantes reservorios de Materia Orgánica (MO). Sin embargo, la información disponible sobre sus características es prácticamente inexistente. En este estudio se caracteriza la MO de dos marismas del noroeste de España con *Spartina maritima* como especie vegetal dominante. Se tomaron muestras de suelo en superficie (0-5cm) en el Estuario de Villaviciosa (Asturias) y la Ría de Ortigueira (Galicia). Los Ácidos Húmicos (AH) y Fúlvicos (AF) fueron extraidos según la metodología de la IHSS y fueron analizados utilizando las siguientes técnicas espectroscópicas: Infrarrojo por Transformada de Fourier, Fluorescencia de Ultravioleta-Visible y Resonancia Magnética Nuclear de ^{13}C. El análisis de los espectros en los dos ambientes muestra una composición de la MO similar, pero no idéntica. Tanto en los AH como en los AF predomina el material poco humificado, con componentes estructurales simples, de bajo peso molecular y bajo grado de condensación aromática. En los AF no se observan diferencias relevantes entre las dos zonas, siendo el grado de humificación (calculado a partir de los espectros de fluorescencia), ligeramente mayor en Villaviciosa. Sin embargo, este mismo índice para los HA es menor en Villaviciosa. El espectro de RMN para los AH de esta zona presenta un mayor contenido en carbohidratos y polisacáridos que para los de Ortigueira. Una posible explicación para las diferencias encontradas entre los HA de las dos zonas podría ser la principal ruta de síntesis: mientras que en Ortigueira predominaría la degradación de lignina, con la consecuente formación de grupos metoxílicos y fenólicos, en Villaviciosa tendría lugar la síntesis microbiana a partir de polisacáridos. Las características de esta MO podrían estar condicionadas, además de por la vegetación existente, por otros factores como la influencia mareal, la textura o las propias condiciones geoquímicas del suelo. Para validar esta hipótesis serán necesarios estudios posteriores en ambas zonas sobre la dinámica mareal y las características del sustrato.

Podemos concluir que los ambientes litorales colonizados por *Spartina maritima* se caracterizan por una MO lábil e incipiente, con un bajo grado de aromaticidad y humificación.

Estudio mineralógico y exoscopía de los granos de cuarzo de suelos de las terrazas cuaternarias del río Guadalete en el sector Jerez-Arcos, Cádiz

M. C. Ramírez Jiménez, M. A. Romero Aguilar, A. Sánchez Bellón, J. P. Moral Cardona & J. Martínez López.

Laboratorio de Edafología del Dpto. de Cristalografía y Mineralogía, Estratigrafía, Geodinámica Externa, Geodinámica Interna, y Petrología y Geoquímica de la Univ. de Cádiz, Facultad de Ciencias, Campus Univ. De Puerto Real s/n, 11510. Puerto Real, Cádiz.

Los estudios sobre la diferenciación y distribución de los niveles de terrazas en el río Guadalete proponen distintas interpretaciones según sus autores. Así Mabesone (1963) identifica tres niveles por encima del lecho actual, Zazo y Goy (1988) y Giles et al. (1992) diferencian hasta siete niveles y Jerez Mir (1990) reconoce cinco niveles diferentes. Estos mismos cinco niveles son los utilizados por Bellifante et al. (1998) en su análisis de los suelos de las terrazas del curso medio del Guadalete y en el presente estudio. En este trabajo se aborda el estudio mineralógico de suelos de las terrazas situadas en los cursos bajo y medio del actual río Guadalete en la región natural de la Campiña de Cádiz, sector comprendido entre Jerez de la Frontera y Arcos de la Frontera, haciendo especial énfasis en la exoscopía de los granos de cuarzo a fin de reconocer texturas características de los medios en los que se han encontrado y posibles sucesiones de procesos sufridos a lo largo de su evolución antes y durante su etapa edáfica.

Los materiales que constituyen las terrazas son cuaternarios, perteneciendo los cuatro niveles superiores al Pleistoceno y el inferior al Holoceno. En su mayoría son gravas y arenas con abundantes cantos de cuarcita, cuarzo y carbonatos, habiendo niveles arcillososo en las terrazas inferiores. Sobre ellos se desarrollan diversas tipologías de suelos entre los que encontramos fluvisoles, regosoles, calcisoles, kastanozems y luvisoles. La mineralogía de la fracciones total y arcilla de las muestra estudiadas se ha determinado mediante difracción de rayos X (DRX) y los minerales pesados se han estudiado con microscopio petrográfico tras separación con líquidos densos. El estudio morfoscópico se ha realizado a traves de esteromicroscopio y el análisis exoscópico se ha efectuado mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) con ayuda de microanálsis de rayos x (EDS).

Los resultados obtenidos muestran diferencias en la mineralogía total de los suelos desarrollados sobre las terrazas pleistocenas y sobre las terrazas holocenas. Así los niveles más recientes están constituidos mayoritariamente por cuarzo pero con contenidos medios en torno al 60%, seguido de minerales carbonatados: calcita (aproximadamente 21%) y dolomita (entre el 5 y el 10%). Los feldespatos rondan el 5%. Los suelos de las terrazas más antiguas tienen una naturaleza más siliciclástica, superando el 80% de cuarzo y con sólo el 12% de calcita, estando ausente la dolomita. Sin embargo no se han encontrado diferencias en las asociaciones de minerales de la arcilla y de minerales pesados constituidas respectivamente por illita, esmectita, caolinita + clorita; y por granate, circón, epidota y andalucita. Los análisis morfoscópico y textural muestran en los niveles inferiores un predominio de granos de cuarzo angulosos (60%) sobre los redondeados y subredondeados (15 y 25% respectivamente) con abundantes texturas superficiales de origen mecánico, entre las que dominan las fracturas concoideas y uves de impacto. Contrariamente, en las terrazas superiores predominan los granos de cuarzo subredondeados con texturas tanto mecánicas como químicas, existiendo abundantes figuras y huecos de disolución y depósitos de sílice.

Las variaciones en el contenido de minerales mayoriatrios es debida a los diferentes aportes a lo largo del curso de los principales afluentes, que discurren por zonas gelógicamente muy distintas. Del mismo modo, el predominio de granos subredondeados en las terrazas más elevadas se debe a que estas se alimentan principalmente de afloramientos de areniscas del Aljibe de edad Aquitaniense (en las que abundan los granos subredondeados muy retrabajados en medios eólicos), mientras que las inferiores reciben una mayor influencia de las calcarenitas del Mioceno superior, de las que heredan un predominio de granos angulosos. La presencia de texturas superficiales de caracter químico en las terrazas superiores se corresponde con su presencia en suelos más evolucionados en los que el cuarzo ha llegado a sufrir procesos de disolución y posteriormente, a partir de geles y soluciones, precipitación en su superficie de placas y películas de silice.

Extended aluminium fractionation in high-resolution sampled podzols.

J. C. Nóvoa Muñoz [1], C. Ferro Vázquez [2], M. Costa Casais [2], J. Klaminder [3], R. Bindler [3] & A. Martínez-Cortizas [2]

[1] *Área de Edafoloxía e Química Agrícola, Facultade de Ciencias de Ourense, Univ. de Vigo. As Lagoas s/n. 32004 Ourense, Spain.*
[2] *Dpto. de Edafoloxía e Química Agrícola, Facultade de Bioloxía, Univ. de Santiago de Compostela. Rúa Lope Gómez de Marzoa s/n. 15782 Santiago de Compostela, Spain.*
[3] *Depto. of Ecology and Environmental Science. Umeå Univ.. SE-901 87, Umeå, Sweden.*

In podzols, a complex mixture of short range order components such as metal-humus complexes and/or non-crystalline alumino-silicates can be found responding to one of the best examples of horizons expression in soils. Despite the distinctive morphology and the fact that podzolization mechanisms may result in a gradual vertical change in soil properties, characterization is frequently based on single/few samples from each horizon and the nature of Al and Fe compounds traditionally evaluated by selective dissolution methods such as Na-pyrophosphate, acid ammonium oxalate and dithionite-citrate.

Here we introduce a new approach to podzolization studies by detailed sampling and extended Al fractionation. Four podzols (ACB-I and ACB-II from NW Spain, and SA and SH from Sweden) were sampled at regular intervals, while Al fractionation was extended using extractans (KCl, $LaCl_3$, $CuCl_2$.) that help to estimate several Al-organic matter fractions according to the stability of the metal-humus bonding. Both, high-resolution sampling and extended Al fractionation, enable a more detailed study of podzolization process.

Results indicate that acid ammonium oxalate Al contents (Alo) are lower than 1% and show a maximum in the illuvial horizons (Bh, Bhs or Bs) of ACB-I, ACB-II and SH profiles. In these soils, the ratio between Na-pyrophophate extracted Al (Alp) and Alo was above 0.57 suggesting that Al is mainly bound to soil organic matter. Al-humus complexes of high stability (Alp minus $CuCl_2$ extracted Al) are dominant in the illuvial horizons whereas those with moderate stability ($CuCl_2$ extracted Al minus $LaCl_3$ extracted Al) are more abundant in O, A and E horizons. In the SA profile, Alo values were above 1.5% in samples from the Bs horizon and the Alp/Alo ratios (<0.2) suggest the predominance of inorganic amorphous Al. Moreover, moderate stability Al-humus complexes is the dominant fraction of Al bound to organic matter along the SA profile.

Caracterización geoquímica de suelos forestales de *Nothofagus pumilio* (lenga) en un gradiente altitudinal en Tierra del Fuego, Argentina.

J. C. Nóvoa Muñoz [1], X. Pontevedra Pombal [2], A. Moretto [3], A. Martínez-Cortizas [2] & E. García-Rodeja Gayoso [2]

[1] *Área de Edafoloxía e Química Agrícola, Facultade de Ciencias de Ourense, Univ. de Vigo. As Lagoas s/n. 32004 Ourense, España.*

[2] *Dpto. de Edafoloxía e Química Agrícola, Facultade de Bioloxía, Univ. de Santiago de Compostela. Rúa Lope Gómez de Marzoa s/n. 15782 Santiago de Compostela, España.*

[3] *Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET). Av. Malvinas Argentinas s/n. V9410BFD Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.*

La lenga, *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, genera las masas boscosas caducifolias que ocupan buena parte del sur de la Tierra del Fuego argentina, distribuyéndose desde el nivel del mar hasta los 700 m de altitud. En este gradiente altitudinal, la lenga presenta modificaciones morfológicas derivadas de las condiciones climáticas y geomorfológicas pero los procesos de edafogénesis también parecen jugar un papel relevante, en términos nutricionales, sobre el desarrollo de estos bosques. Este trabajo presenta los resultados preliminares sobre la caracterización geoquímica de algunos de los suelos en los que se asientan los ecosistemas forestales de lenga.

En las proximidades de Ushuaia, se han seleccionado cuatro parcelas en la ladera sur del Cerro Castor dispuestas a diferentes altitudes (220, 340, 480 y 590 m. s.n.m.). En cada parcela se han tomado 4-6 muestras del horizonte orgánico (0-10 cm) y del horizonte mineral (10-20 cm).

El contenido en C es elevado en los horizontes orgánicos (27-42 %) y moderado en los minerales (3-4 %), disminuyendo con la altitud de la parcela. Se trata de suelos ácidos (valor medio del pH en agua 3.3-5.2 en horizontes orgánicos y 3.2-4.0 en los minerales), con una capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICe) moderada en los niveles orgánicos (>25 $cmol_c.kg^{-1}$) y baja en los horizontes minerales (<11 $cmol_c.kg^{-1}$). La CICe y el Ca (catión dominante en el complejo de intercambio catiónico) describen una tendencia a disminuir con el incremento de la altitud, contrariamente a lo que sucede con Na y K. Los valores medios de Fe y Al no cristalinos (extraídos con oxalato amónico a pH 3) son inferiores al 1.6 y 0.4 % respectivamente. El fraccionamiento realizado en la fase sólida del suelo muestra que los complejos Al, Fe- materia orgánica (extraídos con pirofosfato Na) son la fracción dominante en los horizontes analizados.

Influencia del fósforo en la adsorción de cobre

F. Osorio [1], M. Pateiro [1], E. López [1], J. C. Mejuto[2] & M. Arias [1]

[1] Area de Edafoloxía e Química Agrícola. Dpto. de Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo. Univ. de Vigo. Facultade de Ciencias, Ourense, 32004 Ourense. Tlf: +34988387070. Fax: +34988387001. E-mail: mastevez@uvigo.es.
[2] Dpto. de Química Física. Univ. de Vigo. Facultade de Ciencias, Ourense, 32004. Ourense.

En este trabajo se estudió la influencia que ejerce el fósforo sobre la adsorción del cobre Para llevar a cabo estos experimentos se emplearon 8 suelos desarrollados sobre granito y sobre anfibolita con pH ácido (entre 4.2-5.2) y un contendio en C que osciló entre 2.6-10.5

Se añadieron distintas disoluciones de P y Cu con relaciones molares 1:1 y 2:1 y con un tiempo de equilibrio de 24 horas. Se usó $NaNO_3$ 0.001M como electrolito de fondo y se usó una relación suelo:disolución 1:20.

Los porcentajes de adsorción de cobre en los suelos estudiados oscilaron entre 44-88%. La presencia de fósforo incrementa notablemente la adsorción de cobre, pasando las isotemas de tipo L a formas de alta afinidad.

El efecto del fósforo en la adsorción de cobre es diferente cuando se añade simultáneamente con el cobre o cuando se añade antes o despues del cobre. Cuando se añadían simultaneamente los porcentajes de adsorción de cobre oscilaron (n = 8) entre 58-98% del total añadido, mientras que cuando se añadía el cobre antes que el fósforo los porcentajes de adsorción se incrementaron, oscilando entre 81-99%; los porcentajes de adsorción de cobre también aumentaban con respecto al cobre añadido individualemnte pero en menor medida cuando se añadia fósforo previamente (52-96% de adsorción).

Comparación de Métodos Químicos de Extracción de Metales Pesados en Suelos Volcánicos de la Región de Murcia

S. Martínez-Martínez, A. Faz & J. A. Acosta

Grupo de investigación Gestión Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas. Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria. Univ. Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52, 30203 Cartagena, Murcia.Tlfno: 968-327073. E-mail: silvia.martinez@upct.es

---

La determinación de las concentraciones de metales pesados en suelos es importante para dar respuesta a cuestiones de muy diferente índole. A destacar las siguientes, en primer lugar, proporciona un conocimiento básico de los componentes del suelo con respecto a los cambios producidos en su evolución. En segundo lugar, nos informa de episodios de contaminación que se hayan producido tanto en el presente como en épocas pasadas; y en último lugar, está estrechamente relacionado con el consumo de los mismos por las plantas y, por lo tanto, su entrada en la cadena trófica. En este sentido, el modo de determinar estas concentraciones ha sido centro de muchas discusiones tanto en foros nacionales como internacionales. Por esta razón, resulta interesante realizar un estudio comparativo de diferentes metodologías de extracción total de metales pesados (Pb, Cu, Zn, Cd, Mn, Cr, Ni, Co y Mo) en muestras de suelo, de manera que se obtenga información sobre el tipo de método que proporciona mejores resultados para cada metal, atendiendo a la naturaleza de la muestra (muestras ricas en materia orgánica, silicatos, etc.).

Las muestras estudiadas corresponden a siete perfiles de suelo tomados cada uno de ellos en diferentes cerros de origen volcánico localizados en la Región de Murcia. Siendo los siguientes: Cerro volcánico situado en Mazarrón (desarrollado a partir de dacitas), "Cerro Negro de Calasparra" (lamproitas), "Cerro Negro de Barqueros" (rocas tipo lamproítico, veritas), "Cabecicos Negros de Fortuna" (lamproitas), "Cabezo Ventura de Cartagena" (andesitas), "Cabezo Negro de Tallante" (basaltos) y "Cerro de Salmerón" (lamproitas). De cada perfil de suelo se tomaron 1 o 2 horizontes, dependiendo de su evolución, y dos muestras de roca (alterada y fresca), con la finalidad de comprobar si existían diferencias en cuanto a la naturaleza del material. Las metodologías seleccionadas para el estudio fueron: un método de análisis pseudo-total y dos métodos de análisis total. El análisis pseudo-total consistía en una digestión fuertemente ácida a elevada temperatura (mezcla al 50% de HNO_3 y $HClO_4$); por otro lado, el primero de los métodos de análisis total (Método 1) es el método de la EPA 3052 consistente en someter a la muestra a una determinada presión y temperatura en microondas, en presencia de HF y HNO_3. Por último, el segundo de ellos (Método 2) se basa en una fusión alcalina con metaborato de litio, utilizando la mufla a 1000ºC. Los metales pesados se midieron mediante ICP-MS. Además de los análisis de extracción señalados, se determinaron tanto los contenidos de carbono orgánico total como de carbonato cálcico equivalente para evaluar su posible influencia en los procesos de extracción de metales pesados.

En general, y como era de esperar, se extrajeron menores concentraciones de metales pesados con el análisis pseudo-total, ya que este método no realiza el ataque y disolución de los silicatos o la sílice de las muestras, y como consecuencia no se liberaron los metales presentes en la red cristalina de las mismas; por lo que se podría decir que esta extracción aporta información de la concentración de metal que podría ocasionar un riesgo ambiental, debido a su paso a formas asimilables. Por su parte, y de forma global, con el Método 1 se obtuvieron mayores concentraciones de Pb, Cu, Mn y Cd; mientras que el Método 2 resultó ser más eficaz para la extracción de Cr, Zn y Mo. En el caso del Co y Ni, en la mayoría de las muestras no existe una clara eficacia de un método sobre el otro, a excepción de las muestras tomadas en el "Cerro Negro de Calasparra" y en los "Cabecicos Negros de Fortuna" donde se extrajeron mayores concentraciones de Ni mediante el método 1. Por otro lado, con la finalidad de conocer los coeficientes de correlación lineal de estos dos últimos métodos en relación a cada uno de los metales pesados se realizaron las correspondientes gráficas, de manera que los resultados reflejaron valores significativos del coeficiente de correlación para Pb, Mn y Ni siendo de 0.535, 0.711, 0.718, respectivamente. Esto último nos indica que las proporciones del metal extraído con un método frente al otro se mantienen en la mayoría de las muestras.

En conclusión se puede señalar, que la naturaleza de la muestra, referida a la presencia de sílice o el contenido de materia orgánica y carbonatos, no son parámetros que afecten a la extracción de los metales estudiados para la determinación total. Sin embargo, en el caso del método pseudo-total, la sílice juega un papel importante, ya que no se extrae el contenido total de cada metal retenido en dicha fracción. De este modo, la elección de la metodología está en función de los objetivos del trabajo (riesgo ambiental o contenido total), y en el caso de los métodos totales del metal de interés.

Acumulación de Br en Podzoles

C. Ferrín Prieto [1] , C. Ferro Vázquez [1], M. Costa Casais [1], J. C. Nóvoa Muñoz [2], J. Klaminder [3], R. Bindler [3] & A. Martínez Cortizas [1]

[1] Dpto. Edafología y Química Agrícola. Facultad de Biología, Campus Sur s/n, Santiago de Compostela.
[2] Dpto. de Biología vegetal y Ciencias del Suelo. Facultad de Ciencias de Ourense. Univ. de Vigo, As Lagoas s/n, 32004 Ourense
[3] Department of Ecology and Environmental Science, Umeå Univ., SE-901 87 Umeå, Sweden

---

Los compuestos halogenados están recibiendo cada vez mayor atención por su relevante papel medioambiental -intervienen activamente en la química atmosférica y tienen efectos perjudiciales para la salud humana. Si bien se consideraba que los halógenos actuaban de forma conservativa en los suelos, investigaciones recientes han revelado que su retención se produce durante la transformación de la materia orgánica debido tanto a procesos enzimáticos microbianos como a procesos abióticos. Por ello los suelos pueden constituir importantes reservorios de compuestos halogenados. En particular los podzoles, debido a su capacidad para bloquear compuestos orgánicos en el horizonte espódico a escalas de miles de años.

En este trabajo se han analizado podzoles de Suecia y del NO de España que fueron muestreados sistemáticamente (cada 2-5 cm). La concentración de Br fue determinada por XRF en muestras secas al aire y tras calcinar; C y N fueron analizados con un analizador LECO Truspec CHN. El fraccionamiento de Al y Fe fue evaluado usando técnicas de disolución selectiva (extractos de KCl, LaCl y $CuCl_2$, pirofosfato sódico, oxalato amónico ácido y NaOH para Al y Fe). Las concentraciones de los extractos fueron medidas mediante absorción atómica.

Las concentraciones más elevadas de Br han sido determinadas en los horizontes espódicos. Tras calcinar las concentraciones de Br no representaron más del 10% de la concentración original, lo que indica que prácticamente todo el Br retenido por el suelo está en forma de compuestos órgano-halogenados. Esto es apoyado también por la elevada correlación entre el Br y los complejos Al-humus, en particular con los de mayor estabilidad (r 0,96). Por otro lado, esto también sugiere que estos compuestos son transportados en profundidad durante la podzolización. Las relaciones molares Br/C aumentan desde el horizonte A al espódico para mantenerse luego constantes, lo cual indica una elevada preservación de los compuestos órgano-Br en el horizonte espódico.

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto REN2003-09228-C02-01.

Relación entre los contenidos en carbono orgánico determinados por diferentes agentes oxidantes en suelos de ecosistemas de raña.

I. Mariscal[1], F. Peregrina[1], R. Ordóñez[2] & R. Espejo[1].

[1]ETSI Agrónomos, Univ. Politécnica, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España.
[2]CIFA, "Alameda del Obispo". Apdo. 3092. 1480 Córdoba, España.

Introducción

Se procedió al análisis del contenido en carbono orgánico (CO) en el horizonte A de los suelos (Ultisoles, Soil Survey Staff, 2003) de 5 ecosistemas representativos de la raña de Cañamero; en estos, el % de CO oxiable total varía desde el 6,2% bajo un alcornocal que corresponde a la vegetación climática menos degrada de la zona, hasta el 1% bajo un olivar que ha sido objeto de laboreo continuo durante al menos los últimos 50 años. El objeto de estudio es comparar los resultados de diferentes metodologías de análisis del carbono oxidable del suelo, analizando sus pros y contras; los agentes oxidantes utilizados fueron a)$K_2Cr_2O_7$ (1/6M ó 1N), b) $KMnO_4$ (1/3M ó 1N) c) $KMnO_4$ 0,02M, este último como indicador del CO activo más labil. También se empleó H_2O_2 al 20%$_v$

Materiales y Métodos

El carbono oxidable total (COT) se determinó primeramente con dicromato potásico en medio sulfúrico (Walkley y Black, 1934; Nelson D., Sommers L. E., 1982) y posterior medida de la absorbancia del exceso de $K_2Cr_2O_7$ utilizando glucosa como patrones de carbono. En las determinaciones con $KMnO_4$ como fuente oxidativa se midió el exceso de permanganato a través de la medida de la absorbancia del a 550 nm

Se utilizó además un método de análisis gravimétrico como comparativo de los anteriores métodos, midiéndose la perdida de masa de la muestra, tras la oxidación total de la materia orgánica por sucesivas adiciones de H_2O_2 20%$_v$ y calefacción moderada (55ºC).

El análisis estadístico fue realizado según General Analysis of Variances con GenStat release 8.0, para Windows.

Resultados y Conclusiones

La utilización de patrones de glucosa en el análisis del COT aumenta la fiabilidad (reproducibilidad y precisión) del análisis tradicional de Walkley y Black evitando la valoración final de dicromato potásico con sal de Mohr. El COT ha sido utilizado para analizar el carbono orgánico oxidable total pero excluye la oxidación de la mayoría del carbono elemental, la fracción húmica más polimerizada (huminas) e incluso los restos de plantas lignificados.

El análisis con H_2O_2 resulta muy lento (en nuestro caso 4 días/muestra) aunque presenta una fiabilidad similar a COT y su factor de recuperación llega a ser 19% mayor que el COT en el caso del alcornocal.

El carbono lábil varía entre el 37% del COT en el alcornoque y el 6% en el Olivar. El C. activo es mucho menor y muestra ser la fracción analizada más sensible a la alteración del medio natural. Por lo que este análisis es un factor que permite un seguimiento más fiable de los procesos de recuperación de suelos degradados, los efectos de los tratamientos, sistema de laboreo y cambios de usos aplicados.

La problemática del análisis de CA y CL radica en que el $KMnO_4$ no es un patrón primario y las concentraciones de sus disoluciones son más inestables que el $K_2Cr_2O_7$ por lo que sus disoluciones tienen que ser factorizadas y su conservación es limitada (<10 días). También es muy importante el control del tiempo de reacción entre el oxidante y la muestra de suelo. Tomando estas medidas, la fiabilidad del análisis es significativamente mayor al COT.

Adsorción de fósforo y cobre en suelos desarrollados sobre granito y anfibolita

F. Osorio, C. Pérez-Novo, M. Pateiro, E. López & M. Arias

Area de Edafoloxía e Química Agrícola. Dpto. de Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo. Univ. de Vigo. Facultade de Ciencias, Ourense, 32004 Ourense. Tlf: +34988387070. Fax: +34988387001. E-mail: mastevez@uvigo.es.

En este trabajo se estudió la adsorción de fósforo y cobre en suelos desarrollados sobre granito y sobre anfibolita dedicados al cultivo de maíz o uso forestal (n = 28 muestras). Se estudió mediante experimentos batch tanto la adsorción por separado como la interacción entre ambos.

Los porcentajes de P adsorbido en suelos desarrollados sobre granito fueron menores que los obtenidos en los suelos desarrollados sobreanfibolita. Los resultados obtenidos se ajustaron a las ecuaciones de Langmuir y Freundlich y, a juzgar por los mayores valores de R^2, se ajustó mejor a los datos experimentales la ecuación de Freundlich. El valor máximo de adsorción (X_m) osciló entre 3.6 mg g^{-1} para los suelos de anfibolita y 0.84 mg g^{-1} para los de granito, correspondiendo los valores más elevados para los suelos de anfibolita

Tras un análisis estadístico multivariable, se puede observar que las variables edáficas que más influyen en la capacidad máxima de adsorción de fósforo en suelos de granito fueron diferentes formas de hierro y aluminio, y en suelos desrrollados sobre anfibolitas fueron carbono, arcilla y diferentes formas de Fe y Al.

Los resultados obtenidos para el cobre con respecto a la bondad de los ajustes son muy similares a los obtenidos para el fósforo, esto es, que la ecuación de Freundlich se ajustó mejor os datos experimentales. La capacidad máxima de adsorción obtenida a partir de la ecuación de Langmuir osciló entre 2.5 mg g^{-1} (muestra sobre anfibolitas) y 0.79 mg g^{-1} (muestra sobre granitos). Análisis de regresión múltiple sugiere que el pH y la CEC son las variables edáficas más relacionadas con los parámetros de adsorción.

Pré-tratamento das amostras na avaliação da dissolução de rochas fosfatadas no solo

M. Roboredo & J. Coutinho

Dpto. de Edafologia, CECEA, Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-081 Vila Real, Portugal. E-mail: roboredo@utad.pt, j_coutin@utad.pt.

A metodologia mais frequentemente utilizada para avaliar a dissolução de rochas fosfatadas (RF) aplicadas ao solo baseia-se no esquema de fraccionamento de Chang e Jackson e consiste numa extracção única com NaOH. Esta solução extrai Al-P e Fe-P sem dissolver significativamente a RF. Consequentemente, qualquer aumento na quantidade de P extraída em solos aos quais se adicionaram RF, relativamente aos mesmos solos sem qualquer adição de P, fornece uma estimativa da quantidade de RF dissolvida. Contudo, na presença de Ca de troca ou livre na solução do solo durante a extracção com NaOH pode dar-se a formação de $Ca(OH)_2$. Este composto tem a capacidade de insolubilizar P, resultando numa subestimativa da quantidade de P dissolvido a partir da RF. Na sequência deste problema, foi proposta uma pré-lavagem com NaCl para remoção do Ca de troca, mas vários estudos mostraram que esta solução pode conduzir à libertação de acidez de troca, facto susceptível de dissolver RF. Posteriormente, vários autores sugeriram a utilização de soluções tamponizadas, mantendo um valor de pH suficientemente elevado para prevenir a dissolução da RF durante a remoção do Ca de troca.

Com o objectivo de escolher uma metodologia de avaliação da dissolução de rocha fosfatada em solos com propriedades distintas, testaram-se três metodologias em 20 solos. Amostras dos solos secos com e sem rocha fosfatada de Gafsa (500 mg P kg^{-1} solo) foram extraídas pela solução de NaOH precedida de uma pré-lavagem para remoção do Ca de troca com diferentes soluções: NaCl 1M (metodologia 1), NaCl tamponizado com EDTA (NaCl-EDTA) (metodologia 2) e NaCl tamponizado com TEA (NaCl-TEA) (metodologia 3). Foi igualmente considerada uma metodologia 4, consistindo na extracção das mesmas amostras de solo sem qualquer pré-lavagem para remoção do Ca de troca.

Os resultados obtidos mostram que, nos solos ácidos, a metodologia 1 recuperou quantidades de P superiores às restantes metodologias durante a pré-lavagem e durante a extracção com NaOH. Na metodologia 2, nos solos alcalinos, as recuperações de P foram superiores às restantes metodologias quer durante a extracção com NaCl-EDTA quer durante a extracção com NaOH. Na metodologia 3 a solução de NaCl-TEA recuperou quantidades de P≤1% em todos os solos e a solução de NaOH recuperou quantidades de P superiores às obtidas na metodologia 4, sem pré-lavagem, para a maior parte dos solos. Os resultados sugerem que a solução de NaCl dissolve significativamente a rocha fosfatada através da libertação de acidez de troca e que a utilização de elevadas quantidades de EDTA na remoção do Ca de troca promove a dissolução da rocha fosfatada. A solução de NaCl-TEA mostrou-se suficientemente tamponizada e eficaz na remoção do Ca de troca, evitando a dissolução da RF e a precipitação de P pelo $Ca(OH)_2$ durante a extracção com NaOH, sendo, portanto, a metodologia mais adequada quando se pretende avaliar a dissolução de RF nos solos.

Evolución del cuarzo en un Haplic Palexeralf de la Formación Alhambra (Granada, España)

R. Márquez Crespo [1], J. M. Martín García [2], G. Delgado Calvo-Flores [1] & R. Delgado Calvo-Flores [1]

[1] Univ. de Granada, Dpto. de Edafología y Química Agrícola, Facultad de Farmacia, Campus de Cartuja s/n, 18071, Granada, España-Tel: 958240607-Correo electrónico: semfarma@ugr.es
[2] Univ. de Jaén, Dpto. de Geología, Facultad de Ciencias Experimentales, Campus Universitario Las Lagunillas, 23071, Jaén, España-Tel: 953212772-Correo electrónico: jmmartin@ujaen.es

---

El mineral cuarzo (SiO_2), y concretamente la forma de baja temperatura (polimorfo α), ha sido históricamente considerado muy estable químicamente en medios de alteración sometidos a un clima mediterráneo, concretamente en suelos. Sin embargo, distintos estudios han puesto en duda este paradigma, demostrando que procesos de alteración química pueden dejar su huella en la superficie de los granos minerales (Delgado et al., 2003; Martín-García et al., 2004). Se ha intentado conocer la evolución de este mineral, en la fracción arena fina ligera (separada densimétricamente por flotación en bromoformo; densidad, 2,89 g/cm^3) de un Haplic Palexeralf desarrollado sobre materiales de la Formación Alhambra (Granada). Para ello, se ha realizado un estudio morfoscópico, mediante la aplicación de la microscopía electrónica de barrido (SEM), y un estudio microanalítico mediante la aplicación de técnicas como microanálisis de rayos X (EDR) y microsonda de electrones (EPMA). Este estudio se ha completado con la obtención de patrones de difracción de electrones (SAED pattern). Los resultados han puesto de manifiesto la existencia de 8 morfotipos y 6 submorfotipos de granos de cuarzo, en tres de los cinco horizontes que componen este perfil. El morfotipo que lo domina es el morfotipo 2 (34%), representado por granos monocristalinos y/o policristalinos producto de la fragmentación de granos mayores. Son los submorfotipos *2c* (16%) y *2b* (14%) los que mayor influencia tienen sobre su proporción, diferenciándose éstos entre sí por el grado de madurez sedimentológica (mayor en *2c*). Los morfotipos 6 (22%), con granos de origen principalmente metamórfico y 7 (18%), con granos que presentan dishomogeneidad en relación a su cristalización, son los siguientes en abundancia. Con un porcentaje muy similar entre sí, se presentan el morfotipo 4 (12%), formado por granos policristalinos constituidos por drusas de cristales con cierta madurez sedimentológica, y el morfotipo 3 (11%), constituido por granos policristalinos de agregados framboidales de cristales. El resto de las tipologías diferenciadas aparecen en proporciones menores al 5%.

Los datos microanalíticos y de SAED pattern, ponen de manifiesto una baja alteración de los granos de cuarzo de este perfil, aunque los morfotipos y submorfotipos predominantes indican alteración de este mineral y los rasgos morfoscópicos de disolución están muy bien expresados. Estas aparentes contradicciones, considerando además que se trata de un suelo muy evolucionado, abren interesantes perspectivas de estudio e interpretación del problema desde la óptica edafogenética.

Comparação de métodos na determinação de elementos em cinzas volantes

A. Varela[1], M. A. Castelo-Branco[1], A. B. Ribeiro[2], A. T. Lima[2], O. R. Monteiro[1], H. Domingues[1] & M. C. Gonçalves[1]

[1] Estação Agronómica Nacional, Dep. Ciência do Solo, Av. República, 2784-505 Oeiras, Portugal – Tel: (+351) 214 403 500 – Fax: (+351) 214 416 011, Email – ad.castro@clix.pt

[2] Dpto. de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Univ. Nova de Lisboa, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, Portugal – Tel: (+351) 212 948 300 – Fax: (+351) 212 948 554, Email – abr@fct.unl.pt

---

A caracterização de materiais sólidos recorrendo à espectrofotometria de absorção atómica com chama requer a dissolução total das amostras. Este pré-tratamento, para além de consumir tempo analítico, aumenta o risco de contaminações da amostra. Por estas razões, existe um interesse crescente em desenvolver processos analíticos mais eficientes, que tenham como objectivo a simplificação do processo analítico, principalmente no que diz respeito à redução de custos, da participação humana e do número de etapas de preparação das amostras. A utilização do microondas, como fonte de calor na solubilização ou digestão? das amostras, tem-se vindo a vulgarizar nos últimos anos, não só porque o tempo de digestão é mais curto como também as perdas por volatilização serem praticamente nulas.

Neste trabalho comparam-se dois métodos de solubilização. O método 1 consiste na digestão das amostras por aqua régia ($HCl:HNO_3$, 3:1 v/v) - a mistura de ácidos é adicionada a 1000 mg de amostra seca colocada em balões, depois de 16 h de contacto é levada à ebulição durante duas horas utilizando-se um sistema de refluxo (CEN 13346, 2000). No método 2, à amostra seca (300 mg), colocada em vasos fechados, é adicionada uma mistura de ácidos ($HCl:HNO_3$:HF, 1:5:2, v/v). Como fonte de calor utilizou-se um microondas com pressão e temperatura controladas (metodologia recomendada para digestão de cinzas em microondas Anton Paar "Multiwave 3000"). Utilizaram-se como amostras uma cinza proveniente directamente da incineração de resíduos sólidos urbanos (EIRSU), 5 amostras de cinzas de EIRSU sujeitas previamente a um processo de remoção de contaminantes e uma amostra de referência (NIST-2690).

Após a mineralização das amostras, estas foram analisadas por espectrofotometria de absorção atómica em relação aos seus teores em Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb e Zn.

Relativamente à amostra utilizada como referência, obtiveram-se valores de recuperação dos elementos, na generalidade, inferiores a 100%, à excepção do Cd (114%), em ambos os métodos, e do Pb (100%), no microondas. No entanto, os valores extraídos pelo método 2 (Fe – 97%, Ni - 85% e Zn – 96%) foram superiores aos valores obtidos pelo método 1 (Fe – 85%, Ni - 58% e Zn – 58%), exceptuando o caso do Cr em que se obteve a mesma recuperação. No que se refere ao Cu, apesar de não haver valor de referência para a amostra padrão, pelo método 2 o valor obtido (61,2 mg kg^{-1}) foi superior ao que se obteve pelo método 1 (39,8 mg kg^{-1}).

Nas outras amostras, estatisticamente, os resultados obtidos pelos dois métodos não foram significativamente diferentes na extracção dos elementos Cd, Cu, Ni. Os teores de Cu e Zn doseados na cinza proveniente directamente da EIRSU apresentaram teores mais elevados quando extraídos pelo método 2, enquanto que, nas outras amostras, não se observaram diferenças significativas. Em relação ao Fe e Pb, o método de extracção por aqua régia deu resultados significativamente mais elevados quando comparados com os obtidos pelo outro método.

Determinação dos teores de platina, paládio e ródio num padrão de referencia (BCR- 723) para validação do método de extracção destes metais em solos urbanos

H. F. Silva[1], Nelson F. Silva[1], Sandrina Oliveira[1], M. Caetano[3], J. M. Lorenzo[2,4], C. Oliveira[4] & M. J. Matos[1]

[1] ISEL – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 1950-062 Lisboa, Portugal (hsilva@deq.isel.ipl.pt)
[2] UDC – Univ. Da Coruña, Faculdade De Ciencias, A Coruña, España
[3] INIAP-IPIMAR – Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas, 1449-006 Lisboa, Portugal
[4] FCUL – Faculdade de Ciências da Univ. de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal

---

A preparação de amostras para análise química é um passo de vital importância. Em amostras de matriz complexa e com elevado teor em matéria orgânica interferente tais como as biológicas, ambientais ou industriais este é um passo essencial

A etapa de preparação da amostra mostra-se particularmente importante em técnicas de alta sensibilidade e baixo limite de detecção como espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS, *Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrocopy*) e para a espectrometria de absorção atómica com câmara de grafite (GFAAS, *Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry*), uma vez que estas se mostram extraordinariamente susceptíveis a erros provocados pela presença de matéria orgânica na amostra.

Impõe-se pois a necessidade de um método que permita a remoção dos contaminantes antes da análise, de modo a que a composição da solução final seja compatível com o método de determinação utilizado. O procedimento mais indicado para este fim passa por uma decomposição da amostra, por oxidação do material orgânico, normalmente por intermédio de um ácido forte, transformado este em dióxido de carbono, óxidos de azoto, água e resíduo.

O resíduo obtido é, de seguida, dissolvido com um reagente apropriado, obtendo-se uma solução de composição essencialmente inorgânica, e homogénea onde, por exemplo, elementos como metais pesados se encontram dissolvidos numa forma quimicamente adequada para determinação analítica.

Para a realização da digestão ácida, das amostras de solo, assistida por tecnologia de microondas à pressão atmosférica, elaborou-se um plano de optimização do método tendo em conta diversos aspectos, como a quantidade de amostra usar, o volume inicial, o tempo de formação da água-régia, a rampa de aquecimento até à temperatura de reacção, a temperatura de reacção, o tempo de reacção até à secura, o volume final de solução e o pH da mesma. Depois deste passo de digestão, e para a optimização do processo de extracção dos metais por destruição de alguns interferentes que possam não ter sido decompostos no processo de digestão ácida, realizou-se a co-precipitação das amostras de solos com telúrio, método particularmente adequado a amostras de matriz complexa e baixos teores.

É ainda importante salientar que a determinação vestigiária de PGEs em matrizes ambientais requer uma metodologia analítica altamente sensível. Só muito recentemente (2002) é que um material de referência foi preparado (BCR-723 – pó de estrada contaminado com Pt, Pd e Rh) com vista à certificação e controlo da qualidade dos métodos analíticos usados na determinação dos PGEs.

Pretende-se com este trabalho validar o processo de extracção dos metais do grupo da platina (PGEs) em amostras de solos, por tecnologia de micro-ondas utilizando o padrão de controlo BCR 723 (pó de estrada - matriz mais próxima às amostras de solos) e executando uma co-precipitação com telúrio. As amostras iram ser analisadas por GFAAS e por ICP-MS de forma a validar os valores indicativos no padrão de referência.

Contenido en Cu y Zn de los horizontes superficiales de suelos dedicados a monte y cultivo en la cuenca del río Valiñas

P. Sande Fouz, J. M. Mirás Avalos, & A. Paz González

Facultad de Ciencias. Univ. de La Coruña. Campus de La Zapateira s/n, 15071 La Coruña, España. E-mail: tucho@udc.es

---

Los suelos agrícolas reciben sistemáticamente aportes de determinados metales pesados a través de la fertilización orgánica y mineral. En las áreas con una carga ganadera importante, Cu y Zn son aportados regularmente al suelo mediante el abonado orgánico. En este trabajo se compara el contenido en Cu y Zn de 20 muestras del horizonte superficial tomadas en la parte alta y media de la cuenca agroforestal del río Valiñas (A Coruña). En la mayor parte de la superficie estudiada el material de partida es granodiorita, si bien los esquistos básicos de la serie de Órdenes también están representados en una pequeña extensión de la misma. El suelo está dedicado amonte (45%) y cultivo (55%). El horizonte superficial es de textura franca o franco-arenosa. El pH (H_2O) osciló entre 4,40 y 6,10, mientras que el pH (KCl) lo hacía entre 3,65 y 5,37. Cu y Zn se determinaron por fluorescencia de rayos X, tras extracción ácida con ácido nitrico, así como mediante los reactivos DTPA y Mehlich 3. Los contenidos en Cu y Zn de los horizontes superficiales de cultivo siempre fueron superiores a los de las áreas forestales. Las concentraciones de Cu y Zn determinadas por estos cuatro métodos presentaron correlaciones significativas. La solución extractante Mehlich-3 liberó contenidos superiores de Cu y Zn en comparación con la solución EDTA.

Agradecimientos:

Este trabajo se llevó a cabo en el marco del proyecto AGL2003-09284-C02-01

Efeito dos taninos na mineralização de azoto e carbono no solo

H. M. Ribeiro[1], F. Cabral[1] P. Duarte[1] & J. Coutinho[2]

[1] *Instituto Superior de Agronomia, DQAA, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, Portugal*
Tel: 213 653 440; E-mail: fmcabral@isa.utl.pt
[2] *UTAD, Dpt. De Edafologia, CCEA, apartado 1013, 5000-911, Vila Real, Portugal*

A aplicação ao solo de resíduos orgânicos (RO), para além de contribuir para o aumento do seu teor de matéria orgânica e melhoria das suas condições físicas, pode fornecer nutrientes às culturas, nomeadamente azoto (N). Por outro lado, a disponibilidade de N nos diferentes tipos de RO depende da sua natureza, bem como do tratamento e processo de estabilização a que foram sujeitos. A maior parte desse N encontra - se em formas orgânicas e a sua mineralização e consequentes perdas, nomeadamente por lixiviação de nitratos, dependem de diversos factores ligados ao manuseamento, tratamento e forma de aplicação dos resíduos, e das características do próprio resíduo, tal como da razão C/N. Uma forma possível de reduzir os riscos de lixiviação de nitratos, a partir da aplicação ao solo de RO que apresentem elevados teores de N na sua composição, consiste na sua incorporação simultânea com outros materiais orgânicos com elevado potencial para retenção de N. Nestes incluem-se materiais carbonáceos com elevada razão C:N e materias potencialmente ricos em compostos fenólicos. O mecanismo de actuação destes últimos nos processos de mineralização/imobilização do N e C no solo está frequentemente associado a um efeito tóxico directo sobre a biomassa microbiana envolvida nos processos de mineralização e/ou à sua capacidade para complexar proteinas dada a sua forte afinidade para os grupos amida ($CO\text{-}NH_2$).

Com o presente trabalho pretendeu-se estudar o efeito de diferentes taninos na mineralização de N e na respiração microbiana no solo, tendo-se realizado dois ensaios laboratoriais de incubação aeróbia.

No primeiro ensaio efectuou-se uma incubação por um período 70 dias com o objectivo de estudar o efeito da aplicação de 2 taninos hidrolisáveis (ácido tânico e taninos elágicos) e 1 tanino condensado (taninos proantocianidicos), numa dose equivalente a 3 g de C kg^{-1} solo, na mineralização/imobilização de N e na respiração microbiana no solo.

O segundo ensaio, com a duração de 180 dias, teve como objectivo estudar o efeito dos mesmos taninos quando misturados com RO ricos em N. Para o efeito adicionou-se ao solo farinha de carne e luzerna (numa dose equivalente a 85 mg N kg^{-1} de solo), misturados com cada um dos taninos em 3 doses diferentes (0,000, 0,234 e 0,940 g de tanino kg^{-1} solo).

Em ambos os ensaios, durante o período de incubação, mediram-se periodicamente o carbono emitido pelo solo na forma de CO_2 e o azoto mineral nas diferentes modalidades.

Os resultados obtidos indicam que todos os taninos conduziram a uma imobilização de azoto, verificando-se, no entanto, uma maior imobilização no caso do ácido tânico. Paralelamente, observou-se que o ácido tânico apresentou uma taxa de respiração muito elevada, o que é coerente com a elevada imobilização de azoto ocorrida, sugerindo que a biomassa microbiana utilizou o C do ácido tânico como substrato. Pelo contrário, o tanino condensado (tanino proantocianidico) teve um claro efeito depressivo na actividade microbiana (abaixamento da taxa de respiração), pelo que a imobilização de azoto observada deverá ter sido devida a uma menor taxa de mineralização e não à utilização do seu C como substrato. Quanto aos taninos elágicos, tiveram um comportamento intermédio, não tendo tido, aparentemente, efeito depressivo sobre a respiração microbiana do solo, pelo que a imobilização do azoto observada poderá ter sido devida à utilização de algum do seu C como substrato.

Os resultados obtidos parecem indicar que o mecanismo de actuação dos taninos nos processos de mineralização/imobilização do N depende da sua natureza . Os taninos hidrolizáveis poderão actuar como fonte de C para os microrganismos do solo, levando a uma imobilização de azoto. Já nos taninos condensados a sua actuação parece inibir a actividade microbiana e muito provavelmente a disponibilidade de azoto a ser mineralizada.

Estudio de suelos de parques y jardines de Sevilla: relación entre diversos parámetros generales de los suelos y los contenidos de Cu y Zn, y efecto de la profundidad en la toma de muestra

M. C.Florido Fernández [1], A. B. García Martín [1] & F. Madrid Díaz [2]

[1] *Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Univ. de Sevilla.*
[2] *Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. C.S.I.C.*

Los suelos urbanos de Sevilla han sido estudiados en los últimos años dentro del proyecto URBSOIL. Se han encontrado niveles relativamente elevados de algunos metales (Cu, Pb y Zn) en la zona más cercana al centro histórico de la ciudad, con lo que parece evidente la influencia humana en el origen de estos niveles. No se han encontrado valores elevados en las zonas más cercanas a áreas industriales, localizadas en los alrededores de la ciudad. En general se ha encontrado una alta disponibilidad de los mentales, lo que incrementa la preocupación por este tipo de contaminación. En la actualidad se están estudiando formas de reducir la disponibilidad de los metales por medio del uso de enmiendas inorgánicas de diverso origen y su influencia en cultivos.

El objetivo de este trabajo es estudiar las relaciones entre los parámetros generales de los suelos (pH, granulometría, conductividad eléctrica, % de carbonato, % de carbono orgánico, % de nitrógeno y relación C/N) y los contenidos de Cu y Zn, así como estudiar el efecto de la profundidad de la toma de muestra en los parámetros anteriores y en las relaciones entre ellos.

Para ello, se han tomado muestras en un total de 32 puntos, a dos profundidades (0 a 10 cm y 10 a 20 cm) en varios parques y jardines de Sevilla, desde diciembre de 2003 a marzo de 2004. Tras la limpieza de las muestras de piedras, raíces y grava, se realizó el secado en estufa a 40 ºC, la molienda y el tamizado de las muestras a 2 mm de luz de malla. Una vez preparadas la muestras se realizaron las determinaciones siguientes: pH en extracto 1:5 p/v en agua y en disolución de CaCl 0,01 M (British Standard); materia orgánica por el método Walkley y Black; carbonatos con el Calcímetro de Bernard; análisis mecánico por el método del densímetro de Bouyoucos; conductividad eléctrica en extracto acuoso 1:2,5; extracción con agua regia y de determinación de Cu y Zn por espectrofotometría de absorción atómica.

Los suelos estudiados son suelos francos, con pH básico, con contenidos en carbonatos medio-altos y sin problemas de salinidad. Los contenidos de materia orgánica son típicos de zonas semiáridas y de regadío, se encuentra una relación C/N común en suelos agrícolas con tendencia a la humificación y con valores que indican una fertilidad media a buena.

El pH en agua aumenta significativamente con la profundidad en la toma de muestra, mientras que el contenido de carbono orgánico y el nitrógeno disminuyen, también de forma significativa. El factor profundidad no afecta de forma significativa a los contenidos de Cu y Zn. Sin embargo, se ha encontrado una fuerte relación directa entre los contenidos en Cu y Zn entre si y con el carbono orgánico, y una fuerte relación inversa entre todos ellos y el pH en agua.

Según la normativa medioambiental de Québec, los contenidos de Cu y Zn en la mayoría de los parques están por debajo de los niveles de referencia considerados no contaminados, si bien el 21 % de los puntos estudiados, respecto al Cu, necesitarían ciertas actividades de recuperación.

Estudio de la transformación de residuos vegetales en el suelo mediante espectroscopia de infrarrojos

J. V. Peris Torres[1], M. J. Molina Donate[2], J. Llinares[3] & M. D. Soriano Soto[1]

[1] ETSMRE. Univ. Politécnica de Valencia, C/ Blasco Ibañez nº 10 46010 Valencia
[2] Centro de Investigaciones sobre desertificación- CIDE (CSIC-UV-GV, Camí de la Marjal s/n 46470 Albal (Valencia)
[3] EPSG Univ. Politécnica de Valencia, Ctra. Nazaret-Oliva s/n 46730 Grao de Gandía (Valencia)

El estudio del proceso de transformación, incorporación y estabilización en el suelo de restos vegetales es un aspecto de gran relevancia para el conocimiento del papel del suelo como sumidero de carbono. Dicho proceso depende, por un lado, de agentes externos como las condiciones de humedad y temperatura, por otro lado, de la composición y tamaño de los restos y, finalmente, de las características del suelo, sobre todo su textura.

La aplicación de la espectroscopia de infrarrojos para el estudio de los cambios cualitativos/cuantitativos de la materia orgánica durante el proceso de transformación y estabilización en el suelo es relativamente reciente.

El objetivo de este trabajo es investigar si este tipo de técnicas puede utilizarse para determinar la influencia de la textura del suelo en el proceso de transformación de los restos vegetales añadidos.

En un experimento de laboratorio se han utilizado macetas con un suelo de textura fina y otro de textura gruesa a los que se ha añadido proporciones crecientes de restos vegetales triturados. Los suelos control y los enmendados con tres proporciones de residuos vegetales, han sido sometidos a ciclos alternantes de humectación, desecación y mezclado de la materia orgánica y la mineral durante un periodo de varios meses. Después de este periodo se ha determinado el contenido de materia orgánica del suelo, se ha realizado su fraccionamiento químico en AF, AH y Huminas y obtenido los espectros IR correspondientes a estas fracciones orgánicas.

Los resultados indican mayor incorporación de materia orgánica y mayor transformación del residuo al aumentar la dosis en el suelo de textura más fina. Estas diferencias se acompañan de cambios en la composición de los AF, AH y Huminas que, en general, indican que en el suelo de textura arcillosa se produce mayor transformación de los derivados de la lignina que en el suelo de textura arenosa. El estudio de los espectros de IR, complementado con otras determinaciones realizadas en el suelo, permite el seguimiento del proceso de transformación, incorporación y estabilización en el suelo.

Concentraciones de zinc soluble en agua e intercambiable y su relación con el zinc aplicado mediante diferentes quelatos de micronutriente en un cultivo de lino

B. Sebastián, L. .M. López-Valdivia, M. I. Rico & J. M. Alvarez

Dpto. de Química y Análisis Agrícola, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España. Telef: 34913363255 – Fax: 34913365639 – e-mail: jmalvarez@qaa.etsia.upm.es

---

El zinc es un micronutriente indispensable para todas las plantas, siendo algunas de ellas muy sensibles a su deficiencia. La biodisponibilidad potencial para las plantas del zinc en los suelos, así como su movilidad, es generalmente evaluada mediante la extracción de una fracción del zinc total por medio de reactivos químicos específicos. En este estudio se trata de establecer, en dos suelos diferentes fertilizados con ocho complejos orgánicos de zinc, la correlación que existe entre las concentraciones de zinc extraído con agua y con una sal inorgánica. Así mismo, se va a determinar mediante los dos procedimientos qué tratamientos fertilizantes proporcionan mayores cantidades de zinc extraídas después del cultivo.

Se han empleado dos suelos representativos, siendo algunas de sus características las siguientes.- Suelo I: ácido (pH 6,1), CE 37,1 µS/cm, MO 0,24% y P asimilable 19,9 mg/kg; Suelo II: calizo (pH 8,1), CE 178 µS/cm, MO 0,51% y P asimilable 12,6 mg/kg. En dichos suelos se realizó un cultivo de lino (*Linum usitatisimum* L.). La fertilización de zinc consistió en aplicar dosis de 5 y 10 mg Zn/kg en forma de los quelatos Zn-EDTA, Zn-DTPA+HEDTA+EDTA, Zn-EDDHSA, Zn-S,S-EDDS, Zn-polihidroxifenilcarbo-xilato, Zn-aminolignosulfonato, Zn-EDTA+HEDTA y Zn-HEDTA. Además, se realizó un tratamiento control sin fertilización con micronutriente. Todos los tratamientos fueron efectuados por triplicado, añadiéndose una fertilización de base (100 mg N/kg, 120 mg P/kg, 145 mg K/kg y 60 mg S/kg). El experimento fue realizado sin lixiviación. En los métodos de extracción del zinc, los extractantes y condiciones de extracción fueron: H_2O ultrapura, relación 1:10 suelo:extractante; $Mg(NO_3)_2$ 1,0 M pH 5,0, relación 1:10 suelo:extractante. Con estos procedimientos se obtuvieron las fracciones de zinc soluble en agua e intercambiable en el suelo respectivamente. Las muestras de los suelos analizados fueron recogidas en el momento del corte de las plantas y preparadas para su posterior análisis.

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza con un nivel de confianza del 95% para los factores suelo, tratamiento fertilizante y repetición (GL = 101). El análisis fue efectuado con un orden máximo de interacciones de dos. Para la fracción de zinc soluble en agua, se obtuvieron diferencias significativas entre los suelos ($P < 0,001$; cociente-F 16,9) y entre los tratamientos ($P < 0,0001$; cociente-F 271), así como una interacción significativa entre los factores suelo y tratamiento ($P < 0,0001$; cociente-F 31,9). El método de separación de medias de Newman-Keuls estableció dos grupos homogéneos con respecto al factor suelo (suelo I: 1,00 mg Zn/kg; suelo II: 0,88 mg Zn/kg), y estableció, para esta fracción tan importante para la nutrición de la planta, el siguiente orden de cuantía de los tratamientos fertilizantes: Zn-DTPA+HEDTA+EDTA dosis 10 mg Zn/kg > Zn-EDTA dosis 10 mg Zn/kg > Zn-EDTA+HEDTA dosis 10 mg Zn/kg > Zn-DTPA+HEDTA+EDTA dosis 5 mg Zn/kg > Zn-EDTA dosis 5 mg Zn/kg > Zn- EDDHSA dosis 10 mg Zn/kg, seguido por los otros tratamientos. Cabe destacar una concentración media para los dos suelos de 4,07 mg Zn/kg obtenida con Zn-DTPA+HEDTA+EDTA aplicado en dosis 10 mg Zn/kg.

Realizado el mismo análisis para la fracción de zinc intercambiable, se produjeron diferencias significativas entre los suelos ($P < 0,0001$; cociente-F 2136) y entre los tratamientos ($P < 0,0001$; cociente-F 27,4), así como una interacción significativa entre los factores suelo y tratamiento ($P < 0,0001$; cociente-F 21,0). El método de separación de medias estableció también dos grupos homogéneos con respecto al factor suelo (suelo I: 4,83 mg Zn/kg; suelo II: 0,47 mg Zn/kg), y estableció el siguiente orden de cuantía de los tratamientos fertilizantes: Zn-EDTA dosis 10 mg Zn/kg > Zn-DTPA+HEDTA +EDTA dosis 10 mg Zn/kg > Zn-EDTA+HEDTA dosis 10 mg Zn/kg > Zn-S,S-EDDS 10 mg Zn/kg > Zn-aminolignosulfonato dosis 10 mg Zn/kg, seguido por los otros tratamientos. Destaca la concentración media para los dos suelos de 4,50 mg Zn/kg obtenida para Zn-EDTA a dosis 10 mg Zn/kg.

Por otra parte, los resultados obtenidos para ambas extracciones se ajustan positiva y significativamente a un modelo lineal cuando éste se establece con los suelos por separado (GL = 16) (suelo I: $R^2 = 59,8\%$; suelo II: $R^2 = 90,4\%$), pero no sucede lo mismo cuando se efectúa el análisis para los dos suelos conjuntamente.

Alofano - ferrihidrita y su relación con la retención de fosfatos en Andosoles de la Meseta Purhépecha, Michoacán, México.

M. Alcalá de Jesús[1] & C. Hidalgo-Moreno[2]

[1]*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Lab. de. Edafología. Morelia, Michoacán.*
[2]*Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Fertilidad de Suelos.Montecillo, México.*

Introducción

En la Meseta Tarasca, Michoacán, a los Andosoles se les conoce como tierras de "Tupuri" o de "Polvilla" por ser sueltas y suaves, éstas se originan de cenizas volcánicas. La densidad aparente baja, retención de fosfatos (RF) alta y minerales amorfos de Al y Fe son características que se asocian a la naturaleza de su fracción arcillosa, la cual está constituida por minerales amorfos como el alofano (ALO), imogolita, ferrihidrita (FER) y complejos organominerales de Al y Fe, materiales que presentan alta superficie específica y abundantes sitios reactivos para la RF. La RF es uno de los factores que limita el uso agronómico de estos suelos, por ello, se han realizado diversas investigaciones relacionadas con los minerales amorfos y la acción de éstos sobre la RF. Sin embargo, en México, este tipo de estudios es menos frecuente. En la Meseta Purhépecha se ha asociado a la RF con el ALO de los suelos, pero éstos no se han cuantificado ni reportado amorfos diferentes que participen en dicha retención. Los objetivos fueron estimar el ALO y la FER, y relacionarlos con la RF de tres Andosoles de esta región.

Materiales y métodos

Se estudiaron tres suelos con régimen de humedad údico ubicados en la parte central de la Meseta Purhépecha: *Eutric Hapludands* con propiedades ándicas bien desarrolladas, *Humic Udivitrands* y *Typic Hapludands* con propiedades ándicas poco desarrolladas. Los suelos se seleccionaron con base en su RF, baja (<55%), media (<85%) y alta (≥85%). El Alo, Feo, Sio (extraídos con oxalato ácido) y el Alp (pirofosfato de sodio), en la fracción de tierra fin. El ALO se estimó mediante Y= -5.1(Alo-Alp/Sio) + 23.4 *(7)* y la FER del % Feo x 1.7 *(6)*.

Resultados y discusión

El carbono orgánico (C.O.) varió de (1.7% a 3.9%) en los horizontes superficiales y en los más profundos de 0.4% y 2.2%. El pH osciló de 5.8 a 6.4. Los valores más altos de ALO (10% a 13%) se presentaron en los P.3 con RF alta y P.8 con RF media, lo cual revela un alto intemperismo de la ceniza volcánica. El ALO aumentó irregularmente con la profundidad, debido a la sucesión de los materiales depositados. En los horizontes superficiales, el ALO fue menor por la presencia del C.O. que inhibió su formación y, a mayor profundidad, se debe al incremento de Sio favorecido por las condiciones de humedad del lugar *(8)*. En el P.11 el ALO disminuyó (8%) al haber menor intemperismo de las cenizas por tratarse de depósitos recientes.

La RF (>85%) fue más alta en el P.3, en cambio, los porcentajes más bajos (<55%) se presentaron en el P.11. Dado que los contenidos de ALO y de la RF fueron altos, se esperaba una correlación significativa entre ellos, sin embargo, el coeficiente de correlación fue bajo (RF = 4.66 (ALO) + 23.61, $r^2 = 0.36$), por lo que, el ALO explica 36% de la variabilidad de la RF, ésto no significa que no influya en la RF, sino que la variabilidad de la RF puede atribuirse a la discontinuidad litológica.

La FER osciló de 1.4% a 8.0%; los valores más altos se registraron en P.11 e incrementaron irregularmente con la profundidad, por ésto, se asume que el suelo se encuentra en un proceso intenso de intemperismo con abundante liberación de Fe a partir de los minerales ferromagnesianos. Una mayor concentración de FER se presenta cuando el pH es de 5.9 y 6.2, y disminuye conforme este se acerca a la neutralidad. Una correlación lineal alta resultó entre la RF y la FER (RF = -5.66 (FER) + 96.21, $r^2 = 0.80$) en los horizontes A y RF = -5.52 (FER) + 99.90, $r^2 = 0.79$ en los demás horizontes.

Conclusiones

El ALO es el amorfo de mayor abundancia, sin embargo, su correlación con la RF fue poco significativa. La variabilidad del alofano se atribuye a los constantes depósitos de ceniza volcánica. Los porcentajes más altos de FER se presentaron en el suelo con menor desarrollo. Se obtuvo una correlación lineal alta entre la RF y la FER ($r^2 = 0.80$) en los horizontes A y una $r^2 = 0.79$ en los demás horizontes, es decir, la FER explica 80% y 79% de la variabilidad de la RF.

Biomasa microbiana y respiración basal en suelos de Galicia contaminados con cobre

R. M. Bellas[1], F. Gil-Sotres[2], M. C. Trasar-Cepeda[1] & M. C. Leirós [2]

[1] Dep. Bioquímica del Suelo, IIAG-CSIC, Santiago de Compostela, E-15780 Spain
[2] Dep. Edafología y Q. Agrícola, USC, Santiago de Compostela, E-15782 Spain

---

La toxicidad producida en el suelo por la presencia de metales pesados en altas concentraciones afecta no sólo a los animales y a las plantas sino también a la microflora edáfica, responsable de una gran parte del ciclo de los nutrientes mayoritarios (C, N, P, S, etc.). Por ello, un control efectivo de la contaminación de los suelos con metales se puede hacer utilizando parámetros relacionados con el número y la actividad de los microorganismos.

El cobre es un metal pesado que normalmente es tan abundante en lodos y aguas residuales que suele ser el primer elemento que limita la aplicación de estos productos a los suelos. El objetivo de este trabajo es relacionar la influencia que la adición de distintas cantidades de cobre tiene sobre la biomasa microbiana y la respiración de los suelos. Para ello, se contaminaron con distintas dosis de cobre (0, 120, 360, 1080 y 3240 mg kg^{-1}, añadido como $CuCl_2 \cdot 2H_2O$) y en condiciones de laboratorio, nueve suelos con distintos usos (forestal, prado y cultivo) y con propiedades diferentes (pH_{H2O} entre 4.33 y 5.55, C total entre 1.21 y 11.65 %, N total entre 0.108 y 0.763 %). Al cabo de siete días se midió la respiración basal y la biomasa microbiana. Para comparar la distinta sensibilidad de los suelos ante la adición del metal, se calculó la ED_{50} o cantidad de cobre añadido que provoca un descenso del 50 % de la propiedad considerada.

Los resultados muestran que la respiración basal, que inicialmente tiene unos niveles muy diferentes en los distintos suelos utilizados, experimenta con la adición de cobre un claro descenso cuya magnitud en valor absoluto varía mucho para cada suelo, siendo en general mucho más acusado en los suelos en los que la respiración es mayor inicialmente que en aquellos en los que esta propiedad ya era menor. La proporción de inhibición de la respiración respecto al control varía poco entre los distintos suelos y casi nunca guarda una relación significativa con la cantidad de metal añadido, ocurriendo muy frecuentemente las mayores inhibiciones para las dosis intermedias (rango entre 40 y 65 %, valor medio 46 %). Además, como los mayores valores de inhibición no suelen superar el 50%, solamente se ha podido calcular el valor de la ED_{50} en tres de los suelos, para los cuales se obtienen valores muy diferentes entre sí (2200, 3400 y 4200 mg kg^{-1}).

Los niveles de biomasa, que inicialmente son muy diferentes para los distintos suelos, descienden siempre con la contaminación y la dosis de cobre añadido (rango entre 80 y 688 mg kg^{-1}), y siendo el descenso en general mayor en aquellos suelos en los que la biomasa era más abundante inicialmente. La intensidad de la inhibición (proporción respecto al control), aunque varía entre los suelos, en general es muy alta e incluso en algunos llega a ser del 100%. Los valores de la ED_{50} son muy variables y oscilan entre 450 y 2250 mg kg^{-1}. No se halló ninguna relación significativa entre estos valores y las propiedades generales de los suelos.

El coeficiente metabólico, qCO_2 en general tiende a aumentar con la cantidad de metal añadido, llegando a alcanzar valores muy elevados con la dosis más alta de cobre. Esto indica que en la mayoría de los suelos cuanto mayor es la contaminación mayor es el estrés metabólico al que están sometidos los microorganismos presentes.

En resumen, la adición de cobre tuvo en general un fuerte efecto sobre las propiedades bioquímicas estudiadas, si bien influyó de forma diferente en cada uno de los suelos. La contaminación inhibió tanto la respiración basal de los suelos como la biomasa microbiana, siendo el efecto mucho más acusado sobre esta última, de modo que en algunos casos la biomasa microbiana fue totalmente aniquilada por las adiciones de cobre. Los valores de ED_{50} calculados para la respiración basal y para la biomasa microbiana ponen de manifiesto la mayor sensibilidad de esta última ante la contaminación con cobre. En la mayoría de los suelos estudiados se provocó además un incremento del coeficiente metabólico, indicando que los microorganismos que sobrevivieron a la contaminación eran menos eficientes energéticamente.

Biodisponibilidad del cobre y su relación con las propiedades del suelo

R. M. Bellas[1], F. Gil-Sotres[2], M. C. Trasar-Cepeda[1] & M. C. Leirós [2]

[1] Dep. Bioquímica del Suelo, IIAG-CSIC, Santiago de Compostela, E-15780 Spain
[2] Dep. Edafología y Q. Agrícola, USC, Santiago de Compostela, E-15782 Spain

El cobre es un elemento nutritivo esencial para las plantas y que por lo tanto puede ser deficiente en el suelo. Sin embargo, es muy frecuente que llegue a alcanzar niveles muy elevados como consecuencia del uso de fertilizantes, pesticidas y, sobre todo, por la deposición de distintos residuos urbanos e industriales. Altas concentraciones de cobre hacen que el medio se vuelva adverso no sólo para animales y plantas sino también para los microorganismos edáficos. El nivel de metal que llega a crear condiciones de toxicidad no depende únicamente de las cantidades totales presentes, tal como suele considerarse al evaluar el riesgo que supone la contaminación, sino de su proporción en forma biodisponible.

En este trabajo se estudia la biodisponibilidad del cobre en una serie de suelos contaminados y su relación con propiedades tan importantes en la dinámica de los metales en el suelo como son el pH y la materia orgánica. Se utilizaron tres suelos forestales (Monte Castelo, Pico Sacro y Negreira, pH_{H2O} 4.72, 4.74 y, 4.33, C total 11.65, 9.26 y 8.73 %, respectivamente), tres suelos de prado (Cospeito, Bertamiráns y Tapia, pH_{H2O} 5.11, 5.11 y 4.98, C total 7.82, 2.84 y 4.39 %, respectivamente) y tres suelos de cultivo (Catoira, Xinzo y A Rúa, pH_{H2O} 5.41, 5.55 y 5.29, C total 3.58, 2.09 y 1.21 %, respectivamente) que se contaminaron, en condiciones de laboratorio, con distintas dosis de cobre (0, 120, 360, 1080 y 3240 mg kg^{-1}, añadido como $CuCl_2 \cdot 2H_2O$). Al cabo de siete días se midieron los niveles de cobre en forma biodisponible mediante una extracción con DTPA.

Los resultados muestran que las cantidades de cobre biodisponible son muy distintas para los diferentes suelos. Así por ejemplo, para la dosis de 3240 mg kg^{-1} el orden de los suelos de mayor a menor cantidad extraída es el siguiente: A Rúa (2418 mg kg^{-1}) > Xinzo > Tapia > Catoira > Bertamiráns >Pico Sacro > Negreira > Cospeito > Monte Castelo (761 mg kg^{-1}). Lógicamente, el cobre biodisponible se relaciona en todos los casos (correlación lineal, $p<0.001$) con la cantidad de metal añadido. Sin embargo, se observa que si bien dentro de cada suelo la proporción Cu-biodisponible/Cu-añadido es muy semejante para las distintas dosis, es muy diferente para los distintos suelos entre sí. Por lo tanto, la pendiente de esta relación, que podría ser indicativa del nivel de toxicidad generado por la contaminación, alcanza valores variados, muy elevados en el suelo A Rúa (0.74) y muy bajos en el suelo Monte Castelo (0.24), aunque en la mayoría de los casos está en torno a 0.5. Los suelos de cultivo en general tienen valores más elevados que los suelos forestales y de prado.

Por otra parte, se puede observar que para todo el conjunto de suelos, la pendiente de la relación Cu-biodisponible/Cu-añadido tiene una buena correlación negativa ($R=0.87$, $p<0.001$) con el contenido en carbono total, lo que pone claramente de manifiesto que, dada la gran afinidad que tiene este metal para ser adsorbido por los puntos con carga negativa de la materia orgánica, ésta juega un papel muy importante en la biodisponibilidad de este elemento. Así, el suelo con más materia orgánica (Monte Castelo) es aquel en el que el cobre añadido está más retenido y, por lo tanto, en forma menos biodisponible y en cambio los suelos menos orgánicos (Xinzo y, sobre todo, A Rúa) son aquellos en los que el cobre añadido está más biodisponible.

A pesar de que el pH del suelo tiene un efecto importante sobre muchos de los procesos edáficos que determinan la concentración de metales en la solución, en este trabajo no se halla una relación directa significativa entre este parámetro y la disponibilidad del metal, lo que seguramente se debe al estrecho margen de valores de pH considerado, que por otra parte corresponde a los valores más frecuentes en Galicia. Sin embargo, existe una buena correlación múltiple ($R=0.93$, $p<0.001$) entre pH, carbono y proporción Cu-biodisponible/Cu-añadido, lo que significa que estas dos propiedades conjuntamente tienen una gran influencia sobre la disponibilidad del cobre en los suelos contaminados.

En resumen, se puede decir que la proporción de cobre añadido que permanece en forma biodisponible es diferente para cada uno de los suelos estudiados, siendo uno de los factores fundamentales que condiciona la biodisponibilidad del cobre en el suelo su contenido en materia orgánica; la influencia de la materia orgánica sobre la biodisponibilidad del cobre en los suelos se incrementa si se considera juntamente con el pH. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que no se pueden establecer niveles de toxicidad basados en cantidades totales de cobre, ya que su biodisponibilidad y efecto tóxico dependen de las propiedades de cada suelo.

Área 6: Génesis, clasificación y geografía de suelos

Cartografía de suelos del polígono industrial de Huelva y su entorno

A. Iriarte [1], P. Bouza [2], M. Simón [3], J. Aguilar [4], M. Díez. [4], F. Martín [4] & M. Sierra [4]

[1] Estación Experimental del Zaidín. CSIC. Granada. España.
[2] Centro Nacional Patagónico. CONICET. Argentina.
[3] Dpto. Edafología y Química Agrícola. Univ. de Almería. España.
[4] Dpto. Edafología y Química Agrícola. Univ. de Granada. España.

Introducción

Se presenta el mapa básico de suelos a escala 1:100.000 del polígono industrial de la Ría de Huelva y su entorno. Se delimitaron un total de 20 unidades cartográficas, con la finalidad de utilizar la información obtenida como base para el estudio de la distribución y el comportamiento geoquímico de los elementos potencialmente contaminantes (arsénico y metales pesados) presentes en los suelos.

Materiales y métodos

La delimitación de unidades cartográficas se basó en la fotointerpretación de fotografías aéreas a escala 1:30.000, utilizándose la base cartográfica a escala 1:50.000 como soporte de la información. Además de la información geológica (ITGE), se describieron las principales unidades geomorfológicas, así como el resto de factores formadores (clima y vegetación). Las descripciones morfológicas de los suelos y los controles de campo se realizaron de acuerdo con la metodología propuesta por FAO (1990) y las Claves para la Taxonomía de Suelos (WRBSR. FAO-ISSS-ISRIC, 1998).

Resultados

El estudio cartográfico permitió delimitar un total de 20 unidades, de las cuales 18 corresponden a suelos y 2 a zonas modificadas por la acción antrópica (salinas y estériles). Se destacan diferentes tipos de Fluvisoles asociados a los depósitos aluviales y a las marismas. Los Vertisoles aparecen bien representados al norte de Huelva capital, y en los que predominan las arcillas y la aparición de grandes grietas en el período estival. Los suelos más evolucionados son los Luvisoles, con su horizonte Bt característico y que aparecen conservados en los restos de antiguos glacis y en las terrazas más antiguas. Son importantes en la zona los Arenosoles, formados sobre arenas Pliocenas, cordones litorales y dunas localizados al sur de la zona estudiada. Los Regosoles, suelos de escaso desarrollo, aparecen sobre diferentes litologías y se localizan en áreas donde la erosión ha sido más o menos intensa. Finalmente, los Calcisoles se encuentran asociados a materiales areno-limosos del Terciario, localizados en las inmediaciones de Trigueros.

Conclusión

El estudio de la cartografía preliminar de la zona estudiada, se ha demostrado como una herramienta básica en la descripción de los procesos asociados a la evolución del paisaje. La información obtenida, junto con la base geomorfológica, pueden ser una herramienta de gran utilidad para el estudio de la dinámica y distribución de elementos potencialmente contaminantes asociados a los suelos estudiados.

Distribuição do urânio nas várias fases-suporte em solos da área mineira da Cunha Baixa (Portugal)

O. Neves [1], M. M. Abreu [2] & M. J. Matias [1]

[1] *Centro de Petrologia e Geoquímica, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, Portugal*
[2] *Dept Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, UTL, Tapada da Ajuda 1399-017 Lisboa, Portugal*

Os processos de degradação do solo constituem um grave problema a nível mundial, com consequências ambientais, sociais e económicas. A contaminação pontual associada a fontes confinadas, como sejam as explorações mineiras, pode representar riscos elevados para o solo e água.

A área mineira da Cunha Baixa encontra-se na província uranífera das Beiras (Viseu- Mangualde) e o seu jazigo foi explorado através de lavra subterrânea, a céu-aberto e lixiviação ácida em pilha. As repercussões ambientais da actividade mineira, desenvolvida durante cerca de 20 anos, e o seu posterior abandono traduzem-se nas águas dos poços e nos solos que têm utilização agrícola por parte da população.

Para avaliar a distribuição do urânio pelas diferentes fases orgânicas e inorgânicas, submeteram-se as amostras de solo a extracção química parcial, em modo paralelo: acetato de amónio 1M, pH 7; peróxido de hidrogénio a 30 %, pH 4,5; cloridrato de hidroxilamina 0,05M; reagente Tamm 0,175M, pH 3, na obscuridade e sob radiação U.V. Os teores de urânio extraídos pelos vários reagentes e o total, após decomposição triácida (HCl, HNO_3, HF) das amostras, foram doseados por fluorimetria no *Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales e Tecnológicas de Madrid* (CIEMAT).

O teor total de urânio nos solos (9,8-362 mg/kg) é muito superior à concentração média indicada para a maioria dos solos (1,8 mg/kg). Maioritariamente, o urânio apresenta tendência para uma ligação preferencial aos compostos de ferro não cristalino e aos óxidos de manganês. Os minerais argilosos e a matéria orgânica retêm, também, uma fracção importante de urânio em posição de troca (até 30 %). O risco ambiental traduz-se pelo aumento da disponibilidade do urânio para as culturas, o qual se encontra não só em concentração elevada na água de rega (2-3500 μg/L), mas também associado ao complexo de troca do solo onde funciona como uma reserva disponível para as plantas.

Clasificación de Antrosoles bajo cítricos en Huelva (España)

A. Jordán López, L. Martínez Zavala, N. Bellinfante Crocci & L. Delgado Valera

Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química (Univ. de Sevilla). C/Profesor García González, 1. CP: 41012 – Sevilla (España)

El área citrícola de Huelva incluye más de 12.300 Ha. Un 37% de esta extensión es superficie improductiva. Los suelos estudiados se distribuyen sobre el tercio sur de la provincia, en unidades de diverso tamaño (entre 100 m^2 y 19 km^2). En total, la superficie estudiada comprende 86 km^2. Algunos de estos suelos muestran características antrópicas en su génesis. Se trata generalmente de suelos decapitados mediante maquinaria hasta sus horizontes C o R, acompañados de trabajos de aterrazamiento, y sobre los que se han depositado materiales de distinta naturaleza litológica. El epipedión artificial posee una naturaleza química y física semejante al existente en su lugar de origen, pero diferente a la del sustrato local. Con frecuencia está formado por materiales pizarrosos, de textura franca, arenosa o limosa. El horizonte subsuperficial está constituido por arenas o gravas. Con frecuencia ha sido previamente arado y mezclado en profundidad, y no constituye un suelo enterrado propiamente dicho, ya que no muestra diferenciación entre horizontes.

La clasificación de la WRB (FAO, 1994) define el horizonte de diagnóstico antropedogénico como un conjunto de horizontes superficiales o subsuperficiales formados como resultado del cultivo prolongado. Las características de este tipo de horizonte de diagnóstico dependen del tipo de manejo a que ha sido sometido el suelo, como la labranza profunda, la fertilización intensiva, la adición de material, la irrigación continua con aporte de sedimentos o el cultivo por inundación. En cualquier caso la identificación de campo se basa en la evidencia de la elevación de la superficie del suelo. Por otra parte, el material de diagnóstico antropogeomórfico hace referencia a material orgánico o mineral poco consolidado resultante de la actividad humana. De cualquier manera, el material antrópico no ha mostrado expresión significativa de los procesos pedogenéticos debido a su corto período de funcionamiento. El proceso de retirada del epipedión original y la adición de nuevo material árico constituye un proceso de tipo antrópico suficientemente importante como para incluir los suelos estudiados dentro del grupo de los antrosoles. Aunque la definición de los horizontes térrico y plágico implica una referencia a la saturación en bases del complejo de cambio (que debe ser superior al 50% en el caso del primero, e inferior en el caso del segundo) la característica más importante hace referencia al color. En el caso del horizonte térrico, el color del suelo corresponde al del material fuente; el horizonte plágico, sin embargo posee un color pardo u oscuro, independientemente de su origen, debido a la actuación de procesos edáficos.

La principal característica de los suelos estudiados es la presencia de un horizonte antrópico con características comunes en todos ellos, y cuya descripción no está recogida de forma clara en la WRB. Este horizonte está constituido por materiales de naturaleza no antropogénica, transportado y dispuesto en caballones sobre el sustrato antiguo. Su período de funcionamiento como suelo es corto en el tiempo, y no muestra alteración in situ. Estas circunstancias, consideradas en conjunto podrían englobarse en un adjetivo común que, dado el uso principal de estos suelos en la provincia de Huelva, se propone como cítricola. Por lo tanto, se propone clasificar los suelos estudiados hasta un tercer nivel taxonómico como Antrosol cumúlico cítricola.

Elaboración de un modelo digital de geoformas del terreno

A. Jordán López, L. Martínez Zavala & N. Bellinfante Crocci

Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química (Univ. de Sevilla). C/Profesor García González, 1. CP: 41012 – Sevilla (España)

Dentro de los objetivos del proyecto Sustentabilidad Patrimonial de la Cuenca del Río Tepalcatepec (Michoacán, México) se ha realizado el análisis del medio físico, a partir de un modelo digital de elevaciones (MDE).

La cuenca del Río Tepalcatepec ocupa el centro del estado de Michoacán y parte del extremo oriental del estado de Jalisco. Se extiende aproximadamente entre los 30º y 45º (N) y los 103º y 102 (W). La superficie total de la cuenca abarca aproximadamente 17000 Km^2. La cuenca está limitada por el Eje Neovolcánico, al norte, y la Sierra Madre del Sur en su extremo meridional. El conjunto de sierras correspondientes al Eje Neovolcánico está separadas de la depresión del Río Tepalcatepec por un gran escarpe orientado hacia el sur, con una elevación comprendida entre los 1000 y los 2500 msnm. El relieve es muy accidentado y posee una gran diversidad de paisajes. La elevación media de la cuenca está en torno a 1150 msnm, aunque el rango de elevaciones va desde los 126 (confluencia entre el Río Tepalcatepec y el Balsas) hasta los 3860 msnm del Pico Tancítaro.

La clasificación automática de las formas del terreno permite obtener resultados comparables a los realizados mediante métodos tradicionales. Además, se trata de una metodología versátil, que permite su mejora y adaptación a áreas específicas. Así, desde los primeros trabajos de este tipo, la metodología general ha sido aplicada por diversos autores con ligeras modificaciones logrando resultados aceptables.

Como fuente básica de información se ha utilizado el MDE de la cuenca del Río Tepalcatepec, con una resolución de 100 × 100 m^2. Este nivel de detalle resulta adecuado para la obtención de un modelo de la cuenca completa, y permite la reproducción de mapas a escala 1:50000. A partir de este modelo se han generado otros referentes a diversas características geomorfológicas, como la pendiente, la curvatura del perfil topográfico, la exposición de las laderas, el relieve local y la elevación relativa de cada punto respecto a su entorno.

Posteriormente, a partir de estos parámetros, se ha realizado la clasificación automática de las formas del terreno. Se han delimitado cinco clases de formas principales. La superficie incluida en cada clase está caracterizada por una serie de características geomorfológicas que la distinguen de las áreas vecinas. A su vez, cada clase ha sido dividida en subclases, de modo que se ha distinguido un número total de 17 unidades geomorfológicas de terreno.

Los resultados muestran que el método utilizado permite identificar con fiabilidad las principales formaciones del terreno, y con mucho mayor detalle, un número elevado de subclases. La clasificación de las formas del terreno propuesta en el presente trabajo refleja las principales diferencias físicas y estructurales del área estudiada. Sin embargo, los resultados obtenidos pueden ser mejorados mediante el uso de un MDE más detallado, que podría permitir la identificación de microformas que no pueden percibirse con la resolución empleada, como microformas fluviales o irregularidades en laderas y llanuras.

Como objetivo de futuras investigaciones, el uso combinado de imágenes de satélite y de cartografía geológica preexistente a una escala adecuada puede permitir una mayor precisión en la identificación de las geoformas.

Implicaciones ecológicas de la diversidad física y química de los histosoles de Galicia.

X. Pontevedra-Pombal, A. Martínez Cortizas & E. García-Rodeja

Dpto. de Edafoloxía e Química Agrícola. Facultade de Bioloxía. Univ. de Santiago de Compostela. Campus Sur s/n. 15706 Santiago de Compostela. Galicia.

Los histosoles son parte consustancial de las turberas, ecosistemas de elevado valor ambiental, que han sido incluidas en la Red Ecológica Natura 2000. Su gestión precisa de una caracterización profunda de los elementos que constituyen dichos hábitats. Para las turberas, en su clasificación subyace un criterio geoquímico respecto a su suelo. Así, se establecen don grandes grupos con implicaciones ecológicas. Los histosoles minertróficos (H_{mi}), donde la principal fuente de nutrientes es la meteorización del sustrato y las aguas de circulación edáfica, y los histosoles ombrotróficos (H_{om}), cuyo aporte nutricional depende en exclusiva del agua de lluvia. En Galicia, por su fuerte carácter oceánico, se ha desarrollado el núcleo de ecosistemas de turbera más importante de la Península Ibérica, con un inventario provisional de 10.000 ha, un espesor máximo medio de 2 a 3 m, y una edad inicial de 11.000 a 9.000 años B.P.

Durante la formación de un histosol pueden producirse importantes variaciones cualitativas en su material de partida, en su génesis y en su hidrodinámica. Como resultado, la heterogeneidad de la turba y la variedad tipológica y dinámica de las turberas, no permite una fácil generalización de las características físicas y químicas, dificulta la definición de sus horizontes de diagnóstico y su clasificación. Con este objetivo hemos estudiado suelos orgánicos de montaña de Galicia. La toma de muestras se realizó con una sonda modelo bielorrusa. Los testigos se seccionaron cada 2 ó 5 cm de grosor. Se determinaron propiedades físicas (densidad del suelo, Ds; densidad de partícula, Dp; contenido de agua, CA; porosidad total, Po; contenido en cenizas inorgánicas, Cenz), la reacción del suelo (pH en agua, KCl y $CaCl_2$), la capacidad de intercambio catiónico efectiva, CICe (NH_4Cl 1M, KCl 1M), extracciones selectivas de Al en $(NH_4)_2C_2O_4$] 0,2M, ($Na_4P_2O_7$) 0,1M, ($Na_2B_4O_7$) pH 9,7 0,1N, ($CuCl_2$) 0,5M, ($LaCl_3$) 0,33 M, (KCl) 1M, contenido y composición de la materia orgánica (Carbono, C_t, Nitrógeno, N_t y Azufre total, S_t).

Todos los histosoles estudiados tienen niveles superficiales fíbricos. Por debajo hay material hémico, y algunas capas basales sápricas. Los H_{om} presentaron densidades medias (Ds: 0,099 Mg m^{-3}; Dp: 1,4 Mg m^{-3}) menores que los H_{mi} (Ds: 0,24 Mg m^{-3}; Dp: 1,76 Mg m^{-3}). El contenido medio de Cenz. (3%) de los H_{om} es mucho menor que el de los H_{mi} (39%). La Po es ligeramente inferior en los H_{mi} (media: 87%) respecto a los H_{om} (91%). El CA por unidad de peso es mucho más importante en los H_{om}, (media: 710%), que en los H_{mi} (436%). En términos generales, los H_{om} tienen mayor contenido de C_t (media: 52,4%) respecto a los H_{mi} (media: 31,9%). Hay una fuerte heterogeneidad en el contenido de S_t en los H_{mi}, con un intervalo de 0,02 a 10,6%. Mientras que los H_{om} presentan valores máximos de 0,49% de S y mínimos de 0,14%. Los histosoles estudiados muestran una reacción ácida o muy ácida (pH_{medio}< 5,0, rango: pH 2,5 – 4,9). Los H_{om} son más ácidos, con valores medios de 0,8 unidades menos que los H_{mi}. El pH en $CaCl_2$ clasificó los suelos orgánicos dentro de la familia dysic

La CICe varía entre 4-20 $cmol_{(+)}$ kg^{-1}. La secuencia de abundancia en los H_{om} es Mg^{+2}>Ca^{+2}>Al^{+3}>Na^{+}-K^{+}>Fe^{+2}-Mn^{+2} en la parte superficial del suelo, y Mg^{+2}>Al^{+3}>Ca^{+2}-Na^{+}>K^{+}-Fe^{+2}-Mn^{+2} en los niveles profundos. La secuencia de los H_{mi} es Al^{+3}>Ca^{+2}>Mg^{+2}>Na^{+}>K^{+}>Fe^{+2}-Mn^{+2}. La abundancia de Mg en los H_{om} se debe al efecto de los aerosoles marinos, y el predominio del Al en los H_{mi} se debe a la composición de las aguas que drenan los suelos de su entorno. Los valores medios de la CICe no reflejan grandes diferencias cuantitativas entre histosoles. Sin embargo, su magnitud en los H_{mi} es muy variable, y se asociada al catión Al^{+3}. Existe una separación muy clara entre tipos nutricionales de histosoles según su relación Ca/Mg. Los H_{mi} presentan relaciones Ca/Mg entre 2 y 15, y los H_{om} de 0,04 a 1. Los H_{mi} muestran una sAl media del 40% y una sMg del 10%, mientras que en los H_{om} la sAl es del 19% y la sMg del 53%.

La clasificación de estos suelos reviste especial complejidad. Según la taxonomía de suelos del Soil Survey Staff (1998), los Fibrists (boro, sphagno y medifibrists) son los más abundantes, pudiendo encontrarse Hemists (boro, sulfi y medihemists) y Saprists (boro, sulfi y medisaprists).

Debido a la gran relevancia adquirida por los ecosistemas de turbera en la política de conservación ambiental internacional, es necesario caracterizar en profundidad las propiedades geoquímicas de los suelos asociados a ellas. En general, los H_{om} muestran menor densidad, proporción en cenizas inorgánicas, N y S totales, mayor contenido en agua y C total, y reacción del suelo más ácida. La CICe es similar, pero en los H_{mi} está dominada por Al mientras que en los H_{om} domina el Mg.

Caracterización edafo-sedimentaria del glacis de finalización de Sierra Morena en la ciudad de Córdoba (España).

R. Nerger, M. A. Núñez Granados & J. M. Recio Espejo

Univ. de Dresde (Alemania) y Dpto. de Ecología (Medio Físico-Geomorfología).
Campus de Rabanales. Univ. de Córdoba. 14071. Córdoba. Tel.: 957 21 85 97. e-mail: bv1reesj@uco.es

Introducción

La finalización o piedemonte de la Sierra Morena en las proximidades de Córdoba constituye una clara unidad territorial y de paisaje.

Se realiza una caracterización fisico-química del mismo para intentar evaluar su exacta posición geomorfológica y la significación ambiental que éste pudiera aportar.

Material y métodos

El glacis acumulativo ha sido estudiado en las coordenadas 30S0341937-4196289, aprovechando la construcción de un gran aparcamiento subterráneo, a una altitud de 150 m.

Se han empleado métodos ampliamente utilizados para la caracterización fisico-química de perfiles: determinación del color, pH, textura, carbonatos, materia orgánica.

Para evaluar la intensidad de la alteración que afecta a las diferentes capas se ha determinado el contenido en hierro libre y amorfo, y cuantificado la fracción ligera, minerales opacos y transparentes en la fracción pesada de las arenas.

El análisis estadístico de la distribución de las particulas tamaño arenas ha permitido identificar las diferentes fases de acumulación o alteración que han afectado a todo este depósito.

Resultados

Se trata de un gran depósito de 7-8 m de potencia, desarrollado encima del nivel de terraza del río Guadalquivir de 140 m, y enlazando topograficamente con morfología tipo glacis, con el nivel de terraza de+ 20m., suavizando enormemente la pendiente de la zona. Muchas restos construcctivos de cronologias califal estan sepultados en su zona más distal por los ultimos 80-100 cm de este.

Posee dos cuerpos acumulativos, el basal con tonalidades amarillentas y presencia de carbonatos detríticos, y otro superior con cromas más rojizos y descarbonatado. La distribución de la población de arenas muestra una continua llegada de material grosero y de finos procedentes de Sierra Morena, primeramente arrancados de suelos y material tortoniense de borde y con posterioridad de las terras rossas o restos insolubles de las calizas cámbricas, y otros materiales paleozoicos. La identificación de los minerales opacos parece indicar que estos procederían de suelos cada vez más recientes y menos edafizados.

Frente a estos procesos acumulativos, los procesos de edafización o alteración in situ parecen haber sido muy débiles, tal como parece señalar la morfología del propio depósito asi como los contenidos de materia orgánica, fósforo o arcillas encontrados en las capas más inferiores de este.

Conclusiones

Este glacis parece haberse formado de una manera continuada a partir de cronologías Pleistoceno Superior-Holoceno, sin presentar fases de estabilidad prolongada generadora de suelos (paleosuleos). No obstante, las fases rexistáticas de carácter antrópico acontecidas en la Sierra Morena más próxima ("Sierra de Córdoba"), podrían ser, a falta de dataciones, las causas mayoritarias de la formación de éste.

Desarrollo del SISR – Sistema de Información de Suelos de La Rioja

J. M. Martínez Vidaurre, N. Gómez Pérez, N. Etxaleku López & F. Pavón Díaz-Pabón

Instituto de Calidad de La Rioja. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Programa de suelos. Ctra. de Mendavia – Logroño NA-134, P.K. 87,8 26071 Logroño (La Rioja) España

El SISR puede constituir el futuro Sistema de Información de Suelos de La Rioja. Actualmente permite la introducción, almacenamiento, consulta, análisis y gestión de datos edafológicos obtenidos del medio agrario riojano. Los objetivos finales son disponer de un inventario vigente de las prospecciones de suelos y establecer las herramientas necesarias para la elaboración de cartografía de suelos a diferentes escalas: detallada (1:5000), semidetallada (1:20000) y de reconocimiento (1:100000). Este complejo sistema está basado en un gestor de bases de datos (BD) Oracle.

Los datos se estructuran en forma de tablas de tablas a diferentes niveles. Durante los años 1999 a 2005 se adoptaron las directrices de SINEDARES para el SISR y a partir de 2006 se modificaron para adaptarlas a la Norma Técnica para la Elaboración de la Cartografía de Suelos a Escala 1:50000 de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (2005), la Base de Datos Europea de Suelos (2003) y la Guía para la Descripción de Suelos de la FAO (1990).

El Sistema de Información de Suelos está estructurado en tres módulos:

La Base de Datos de Puntos de Información de suelos (PINS) está formada por diferentes tipos de prospecciones: calicatas, sondeos, muestreos superficiales… cuyos datos se ordenan en identificación, características biofísicas, descripción de horizontes genéticos y boletín de resultados de laboratorio. Asimismo, cada una de las prospecciones cuenta con un Boletín de Resultados y Funciones de Edafotransferencia que posibilita los cálculos para la sección control y la estimación de las propiedades físicas e incluye todos los datos recibidos del laboratorio. El sistema ha sido preparado para realizar una propuesta de asignación de horizontes diagnóstico de clasificación Soil Taxonomy de forma automática. Se han actualizado todas las clasificaciones de prospecciones de acuerdo con Soil Taxonomy (2003) y se ha creado la estructura necesaria para obtener una correspondencia automática entre Soil Taxonomy y World Reference Base (1998). Además, se ha mejorado el sistema mediante la creación de una configuración de calidad que permite conocer en todo momento, el estado de cada uno de las observaciones: provisional, inicial, en laboratorio, con resultados, clasificado, validado y final.

La Base de Datos de Unidades Taxonómicas y Perfiles está constituída por: el módulo para la creación de Series o Subgrupos con relación a un proyecto de cartografía de escala definida, en el cual se realiza el estudio y comparación de las calicatas respecto a municipio, finca, unidad taxonómica (familia o subgrupo), posición fisiográfica, litología, profundidad efectiva y resultados de laboratorio de los horizontes superficiales y de la sección control; y la Base de Perfiles que permite definir el perfil más representativo de la serie de suelos y calcular el perfil estadístico junto con la visualización e impresión de un Informe que incluye sus principales características.

La Base de Datos de Unidades Cartográficas está formada por las áreas o polígonos que constituyen las Unidades Cartográficas de suelos de los diferentes proyectos de cartografía realizados a escalas predefinidas. Este módulo almacena datos acerca de escala, finca, tipo de unidad cartográfica, composición de unidades taxonómicas e inclusiones, área, clase de drenaje, litología, posición fisiográfica, clase de pendiente, uso dominante y cultivo. Asimismo guarda las coordenadas geográficas de cada uno de los polígonos en una tabla interna gestionada por Oracle Spatial.

Factores condicionantes de la diversidad edáfica en las islas Chafarinas

L. V. García [1], L. Clemente [1], E. Gutiérrez [1] & A. Jordán [2]

[1]*Dpto. de Geoecología, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (CSIC). P.O. Box 1052, E-41080 Sevilla, España.*
[2]*Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Facultad de Química (Univ. de Sevilla). C/Profesor García González, 1. CP:41012 – Sevilla, España.*

Se estudian los factores condicionantes de la diversidad edáfica en las tres islas que componen el archipiélago volcánico de las Chafarinas.

Las condiciones climáticas actualmente imperantes en las islas, junto al carácter esquelético y somero de gran parte de los suelos definen un régimen de humedad Arídico, en el límite con el Xérico ("weak aridic"). Ello condiciona la adscripción de gran parte de los suelos al gran grupo Torriorthents.

Los *Lithic Xeric Torriorthents*, son frecuentes en zonas elevadas y/o con pendiente pronunciada de las tres islas, en las que predominan los procesos erosivos. Los *Xeric Torriorthents*, presentes en la isla del Congreso y en la de Isabel II, representan un estadio algo más diferenciado que se alcanza tanto por progresión en la serie principal como por regresión en la misma, por degradación de inceptisoles en relación con la acción humana.

En condiciones de mayor estabilidad del sustrato y/o menor influencia antrópica, se encuentran horizontes de alteración de espesor suficiente para definir horizontes cámbicos. En estas situaciones los suelos modales son los *Lithic Xeric Haplocambids* (Isla del Rey) y los *Xeric* y *Sodic Xeric Haplocambids*, (isla del Congreso). Puntualmente, se han detectado *Sodic Xeric Haplocalcids* sobre materiales piroclásticos de la isla del Congreso.

La mayoría de los suelos de las islas presentan cantidades significativas de sales solubles en el perfil (especialmente cloruros y nitratos), definiendo fases de ligera a moderadamente salinas en la mayoría de los subgrupos, si bien estos acúmulos sólo llegan a tener carácter diagnóstico en la isla del Congreso (en la que aparecen *Typic* y *Gypsic Haplosalids*).

En conjunto, la Isla del Congreso presenta la mayor diversidad edáfica (7 subgrupos, pertenecientes a 4 grandes grupos y 2 órdenes diferentes de la Soil Taxonomy). Esta circunstancia se atribuye a su mayor extensión (40% del total), diversidad fisiográfica y de materiales, y a la menor presencia humana. En el otro extremo, la isla de Isabel II, habitada desde antiguo, presenta la menor diversidad (con sólo 2 subgrupos del mismo Gran Grupo), lo que se asocia a los procesos de erosión y degradación ligados a la acción humana.

Comparación de métodos predictivos en el estudio de la distribución potencial de especies forestales

M. Anaya-Romero, A. Jordán López, L. Martínez Zavala & N. Bellinfante Crocci

Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química (Univ. de Sevilla). C/Profesor García González, 1. CP: 41012 – Sevilla (España)

En este trabajo se ha realizado una comparación entre diversos modelos predictivos de la vegetación forestal en áreas naturales del Parque Natural Sierra de Aracena y en el Andévalo Occidental (Huelva, España). Los modelos comparados han sido la regresión logística, la red neuronal artificial y los árboles de decisión. En todos ellos, la predicción se ha hecho relacionando la presencia/ausencia de cada formación forestal con variables edáficas, climáticas y geomorfológicas que, a priori, pudieran condicionar la distribución de las especies.

En el área se han diferenciado cuatro formaciones forestales principales: quercíneas, coníferas, eucaliptos y otras frondosas.

Se realizó la clasificación de las formaciones forestales presentes en la zona en cuatro grupos resultaron ser "quercíneas", "coníferas", "eucaliptos" y "otras frondosas". Posteriormente se analizó la distribución actual de cada una de estas formaciones en el área de estudio.

En cuanto a las variables ambientales seleccionadas, estas se agruparon en varias categorías: litología (tipo de roca, acidez de la roca y consolidación de la roca), procesos geomorfológicos (procesos erosivos, movimientos en masa, sedimentación y morfogénesis), clases fisiográficas, topografía (elevación, pendiente, curvatura, y orientación de la ladera), variables edáficas (propiedades físicas y químicas del horizonte superficial del perfil del suelo: acidez del suelo, oligoelementos asimilables, macroelementos asimilables, fósforo asimilable, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, saturación del complejo de cambio, porcentaje de gravas, y porcentaje de arcilla en la fracción de tierra fina) y climatología (precipitación anual y media en verano, temperatura media anual, temperatura media del mes más caluroso y temperatura media del mes más frío). Para cada una de estas variables se realizó un mapa de distribución (presencia/ausencia) o de clases.

Previamente a la aplicación de los tres modelos de evaluación, se realizó el procesamiento de la información para poder integrarla de una forma homogénea en una base de datos georreferenciada.

Tras el análisis exploratorio de los datos, se realizó un muestreo uniforme sobre el que se aplicaron los tres modelos de predicción, relacionando los usos forestales con las variables ambientales.

Con el objetivo de estudiar el comportamiento de cada análisis de predicción utilizado frente a datos nuevos, se dividió el total de la información en datos de entrenamiento y datos de test. La división se realizó de forma aleatoria, de manera que el 75% de los valores pertenecen a datos de entrenamiento, y el 25% restante corresponde a los valores de test. Los resultados obtenidos con los tres modelos de predicción se presentaron en forma de matriz de confusión. En dicha matriz se comparan los valores reales con los valores predichos por los distintos métodos. Para comparar la idoneidad en cada uso forestal de los métodos empleados, se calculó un índice de error de estimación a través de la matriz, que consiste en la suma de los errores predichos para la presencia estimada dividida por la suma total de puntos analizados. Dicho error de estimación se calculó tanto para los valores de entrenamiento como para los valores de test, siendo más relevantes a la hora de evaluar el modelo los resultados obtenidos en los valores de test.

En general, se observó, que los modelos de regresión logística y árbol de decisión ofrecen resultados similares, y ambos poseen un índice de error menor que la red neuronal artificial en las cuatro formaciones forestales. Finalmente se realizó el promedio del índice de error de estimación en las cuatro formaciones forestales para cada modelo de evaluación utilizado. La regresión logística presentó mejores resultados en los datos de tipo test, por lo que se seleccionó para el desarrollo de un modelo de distribución potencial de los cuatro usos forestales presentes en la zona de estudio. Los resultados se extrapolaron a la totalidad de las celdas del territorio, de esta forma se obtuvo el hábitat potencial de las formaciones forestales estudiadas.

Influencia del material de origen en la génesis y propiedades de los suelos en el pinar canario

A. Rodríguez Rodríguez, C. D. Arbelo & J. Asterio Guerra

Dpto. de Edafología y Geología, Fac. Biología, Univ. de La Laguna, Avda. Astrofísico Francisco Sánchez s/n, 38204, La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España

---

La composición, naturaleza petrológica y edad de los materiales geológicos ejercen una considerable influencia en la génesis y características de los suelos que se desarrollan sobre ellos.

En las islas volcánicas existe una amplia diversidad de materiales geológicos de composición y quimismo muy variado (básicos, ácidos, basálticos, fonolíticos, traquíticos, etc.), así como de naturaleza física (coladas, piroclastos, etc) lo que da lugar, junto a un gradiente bioclimático altitudinal y de vertientes muy acentuado, a una elevada edafodiversidad.

Por otra parte, el pinar canario es la formación forestal más característica de las zonas altas de las Islas Canarias, constituyendo un bosque de indudable interés ecológico y paisajístico y al mismo tiempo fundamental en la conservación de los recursos hídricos y de suelos de las islas.

En este trabajo se analiza la génesis de suelos sobre diferentes materiales geológicos en la franja bioclimática del pinar canario de la isla de Tenerife, caracterizada por la comunidad vegetal del Pinar xérico (*Sideritido solutae-Pinetum canariensis*, subass. *pinetosum canariensis*), bioclima de tipo mesomediterráneo mesofítico seco-subhúmedo inferior, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 14 y 17ºC y con precipitaciones de 300-550 mm/año. El edafoclima es mayoritariamente *xérico*, aunque en algunos suelos más profundos llega a ser *ústico*.

En esta zona se ha hecho un reconocimiento de suelos, estudiando 32 perfiles desarrollados sobre:

Coladas de basaltos olivínico-augíticos (13 perfiles)

Piroclatos basálticos vítricos (7 perfiles)

Materiales sálicos que incluyen coladas fonolíticas, traquíticas y traquibasálticas (12 perfiles)

En los tres casos se han estudiado suelos sobre materiales de edad diferente: Plioceno-Pleistoceno Inferior (1-3 millones de años), Pleistoceno Superior (0.1-1 millones de años) y Holoceno (<0.1 millones de años).

El proceso genético dominante en toda la zona es la andosolización, aunque el carácter ándico se pierde con el tiempo como consecuencia de cambios climáticos y procesos de degradación ligados a incendios forestales recurrentes y actividades de deforestación y sobrepastoreo.

Sobre los materiales más recientes (holocenos) los suelos predominantes son Entisoles líticos sobre materiales consolidados (coladas basálticas o sálicas), mientras que sobre materiales piroclásticos se desarrollan ya Andosoles vítricos típicos, o líticos en las áreas de mayor pendiente.

Los suelos más evolucionados desarrollados a partir de los materiales geológicos del Pleistoceno Superior son los Andosoles típicos sobre coladas basálticas, los Andosoles dístricos sobre coladas sálicas y los Andosoles últicos sobre materiales piroclásticos, acompañados de Inceptisoles ándicos (sobre materiales basálticos), Inceptisoles dístricos (sobre materiales sálicos) y Andisoles vítricos (sobre piroclastos).

En los materiales más antiguos (plio-pleistocénicos) como hemos dicho, se pierde el carácter ándico y encontramos sólo Inceptisoles ándicos desarrollados a partir de coladas básicas, Inceptisoles dístricos (sobre coladas sálicas) e Inceptisoles vitrándicos (sobre piroclastos).

Vemos pues que sobre el tipo taxonómico de suelo que se desarrolla influye más la edad de los materiales de origen y los procesos antrópicos desarrollados en el tiempo, que su naturaleza petrológica o química, mientras que ésta si influye en las características fisicoquímicas de los suelos, siendo los suelos desarrollados sobre materiales sálicos más ácidos, desaturados, con mayor contenido en carbono orgánico, predominio de horizontes úmbricos, etc.

Suelos de la Sierra de Algodonales

I. A. Gómez Parrales & F. González Peñaloza

Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química. Univ. de Sevilla. C/ Prof. García González, 2. 41012 SEVILLA.

Se estudian las relaciones genéticas de una toposecuencia de suelos en la Sierra de Algodonales (Cádiz); desarrollada sobre rocas calizas y dolomíticas del Jurásico. En esa secuencia se distinguen leptosoles, calcisoles, kastanozems e inclusiones de luvisoles.

Se hace especial énfasis en la naturaleza de la fracción arcillosa y en las formas mineralógicas del hierro. La arcilla de los suelos se ha utilizado como un índice de la evolución, encontrándose esmectita, caolinita, vermiculita e ilita, con pequeñas cantidades de interestratificados ilita – vermiculita e ilita – emectita. De igual manera las fracciones de hierro total (Fet), hierro extraído con ditionito (Fed) e hierro extraído con oxalato (Feo) se han utilizado como índice para diferenciar la evolución de los horizontes de suelos, especialmente en suelos antiguos.

Área 7: Evaluación y planificación del uso del suelo

Las Tablas de Daimiel: transformaciones recientes en su ecosistema analizadas mediante teledetección

M. P. García Rodríguez & M. E.Pérez González

Dep. Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Facultad de Geografía e Historia. Univ. Complutense de Madrid. Ciudad Universitaria, 28040, Madrid. mpgarcia@ghis.ucm.es Proyecto CICYT AGL 2002-02294

La gran transformación producida en La Mancha en los últimos decenios ha provocado un cambios profundo en el ecosistema de Las Tablas de Daimiel. En este trabajo se analizan las transformaciones más destacadas en el entorno del Paque Nacional.

El estudio multitemporal de imágenes de satélite ofrece óptimos resultados en el análisis de la variabilidad espacio-temporal de humedales y suelos. La interpretación de imágenes de gran resolución espacial y espectral permite analizar el estado de las masas de agua y de los suelos y cartografiar con exactitud la extensión, intensidad y variabilidad de los procesos que les afectan. La utilización de imágenes de distintas fechas permite conocer también la evolución de los distintos parámetros del medio físico y la respuesta de los humedales a las medidas de restauración y conservación que se realizan en el Parque Nacional. También se puede estudiar la evolución de la vegetación higrófila que se sitúa en el interior o en los alrededores de las lagunas.

Para el presente estudio se han utilizado dos imágenes de los satélites Landsat: TM con fecha 25-03-1989 y ETM+ del 22-04-2002. Estas imágenes se han analizado visual y digitalmente y se han obtenido los Indices Normalizados de Vegetación y clasificaciones sobre uso y ocupación del suelo. Comparando ambas fechas en las distintas combinaciones de bandas y mediante los NDVI se observa la evolución de Las Tablas de Daimiel. La lámina de agua y la extensión de la vegetación higrohalófita es superior en la primera fecha. Por el contrario, es visible el incremento de las parcelas de regadío (especialmente entre los ríos Cigüela y Guadiana), en el año 2002, responsable en gran medida de la disminución del agua en Las Tablas y del descenso de nivel en el acuífero; este incremento se puede cuantificar mediante clasificaciones supervisadas.

Estudio preliminar de la evolución de la calidad ambiental de los suelos del sector suroccidental de la región de Murcia

M. J. Delgado Iniesta, P. Marín Sanleandro, A. Sánchez Navarro, J. M. Gil Vázquez & R. Ortiz Silla

Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología. Facultad de Química. Univ. de Murcia. Campus de Espinardo, 30100 Murcia, España. delini@um.es

La preocupación por la calidad del suelo no es nueva (Lowdermilk, 1953; Doran et al., 1996; Karlen et al. 1997; Singer y Ewing, 2000). En el pasado, este concepto fue equiparado con el de la productividad agrícola por la diferenciación que se hacía entre tierras y suelo. La calidad del suelo ha sido percibida de muchas formas desde que este concepto se popularizó en la década anterior (Karlen, et al. 1997). Este término ha sido relacionado con la capacidad del suelo para funcionar e incluye atributos como fertilidad, productividad potencial, sostenibilidad y calidad ambiental.

El objetivo del presente estudio responde a la necesidad de un mejor conocimiento de la evolución de la calidad del suelo del sector suroccidental de la Región de Murcia, Hoja de Mazarrón (976), debido a la notable antropización que ha sufrido esta zona en los últimos veinte años principalmente por actividades agrícolas y urbanísticas. Para ello comparamos el muestreo sistemático de capa arable, siguiendo una malla de 1.5X1.5 km, realizado en la zona de estudio en 1987 con otro muestreo actual en los mismos puntos.

Los suelos analizados en el primer muestreo han resultado ser en general de colores claros, texturas compensadas, muy calizos y pH básico, con escasa materia orgánica, salinidad moderadamente alta en un elevado porcentaje de las muestras analizadas, con valores medios de capacidad de cambio y de macro y micronutrientes.

En la actualidad se están analizando los indicadores físicos y químicos seleccionados que caractericen la calidad actual de los suelos del segundo muestreo aún sin concluir, para poder evaluar su evolución y comprobar su posible degradación en estos últimos veinte años.

Además, se pretende obtener una base de datos con información georeferenciada que puede ser ampliable tanto espacialmente, cubriendo las zonas restantes de la Región, como temáticamente constituyendo así una de las fuentes más importantes de información básica para futuros estudios y aplicaciones. Los resultados del trabajo presentarán grandes posibilidades de generalización debido a la gran variabilidad edáfica y la diversidad de actividades humanas realizadas en la zona de estudio.

Selección de los indicadores físicos, químicos y biológicos más adecuados para la evaluación de la calidad ambiental de los suelos en zonas semiáridas

P. Marín Sanleandro, M. J. Delgado Iniesta, A. Sánchez Navarro, J. M. Gil Vázquez & R. Ortiz Silla

Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología. Facultad de Química. Univ. de Murcia. Campus de Espinardo, 30100 Murcia, España. pumasan@um.es

---

La Región de Murcia es uno de los territorios europeos con más graves problemas de degradación del suelo como consecuencia del mal uso de la tierra y de la deficiente gestión medioambiental, acentuados por la aridez del clima. Se ha seleccionado para el presente estudio el sector suroccidental de la Región de Murcia ya que presenta una gran variabilidad edáfica y litológica, con suelos desarrollados a partir de materiales ígneos (Delgado,1998), metamórficos y sedimentarios (Alías et al., 1989). En esta zona se desarrolló en el pasado una importante actividad minera, que ha dejado suelos afectados por contaminación de metales pesados (Arrojo y Templado, 1927; Rolandi y Templado, 1928; Hoyos y Alías, 1962; Arana et al, 1999; Ortiz González, 1991), así como un paisaje particular.

La zona litoral de este sector ha conocido un importante crecimiento económico por la expansión de dos tipos de actividades: el turismo y la agricultura que, generalmente rivalizan porque ambas demandan bienes idénticos: suelos, agua, mano de obra, infraestructuras, etc. Además, en la actividad agrícola los cultivos tradicionales se han desplazado por la implantación de invernaderos que ocupan grandes extensiones de terreno.

El objetivo del presente trabajo es determinar los más importantes indicadores de calidad de los suelos de la zona piloto seleccionada con el fin de poder, además de caracterizar y cuantificar cuáles son los riesgos de degradación a que están sometidos y establecer los factores y procesos que dan lugar a dicha degradación, conseguir ofrecer una amplia información científica que pueda relacionarse con los intereses sociales y la toma de decisiones políticas.

En la selección de los indicadores de calidad de los suelos se ha procurado que éstos sean representativos de los suelos semiáridos, fiables y reproducibles, de fácil ejecución y que recojan los aspectos físicos, químicos y biológicos del suelo más importantes.

En base a estos criterios los indicadores ambientales seleccionados han sido:

Físicos: textura, densidad real y aparente, estabilidad de agregados, curvas de retención hídrica a distintos valores de pF, color y consistencias.

Químicos: carbono orgánico, pH, salinidad, nitrógeno, fósforo, elementos asimilables, capacidad de cambio y carbonato cálcico.

Biológicos: Especies vegetales presentes, actividad microbiológica total del suelo y actividades enzimáticas tales como ureasa, proteasa, fosfatasa y β-glucosidasa, fundamentales en los ciclos biogénicos del nitrógeno, fósforo y carbono.

Evaluación de la Capacidad de Uso Agrícola de los Suelos del Bajo Segura (Alicante)

A. Sánchez Navarro, P. Marín Sanleandro, R. Ortiz Silla, A. García Navarro & M. J. Delgado Iniesta

Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología. Univ. de Murcia. Campus de Espinardo 30070 Espinardo-Murcia. E-mail: pumasan @um.es

---

La Capacidad de Uso Agrícola de un suelo es la aptitud que tiene ese suelo para su utilización, atendiendo tanto a sus características como a los factores ambientales que sobre él están actuando.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la Capacidad de Uso Agrícola de los suelos agrícolas de la zona, localizada en el Bajo Segura (Alicante), en el margen izquierdo del río Segura, ocupando una extensión de 140 km^2. El método utilizado para evaluarla es el propuesto por Riquier, Bramao y Cornet (1970), adaptado por Aguilar y Ortiz (1992), que permite determinar un índice de productividad del terreno y estima cuales son las limitaciones principales de los suelos a la vez que indica los usos que se consideran idóneos para cada área (Ortiz*, et al., 1993*).

Del análisis de los resultados se desprende que un 20% de los suelos no son aptos actualmente (N1) para su uso agrícola y un 5% lo son de forma no permanente (N2). El 75% restante son aptos para el uso agrícola (S2 y S3), aunque no se ha encontrado ningún suelo perteneciente a la clase S1, es decir, todos presentan algún factor limitante, que dificultan en mayor o menor grado su aprovechamiento agrícola. Los factores limitantes van a ser el drenaje y la salinidad, influidos tanto por la granulometría como por las precipitaciones existentes en la zona. Se recomienda la realización de mejoras que tiendan a reducir la salinidad (empleo de aguas de riego de baja salinidad) y a mejorar la estructura del suelo. Debido a su granulometría sería conveniente dedicarlos a cultivos hortícolas que son los mejores adaptados a esta situación, aspecto este que se observa en toda la zona, ya que después de los cítricos, predominantes en el área estudiada, aparecen un mosaico de cultivos hortícolas donde destacan el brócoli, coliflor, alcachofa, apio, etc.

Estimativa do efeito de diferentes práticas de gestão do solo na produtividade económica de Soutos do NE de Portugal

O. Borges [1], A. Martins [2], F. Raimundo [2], I. Linhares [2], C. Guedes[3] & V. Sousa [4]

[1] Serviços Regionais de Agricultura de Trás-os-Montes, Ministério da Agricultura, Qta do Valongo, 5370 Mirandela, Portugal. olga.borges@dratm.min-agricultura.pt, Tel.:+351-278-260-957; fax: +351-278-260-900
[2] Dep. Edafologia, Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Apart. 1013, 5001-801 Vila Real
[3] Dep. de Zootecnia, UTAD, Apart. 1013, 5001-801 Vila Real
[4] Dep. de Fitotecnia e Engª Rural, UTAD, Apart. 1013, 5001-801 Vila Real

---

O castanheiro para produção de fruto conhecido por *souto*, é um sistema agro-florestal de elevada importância no norte de Portugal, onde ocupa cerca de 25000 ha, produzindo anualmente uma média de 28500 Mg de fruto e representando 84% da produção nacional. Constituindo uma das culturas mais promissoras da região, nas últimas décadas tem aumentado o interesse à volta da mesma, com a instalação de novas plantações e a intensificação de práticas culturais, como o aumento do número de mobilizações no solo, as podas, as fertilizações e a rega, com o objectivo fundamental de incremento da produtividade. Porém, não existe informação suficiente sobre o efeito dessas práticas na produtividade e sustentabilidade destes sistemas e, no intuito de esclarecer esses aspectos, têm sido desenvolvidos diferentes estudos nos últimos anos. No presente trabalho pretende estimar-se a produtividade económica dos soutos, quando submetidos a diferentes práticas de gestão do solo, incluindo a rega. Considerou-se para tal o balanço entre, rendimentos, a partir das produções obtidas e dos preços de mercado para o fruto e a pastagem e, custos, tomando-se os relativos ao investimento e à aplicação das práticas usadas. O estudo é suportado por um ensaio experimental instalado em 2001 em soutos adultos (36 anos) e são reportados os resultados obtidos nos anos agrícolas de 2002-03 e 2003-04. Os tratamentos do solo utilizados foram: Mobilização convencional com escarificador, três vezes ao ano, como referência (CT); Não mobilização com manutenção de cobertura herbácea de vegetação espontânea, controlada por pastoreio e um corte no final da primavera (NTV); Não mobilização com manutenção de cobertura herbácea semeada, constituída por uma mistura de leguminosas e gramíneas em regime de sequeiro, controlada como na modalidade anterior (NTP); Idem em regime de regadio (NTI). Os resultados obtidos no tocante à produtividade, permitiram as seguintes conclusões: (i) Os tratamentos não mostraram diferenças estatisticamente significativas na produção de fruto; (ii) No tocante à qualidade do mesmo, os tratamentos NTV e NTI mostraram o maior peso por fruto mas não se obtiveram diferenças nas dimensões dos frutos bem como na sua composição química estrutural; (iii) A produtividade económica, traduzida como o balanço entre rendimentos e custos, ordenou-se da seguinte forma: NTI>NTV>NTP>CT, respectivamente com os valores de 4248, 4176, 3404 e 3198 € ha^{-1} ano^{-1}, sendo a diferença entre os tratamentos NTI e NTV devida essencialmente ao valor da pastagem e menos ao acréscimo de fruto; (iv) A pequena diferença encontrada entre estes dois tratamentos não parece justificar os impactes ambientais da rega e aconselha o tratamento NTV como o mais favorável na gestão dos sistemas estudados; (v) Recomendam-se novos estudos sobre o efeito da rega para esclarecer a sua eficiência nos mesmos sistemas.

Crecimiento urbano e industrial en la ciudad de Murcia y alrededores entre 1956 y 1999: cambios en los usos del suelo

J. A. Acosta, A. Faz & S. Martínez-Martínez

Grupo de investigación Gestión Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas. Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria. Univ. Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52, 30230 Cartagena. Murcia. España. E-mail: ja.acosta@upct.es

El crecimiento de la población va, generalmente, asociado a un desarrollo urbanístico e industrial, causando una expansión del núcleo urbano y la aparición de nuevas áreas de asentamiento industrial, así como un incremento de las infraestructuras de transporte alrededor de las ciudades. Como consecuencia de este proceso, se producen cambios de uso del suelo, asociados en la mayoría de los casos a una regresión en la superficie dedicada a suelos agrícolas o naturales y, como consecuencia, una considerable degradación del suelo y pérdida, en muchos casos, del mismo. La evaluación y el estudio de la dinámica de crecimiento de los asentamientos tanto urbano como del desarrollo de áreas industriales, ayudan a predecir y entender la degradación de los suelos, y la pérdida de superficies agrícolas fértiles o zonas naturales. En este trabajo se presentan los resultados preliminares sobre el crecimiento urbano e industrial y la pérdida de suelo fértil o/y natural en la Ciudad de Murcia y alrededores, mediante la comparación de los usos del suelo en los años 1956 y 1999.

Los cambios de uso del suelo fueron analizados mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica en el que se integraron las fuentes de datos disponibles (fotos aéreas y creación de coberturas poligonales), para obtener como resultado mapas de usos y tablas de atributos. Se disponen de dos fotos aéreas geo-referenciadas de la Ciudad de Murcia y alrededores, pertenecientes a los años 1956 y 1999, sobre las cuales, una vez visualizadas a través del SIG, se crearon mapas de usos mediante coberturas poligonales para cada uno de los años mencionados. En el desarrollo de estas coberturas, se diferenciaron los siguientes usos: agrícola, industrial, urbano, natural y cuerpos de agua. Finalmente, para identificar cambios espaciales y temporales, se compararon los mapas de usos creados y las tablas de atributos asociadas a cada uso.

La superficie que se ha tomado de referencia asciende a 13 000 ha, en el año 1956; dicha superficie se repartía entre los usos de suelo de la siguiente forma: agrícola 67,8%, zonas naturales 24%, urbanas 7,5% y agua 0,7%. En este año las zonas industriales se integraban dentro de las zonas urbanas, no existiendo áreas definidas para este uso. Por su parte, en el año 1999, estos porcentajes se transforman en los siguientes: 53,5; 14,2; 28,2; 0,8 y 3,2% respectivamente. Como se puede apreciar, existe una regresión de las zonas agrícolas y naturales, y un incremento en la zona urbana, industrial y agua. Si se tiene en cuenta la superficie que ocupa cada uso, la zona agrícola ha disminuido el 21% y la zona natural el 41%, mientras que la zona urbana ha aumentado su superficie en el 274% y las áreas de agua el 15%, este último debido a la creación de embalses para el riego. Es destacable el espectacular incremento de la zona urbana, pasando de una superficie de 980,5 ha en 1956 a 3 671 ha en 1999; esta gran expansión reduce tanto la superficie agrícola cercana a la Ciudad como aquella donde se asientan nuevas urbanizaciones. A su vez, las zonas agrícolas se extienden hasta transformar zonas naturales en superficies cultivables. Además de la expansión agrícola sobre las áreas naturales, se crea una presión urbanística e industrial que reduce aún más su superficie, pasando de 3 113,4 ha en 1956 a 1 844,1 ha en 1999.

En conclusión, el desarrollo urbano e industrial de la Ciudad de Murcia entre los años 1956 y 1999 ha producido una pérdida de suelo fértil y una disminución considerable de zonas naturales; éstas últimas también han sufrido una transformación a zonas agrícolas en algunas localizaciones de la zona de referencia. Los SIG nos permiten evaluar y predecir tanto los cambios espaciales como temporales en los diferentes usos considerados, y deberían ser desarrollados para profundizar en el estudio sobre los efectos que causan el crecimiento urbano y el desarrollo industrial en la degradación del suelo.

Erosão potencial no Parque Natural de Montesinho, NE Portugal: uma discussão sobre processos actuantes e factores condicionantes

T. de Figueiredo [1], F. Fonseca [1], A. Guerra [1], C. Nogueira [1]*, J. Paulo Castro [2] & J. Castro [2]

[1] *Dpto. de Geociências*
[2] *Dpto. Florestal*
*Escola Superior Agrária de Bragança, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal, Tel.: + 351 273 303 245, Fax: + 351 273 325 405, email: tomasfig@ipb.pt (*mestranda)*

O extremo Nordeste de Portugal é uma área de elevados valores ambientais e paisagísticos, juntando aos de carácter natural exemplos de utilização judiciosa do território. Nesta área, na década de 1970 foi definida uma faixa de cerca de 75 000ha ao longo da fronteira nacional, designada de Parque Natural de Montesinho (PNM). É um território activo do ponto de vista socio-económico, sendo a agricultura a principal actividade dos seus habitantes. Como área protegida, é objecto de atenção especial quanto aos impactos ambientais decorrentes da utilização do território e suas mudanças. Devido ao relevo movimentado desta área, uma das formas de degradação da terra mais expressivas é a erosão hídrica. Neste contexto, uma carta de risco de erosão potencial dos solos pode constituir-se como importante instrumento de planeamento e gestão do território.

Este trabalho tem por objectivos analisar e discutir a distribuição espacial da erosão potencial no PNM.

A carta de solos do NE de Portugal inclui uma carta de risco de erosão desta região, desenhada com metodologia inspirada na Equação Universal de Perda de Solo. Esta carta tomou-se como referência relativamente ao potencial de erosão inter-sulcos. O risco potencial de erosão linear foi estimado a partir das características da rede de drenagem natural (designadamente da textura de drenagem), porque elas representam os percursos do escoamento concentrado e são elas próprias expressão de processos de erosão linear. Os elementos de análise utilizados neste trabalho foram pois as duas cartas de erosão potencial indicadas, as que lhes deram origem (clima, topografia, litologia e solos) e a carta de uso actual da terra. Todas estas cartas são parte ou derivam de um SIG reunindo esta e outra informação georeferenciada relativa ao PNM.

Em síntese, os resultados do trabalho mostram que a susceptibilidade potencial à perda de solo não é, como tendência neste território, coincidente no que respeita aos processos erosivos laminar e linear, sugerindo que os factores que afectam os dois processos sejam em parte distintos. Avançam-se aqui algumas hipóteses, com base em evidências e interpretações geomorfológicas, para explicar estes resultados.

Cuarenta años de transformación de un paisaje agrario mediterráneo. Dinámica espacio-temporal de los cambios de uso del suelo en la comarca Camp de Turia, Valencia

A. Valera, C. Añó & J. Sánchez

Dpto. de Planificación Territorial. Centro de Investigaciones sobre Desertificación – CIDE (Consejo Superior de Investigaciones Científicas – Universitat de València – Generalitat Valenciana). Camí de la Marjal, s/n. 46470 Albal, Valencia. E-mail: A..valera@uv.es

---

A partir de la segunda mitad del siglo XX la Comunidad Valenciana ha experimentado un elevado crecimiento demográfico y económico que ha provocado importantes modificaciones en las estructuras productivas, así como el incremento extraordinario de la urbanización. Estos cambios se han concentrado especialmente en las áreas urbanas litorales, constituyéndose los principales centros metropolitanos en auténticos polos de crecimiento. Tan importantes transformaciones han tenido una clara plasmación en la dinámica experimentada por los usos del suelo, contribuyendo los factores económicos a acelerar los cambios y agudizar la competencia entre las diferentes utilizaciones del territorio. La comarca de Camp de Turia, localizada cerca del Área Metropolitana de Valencia, representa un área de transición entre el elevado dinamismo del eje costero y las características propias de las regiones interiores. Este trabajo analiza los cambios de uso del suelo acaedidos en esta comarca entre 1956 y 1998.

Para el estudio, se ha seguido un procedimiento metodológico basado en la utilización de imágenes de percepción remota y la incorporación, gestión y análisis de la información en un entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG). La información de partida la han constituido fotogramas aéreos de 1956 y una ortofoto digital de 1998. La base cartográfica de referencia, a su vez, ha sido la cartografía 1:10.000 del Instituto Cartográfico Valenciano. Los fotogramas aéreos fueron escaneados para ser posteriormente transformados en un mosaico de ortoimágenes obtenidas a partir de la identificación de puntos de control sobre la cartografía de referencia y un modelo digital de elevaciones. Sobre las ortoimágenes, y a una escala aproximada de 1:10.000, se procedió a la fotointerpretación y digitalización vectorial de los usos del suelo según una leyenda jerárquica y multiescalar basada en la propuesta del proyecto CORINE *Land Cover*. Mediante identificadores numéricos, las clases de leyenda fueron asignadas en una base de datos a los elementos poligonales digitalizados, obteniéndose dos capas cartográficas con información de los usos del suelo en 1956 y 1998. Posteriormente, y en el módulo de análisis del SIG, estas capas se cruzaron entre sí y se realizó su evaluación en una doble dimensión: sincrónica y diacrónica.

Los resultados obtenidos muestran los grandes cambios de uso del suelo que ha experimentado la comarca entre las dos fechas consideradas. Las zonas urbanas, que en 1956 ocupaban 717 ha (0,95% de la superficie comarcal), aumentan hasta las 5.703 ha (7,52%) en 1998. Esta expansión está ligada al fenómeno de la segunda residencia y a la implantación de polígonos industriales, y se localiza principalmente en el sector de la comarca más cercano a la ciudad de Valencia y su área metropolitana. En las superficies agrícolas se aprecia un retroceso de los cultivos de secano (34.347 ha en 1956 frente a 12.280 ha en 1998). En relación con los cultivos de regadío, éstos han aumentado en 10.158 ha entre 1956 y 1998. En áreas topográficamente abruptas los cultivos de secano han experimentado un progresivo abandono, recuperándose, por el contrario, la vegetación natural. Los resultados obtenidos reflejan la expansión tanto de la vegetación arbustiva y/o herbácea, que representaba el 20,79% del total comarcal en 1956 frente al 25,53% en 1998, como de la vegetación arbórea (10,21% en 1956 y 13,48% en 1998).

En líneas generales, por tanto, los principales cambios identificados en la comarca han sido los siguientes: aumento de la superficie sellada artificialmente por la construcción de infraestructuras y edificaciones; retroceso de las prácticas agrícolas extensivas, especialmente la agricultura marginal; incremento del área regada, económicamente más rentable; y, por último, expansión de la vegetación natural, sobre todo la arbustiva y/o herbácea.

Pérdida de suelo y crecimiento urbano (1956-1998) en el Área Metropolitana de Valencia

A. Valera, C. Añó & J. Sánchez

Dpto. de Planificación Territorial. Centro de Investigaciones sobre Desertificación – CIDE (Consejo Superior de Investigaciones Científicas – Universitat de València – Generalitat Valenciana). Camí de la Marjal, s/n. 46470 Albal, Valencia. E-mail: A..valera@uv.es

---

Las áreas costeras mediterráneas han experimentado un fuerte incremento de la superficie urbanizada que ha sido especialmente intenso durante las últimas décadas. Este espectacular crecimiento tiene su origen en las modificaciones demográficas y económicas relacionadas con la segunda revolución industrial y que encuentran su punto álgido a partir de 1950. Entre las consecuencias de las altas tasas de urbanización, destacan diversos procesos de degradación del edafosistema. Uno de los más relevantes, aunque menos estudiado, es el sellado artificial de los suelos por la construcción de infraestructuras y edificaciones. En la Comunidad Valenciana, el cambio en los usos del suelo provocado por la urbanización acelerada ha sido especialmente intenso en los principales centros metropolitanos del litoral. En este trabajo se analiza la dinámica espacio temporal de los usos urbanos durante la segunda mitad del siglo XX en los municipios de Albal, Alboraia, Alfafar, Alfara del Patriarca, Almàssera, Benetússer, Beniparrell, Bonrepós i Mirambell, Burjassot, Catarroja, Lugar Nuevo de la Corona, Massanassa, Meliana, Mislata, Paiporta, Sedaví, Silla, Tavernes Blanques, Valencia, Vinalesa y Xirivella, pertenecientes al Área Metropolitana de Valencia.

El proceso metodológico seguido en este trabajo, desarrollado en un entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se inició con la recogida de información procedente de fuentes cartográficas, fotogramétricas, estadísticas y de visitas *in situ*. Fueron seleccionados como principal fuente de análisis los vuelos fotogramétricos de 1956 y 1977 y una ortofoto digital de 1998. Los fotogramas aéreos se rasterizaron utilizando un escáner de alta resolución y gran formato. Mediante la digitalización en pantalla, y empleando como base las imágenes georreferenciadas, se procedió al cartografiado de la distribución superficial de los usos urbanos en cada fecha considerada utilizando técnicas convencionales de fotointerpretación. A los polígonos obtenidos les fueron vinculadas, mediante identificadores numéricos, las bases de datos asociadas con información sobre las correspondientes clases de uso. Se distinguieron dos categorías en la leyenda cartográfica (Urbano de Baja Densidad y Urbano de Alta Densidad) según el mayor o menor porcentaje de vegetación o suelo desnudo en la matriz construida. En el módulo de análisis vectorial del SIG, se cruzó la información correspondiente a las distintas fechas entre sí, con el fin de evaluar la dinámica de los usos urbanos del suelo de forma sincrónica y diacrónica.

Los resultados preliminares indican la importancia del proceso de pérdida de suelo por crecimiento urbano en los municipios del área metropolitana de Valencia durante todo el periodo analizado. De esta forma, los datos obtenidos muestran que de las 23.787 ha que conforman el área de estudio, 7.474 (31,42% del total) están destinadas a usos urbanos en 1998 frente a las 5.659 ha (23,78%) registradas para 1977 y 3.080 (12,95%) en 1956. En las tres fechas predomina el uso urbano de alta densidad con 6.565 ha (27,60%) en 1998, 5.909 ha (21.44%) en 1977 y 2.684 ha (11,28%) en 1956. Entre los 21 municipios seleccionados, destaca especialmente el de Valencia, pues supone más de la mitad de la superficie total del área de estudio y pasa de 2.100 ha (15,29%) de usos urbanos en 1956 a 3.726 (27,72%) en 1977 y 4.517 (33,60%) en 1998. Es más, si se excluyesen del análisis las 8.804 ha del área metropolitana que se encuentran dentro del Parque Natural de la Albufera y, por tanto, protegidas, las cifras relativas aumentarían de forma significativa. También existen importantes diferencias intermunicipales en la dinámica de cambios, sobre todo en los valores porcentuales alcanzados en la fecha más reciente del análisis. Así, por ejemplo, en 1998 el uso urbano en Silla suponía el 18,92% de la superficie municipal, mientras en Benetússer representaba el 97,68%. En definitiva, el aumento de la superficie sellada artificialmente por procesos de urbanización supone, de hecho, la degradación prácticamente irreversible del recurso edáfico. Degradación que afecta, precisamente, a suelos que presentan muy elevada capacidad de uso.

Metodología de uso de imágenes satélite en la planificación de regadíos

J. M. Gisbert[1], S. Ibáñez[1], H. Moreno[1] & A. Marqués[2]

[1] *Univ. Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. cmno. de Vera, s/n. 46.022 Valencia*

[2] *Univ. Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. cmno. de Vera, s/n. 46.022 Valencia*

Es indudable que los cambios experimentados en la agricultura a raíz de la introducción de las nuevas tecnologías han producido un conflicto generalizado entre la explotación de los recursos y su conservación, siendo el caso del agua en las zonas mediterráneas un claro ejemplo de ello. La transformación de grandes extensiones de secano en regadío está provocando el aumento de la demanda de agua en zonas de escasez, planteándose como objetivo el presente trabajo la determinación de las necesidades hídricas de una zona a partir de la evaluación rápida de la superficie regada y del tipo de cultivo mediante el uso de imágenes de satélite.

Se ha elegido como zona piloto el municipio de Sax (63,5 Km^2 de extensión), de la provincia de Alicante, donde predomina el cultivo de secano, principalmente viñedo, en explotaciones de pequeño tamaño. El material de trabajo de partida incluye imágenes procedentes del sensor ASTER con 15 m de resolución espacial, ortofotos en color con tamaño de píxel de 0,5 m, mapas topográficos E: 1/10.000 y 1/ 50.000 y mapas geológicos y de cultivos y aprovechamientos E: 1/50.000. Para el tratamiento de las imágenes y su posterior análisis se utilizaron los programas ENVI-IDL y ArcView, habiéndose realizado igualmente trabajos de campo en 3 ocasiones: definición de objetivos, fase de entrenamiento y obtención de resultados.

Las imágenes satélite proporcionan 15 bandas de información que van desde la zona visible del espectro hasta el infrarrojo térmico. Utilizando el ENVI-IDL se obtiene una zona de trabajo de 64 Km^2 en la que se inicia la Fase de Entrenamiento en 2 etapas: clasificación no supervisada y clasificación supervisada. A continuación se realiza la Fase de Asignación en la que se aplicaron los criterios de Máxima Probabilidad (MP), Mínima Distancia (MD), Distancia Mahalanobis (DM) y Árbol de Decisión (AD) a fin de determinar el de mejor respuesta. En el caso del criterio del Árbol de Decisión se utilizaron el índice NDVI y el Análisis de Componentes Principales (ACP) para la asignación de pixeles a la clase correspondiente. La fiabilidad de las clasificaciones se comprobó tanto mediante el uso de Matrices de Confusión como a través de la verificación de los datos de campo.

El resultado de la clasificación es un nuevo mapa de usos y aprovechamientos del suelo con categorías formadas por diferentes clases espectrales. La leyenda consta de las siguientes categorías: Urbano, Viñedo de secano, Viñedo de regadío, Olivo de secano, Olivo de regadío, Almendros, Baldío, Monte bajo y Pinar. Obtenida mediante esta clasificación la superficie ocupada por los cultivos en regadío se determina a continuación la demanda total de agua de la zona a partir del cálculo de las necesidades de riego según las directrices de la FAO, cuya metodología incorpora aspectos climáticos y de manejo así como del estudio del suelo y la calidad del agua.

La clasificación de cultivos obtenida a partir de la aplicación de los diferentes criterios de asignación nos ofrece una fiabilidad muy buena: MP 94.95%, MD 80% y DM 85.46% en función de la matriz de confusión, y MP 60%, MD 69%, DM 75% y AD 58%. de resultados de acierto comparando muestras control y clasificación. Cabe desestimar por tanto la clasificación según el criterio del Árbol de Decisión.

El sensor ASTER es una potente herramienta de aplicación en estudios de planificación de regadíos. Las posibilidades del sensor, de amplia resolución espectral, y una mejora en el tratamiento de las imágenes de satélite permitirían depurar más las clasificaciones. En cuanto a los resultados obtenidos cabe destacar que la separabilidad de las clases espectrales es muy buena, por lo que es posible identificar los ciclos de riego de los cultivos a partir del análisis de imágenes de satélite de diferentes fechas. Igualmente se ha establecido una metodología de cálculo del consumo de agua de riego en la zona para su posterior aplicación a un SIG.

Índice de resúmenes

Sesiones orales

EXPOSICIONES ORALES 43

Área 1: Física del suelo y gestión del agua 43

Relações hídricas e resposta das plantas à rega e a outras práticas de gestão do solo em Soutos do Norte de Portugal; A. Martins, F. Raimundo. O. Borges. I. Linhares. V. Sousa. J. P. Coutinho, J. Gomes-Laranjo & M. Madeira 44

Alternative use of FDR sensors for monitoring gravimetric soil moisture content in a vertisol.; K. Vanderlinden, J.A. Jiménez, J.L. Muriel, F. Perea, I. García & G. Martínez 45

Aplicación de un sensor de inducción electromagnética para determinar la humedad gravimétrica del suelo; G- Martínez & K. Vanderlinden 46

Sugar beet field irrigation in Portugal; C. A. Pacheco ; A. C. Dias ; F. M. Neto ; P. S. S.Dias & J. C. Martins 47

Indicadores de la conductividad hidráulica saturada de suelos en repoblación forestal.; J. E. López-Periago, J. A. Rodríguez Suárez, M. Mirou Barciela, J. C. Nóvoa, M. Arias & B. Soto. 48

Variación espacial de la compactación de un suelo bajo distintos sistemas de manejo; I. García, J. A. Jiménez, J. L. Muriel,; G. Martínez, K. Vanderlinden & F. Perea 49

Controlo da salinidade do solo com recurso à sementeira directa; J. P. Mendes & M. Carvalho 50

Área 2: Contaminación y recuperación de suelos 51

Capacidade de absorção do chumbo por plantas do género Cistus desenvolvidas em ambientes mineiros; M.M. Abreu. E.S. Santos, C. Anjos, M.C. Magalhães & C. Nabais 52

Contaminación en metales pesados y arsénico en los suelos de la Ría de Huelva; A. Iriarte. P. Bouza. M. Simón. J. Aguilar,. M. Díez. F. Martín & M. Sierra 53

Caracterização dos lixiviados dum solo sujeito à aplicação de chorumes de porcos; A.S. Araújo. M.R. Menino. M.A. Castelo Branco. F.P. Pires. A. Guerreiro. O.R. Monteiro. A. Varela, H. Domingues. O. Moreira. S.A. Sousa & F. Calouro 54

Efecto de la aplicación de los subproductos industriales fosfoyeso y espuma de azucarería en la sorción de As, Cd, y Tl en un suelo ácido: Experimentos cinéticos y en equilibrio.; J. Aguilar-Carrillo. F. Garrido. L. Barrios & M.T. García-González 55

Potencial tecnológico de aplicación de los tratamientos de suelos contamincados. Cómo es la situación europea y su posible reflejo en el Estado Español.; I. Susaeta, A. Rodriguez & O. Salas 56

Dinámica del F en Palexerults enmendados con Fosfoyeso y/o espuma de azucarería; F. Peregrina Alonso, I. Mariscal Sancho & R. Espejo Serrano 57

Elementos traza en plantas espontáneas y reforestadas del corredor verde del Guadiamar ocho años después del accidente minero de Aznalcóllar; M.T. Domínguez,, T. Marañón, & J.M. Murillo 58

Variabilidad intraanual del potencial contaminante por fósforo en parcelas de olivar ecológico; A. Rodríguez Lizana. R. Ordóñez Fernández & P. González Fernández 59

Metales potencialmente tóxicos en suelos urbanos de Sevilla: relaciones entre los contenidos en suelos y en herbáceas, y distribución espacial; F. Madrid, E. Díaz Barrientos & L. Madrid 60

Efectos del drenaje ácido de minas sobre la composición química y mineralógica de suelos agrícolas. Una aproximación experimental; C. Barba Brioso, E. Sánchez Blanco & J. C. Fernández Caliani 61

Pb de contaminación y podzolización en el NW de la Península Ibérica; C. Ferro Vázquez, . J.C. Nóvoa Muñoz . M. Costa Casais. C. Ferrín Prieto . J. Klaminder . R. Bindler & A.Martínez Cortizas 62

Determinação do teor de paládio em solos recolhidos na cidade de lisboa; H. F. Silva,2, N. F. Silva, S. Oliveira, M. Caetano, I. Lopes & M. J. Matos 63

La restauración de la Marisma Gallega (Parque Natural de Doñana): efectos en las características superficiales del suelo; L.V. García. E. Gutiérrez. J.L. Espinar, J.S. Cara. J. Camacho. A. Jordán. L. Clemente 64

Estudio de la deposición de metales pesados en el entorno de la Central de As Pontes (Galicia); I. Berasategi Vinagre, A. Martínez Cortizas, B. Silva Hermo 65

Evolución de la contaminación con elementos traza en los suelos afectados por el vertido de Aznalcollar; F. Cabrera, I. F. Girón & F. Moreno 66

Aplicación de enmiendas para la recuperación de la vegetación espontánea de un suelo contaminado con elementos traza; P. Burgos, A. Pérez-de-Mora, E. Madejón & F. Cabrera 67

Niveles de radionucleidos en los suelos del norte de la provincia de Huelva e implicaciones dosimétricas.; I. López Coto, J. P. Bolívar Raya & J. C. Fernández Caliani 68

Geoquímica y especiación química y mineralógica de suelos agrícolas afectados por escombreras de minas (Faja Pirítica Ibérica); I. González, M. López Pérez. & J. García López 69

Área 3: Fertilidad del suelo y nutrición de las plantas 71

Abandono dos campos de cultivo no Interior centro de Portugal: evolução do coberto vegetal e sintomas de recuperação da fertilidade edáfica; A. Nunes 72

Deposición de hojarasca y reciclamiento de nutrientes en un ecosistema mediterráneo; C. Robles & J. M. Barea 73

Produção de azoto mineral durante a compostagem de resíduos sólidos de chorume da pecuária leiteira intensiva; L. M. Brito, I. Mourão, H. Trindade & J. Coutinho 74

Produção e composição química e florística de diferentes misturas de pastagens, num solo franco-arenoso, na região do queijo do Rabaçal; M.A. Castelo Branco. J. Santos. O. Moreira. A.S. Araújo. M.R. Menino. F.P. Pires. A. Guerreiro. M.L. Fernandes. O.R. Monteiro & A. Varela 75

Efeito da aplicação de chorumes de suinos no teor de nitratos nas águas lixiviadas e na produção de sorgo forrageiro; M.R. Menino. A.S. Araújo. M.A. Castelo Branco. F.P. Pires. A. Guerreiro. O.R. Monteiro. A. Varela. H. Domingues. O. Moreira. S.A. Sousa & F. Calouro 76

SUPERIS – Suspensão de Microorganismos Benéficos. Uma nova forma de fertilização.; J. Castro Pinto 77

Influencia del manejo de suelo en la pérdida de fertilidad en olivares ecológicos; A. Rodríguez Lizana. R. Ordóñez Fernández. P. González Fernández 78

Avaliação da libertação de azoto a partir de correctivos orgânicos com membranas de troca aniónica e um medidor de clorofila SPAD.; M. A. Rodrigues, A. Pereira & M. Arrobas 79

Avaliação da mobilidade do azoto em solos regáveis do Alentejo submetidos a diferentes salinidades; A. Prazeres. M. C. Gonçalves. S. Fonte. J. C. Martins. F. Pires. F. L. Santos & N. Castanheira 80

Interacção salinidade/adubação azotada na produção de milho grão; M.C. Gonçalves, M. L. Fernandes, T. Ramos, N. Castanheira, A. Prazeres, F. L. Santos, J. C. Martins, F. P. Pires & J. Reis 81

Salinidade do solo e produtividade de espécies forrageiras vivazes regadas com águas salinas; J. C. Martins, M. M. Oliveira, M. J. Neves, M. A. Carmona, F. P. Pires, J. Bica, M. A. Bica & T. B. Ramos 82

Área 4: Biología y ecología del suelo 83

Relación entre la composición y densidad de la cubierta vegetal leñosa y las características superficiales del suelo en bosques mixtos de Quercus del sur de la Península Ibérica; L.V. García. A. Polo. E. Gutiérrez. A. Jordán. S. Maltez-Mouro . I. M. Pérez-Ramos. T.Marañón, L. Martínez-Zavala 84

Cambios a largo plazo (13 años) en las condiciones del suelo y en la vegetación de un saladar costero del Mar Menor (SE España) afectado por actividades antrópicas; J. Álvarez-Rogel*, Francisco J. Jiménez-Cárceles, & M. J. Roca Hernández 85

Efeito da estabilidade de um compostado na emissão de C-CO2 e mineralização de N; J.R. Sousa. L. Ferreira. I. Mourão. L. M. Brito & V.Peixoto 86

Efecto de la cubierta vegetal sobre la actividad biológica del suelo; E. Farrús, M. Adrover, A. Forss & J. Vadell 87

Efecto del riego con agua residual tratada sobre la actividad biológica de tres suelos; M. Adrover, G. Moyà & J. Vadell 88

Efeito da temperatura na decomposição de material orgânico aplicado ao solo; J. Coutinho, P. Fidalgo, R. Lagoa, R. Alves & F. Cabral 89

Efecto en los suelos de incendios de baja intensidad en ambiente mediterráneo; F. del Moral., S. de Haro, J.A. Sánchez, M. Simón, & I. García, 90

Área 5: Química y Mineralogía del suelo 91

Reserva de carbono en suelos forestales mediterráneos; A. Jordán López, L. Martínez Zavala & N. Bellinfante Crocci 92

Modelling pH effect on competitive adsorption of Pb and Cd on soils; S. Serrano, P. A. O'Day, D. Vlassopoulus, T. García-González, & F. Garrido 93

Cambios ambientales en los últimos 5500 años detectados mediante el estudio del registro geoquímica de la turbera de Pena da Cadela (Serra do Xistral, NW Península Ibérica); E. Peiteado Varela, T. Mighall, X. Pontevedra Pombal, J. C. Nóvoa Muñoz, R. Piñeiro Rebolo & A. Martínez Cortizas 94

Caracterización de la composición elemental y mineralógica de un suelo orgánico policíclico de Serra do Espinhaço Meridional (Diamantina, Minas Gerais, Brasil).; J. Rodríguez Racedo, T. Taboada Rodríguez. A. Christofaro Silva & A. Martínez Cortizas 95

Ultrasons focalizados na extracção de metais em amostras ambientais; M. J. Matos, Hugo F. Silva,, Nelson F. Silva, Sandrina Oliveira, Erika S. Barros, C. C. Figueira & Vasco Matos 96

Área 6: Génesis, clasificación y geografía de suelos 97

Degeneración de horizontes argílicos por ascenso capilar de carbonatos en un Suelo Rojo Mediterráneo sobre una terraza fluvial del río Guadalquivir (Córdoba, España).; J. M. Recio Espejo & M. A. Núñez Granados 98

Presencia de carbonatos en suelos desarrollados sobre material granítico del batolito de 99

Los Pedroches (Córdoba); R. Nerger ; M. A. Núñez Granados & J. M. Recio Espejo

Génese, evolução e distribuição paisagística de solos sodizados no Alentejo; F. Monteiro, M. Fonseca, A. Herbillon & M. Madeira 100

Área 7: Evaluación y planificación del uso del suelo 101

Modelo estadístico para facilitar el uso de cartografía de suelos con fines prácticos; L. Fernández Seoane 102

Desarrollo de un modelo de red neuronal para la selección de especies arbustivas en el ámbito mediterráneo; N .Heredia. F. Mayol. M. Anaya-Romero. E. Díaz-Pereira & D. de la Rosa 103

Propuesta de un modelo de distribución de especies forestales en el Parque Natural Sierra de Aracena y el Andévalo occidental (Huelva, España); M. Anaya-Romero, A. Jordán López, L. Martínez Zavala & N. Bellinfante Crocci 104

Evaluación y planificación del uso de suelo del Ejido Atécuaro, Municipio de Morelia (Michoacán, México); M. Medina Mendoza, A. Cabrera González, J. M. Ortega Rodríguez 105

Sesiones de pósteres

PÓSTERES 107

Área 1: Física del suelo y gestión del agua 107

Efecto de los restos vegetales sobre el comportamiento hidrológico y la pérdida de suelo en un horizonte de laboreo susceptible al encostrado; J. M. Mirás Avalos, A. Paz González, P. Sande Fouz, E. Vidal Vázquez & I. Bertol 108

Influência do controlo da vegetação herbácea sobre a conservação da água do solo em olivais no Alentejo; C. Alexandre, J. Andrade & T. A. 109

Efeito da ripagem e introdução de lamas na redução das perdas de água e solo, por escorrimento superficial, em Leptosolos do Baixo Alentejo; M. A. Castelo Branco. F. P. Pires. M. R. Menino. A. S. Araújo. A. Varela. A. Guerreiro. J. Vicente. O. Monteiro & E. Sequeira 110

Caracterización del color de los suelos gallegos. Análisis de los parámetros que dificultan su apreciación.; B. Prieto, B. Carreja, & B. Silva 111

Estabilidad de los agregados de un suelo de cultivo con dosis crecientes de resíduos orgânicos líquidos; E. Vidal Vázquez, J. M. Mirás Avalos, I. Bertol & F. Souto Jorge 112

El color como estimador de la estabilidad de agregados de suelo; M. Sánchez-Marañón. J. M. Martín-García & R. Delgado 113

Comparação das perdas de solo por erosão estimadas usando o modelo WEPP com as medidas num povoamento florestal em fase de instalação; C. Nogueira *, T. de Figueiredo. F. Fonseca. A. Guerra & A. Martins 114

Humedad en los susbtratos de restauración y respuesta de la vegetación.; R. Josa, M. Jorba, A. Hereter & R. Vallejo 115

Influência do freixo (Fraxinus angustifolia Vahl) nas características físicas do solo num lameiro do Nordeste de Portugal; E. Pereira & M. Madeira 116

Simulação do teor de água do solo num Fluvissolo e num Antrossolo com o modelo HYDRUS-1D; T. B. Ramos, A. Prazeres, N. L. Castanheira, P. C. Leitão, F. P. Pires, J. Reis, M. C. Gonçalves, J. C. Martins & F. L. Santos 117

Salinidade do solo num ensaio com milho-grão com aplicação de diferentes quantidades de sal e de solução azotada na água de rega; M. J. Neves, A. Prazeres, N. L. Castanheira, F. P. Pires, S. Fonte, T. B. Ramos, M. C. Gonçalves, J. C. Martins, J. Bica & M. Bica 118

Relación entre dos índices de estabilidad estructural aplicados a suelos agrícolas; M. M. Taboada Castro, M. L. Rodríguez Blanco & M. T. Taboada Castro 119

Agregación, materia orgánica y retención de agua de suelos con diferente textura tratados con residuos vegetales; J. V. Peris Torres, M. J. Molina Donate, J. Llinares & M. D. Soriano Soto 120

Impactos hidrológicos dos fogos florestais: primeiros resultados de medições em micro-parcelas de erosão no NE de Portugal; J. Pinheiro & T. de Figueiredo 121

Dinámica de las concentraciones de sólidos en suspensión a escala de cuenca rural durante sucesivos eventos de precipitación; M. L. Rodríguez Blanco, M. M. Taboada Castro & M. T. Taboada Castro 122

Área 2: Contaminación y recuperación de suelos 123

Distribuição do urânio nas várias fases-suporte em solos da área mineira da Cunha Baixa (Portugal); O. Neves, M. M. Abreu & M. J. Matias 124

Evolução das propriedades químicas de um Cambissolo sujeito a produção de suínos ao 125

ar livre; M. do Carmo Horta-Monteiro

Significado ambiental do P quantificado pelo método de Olsen; M. do Carmo Horta Monteiro & J. Torrent Castellet 126

Metales pesados en lixiviados procedentes de suelos con diferente textura tras aplicar lodos de refinería de petróleo.; C. M. Weiland & E. Pérez 127

Lixiviación de metales pesados en suelos con diferente pH tras aplicar lodos procedentes de refinería; C. M. Weiland & E. Pérez 128

Valores de fondo y de referencia para Cd, Co, Cr, Cu, Pb y Zn en suelos del Campo de Cartagena (Murcia SE España); J. A. Hernández Bastida, M. T. Fernández Tapia & M. A. Alarcón Bernal 129

Evaluacion de la toxicidad de suelos contaminados por la contaminacion mixta (gasoil y metales pesados); A. Rodríguez-Ruiz,, I. Susaeta & I. Marigómez. 130

Efecto de la Solarización sobre algunas propiedades del suelo y la degradación de herbicidas.; J. A. Hernández Bastida. S. Navarro García & S. Bermejo Garres 131

Movilización de metales pesados en un saladar contaminado por residuos de minería en el SE de España; F. J. Jiménez-Cárceles, J. Álvarez-Rogel & A. B. Rodríguez-Caparrós 132

Acumulación de metales en plantas de dos humedales del Mar Menor (SE España) contaminados por residuos mineros: primeros resultados; A. María-Cervantes, F. J. Jiménez Cárceles & J. Álvarez Rogel 133

Fases portadoras do arsénio nos solos da área mineira de São Domingos e Pomarão, SE de Portugal; M. M. Abreu. E. S. Santos. & C. Nabais 134

Aplicación de Purín de Cerdo como Enmienda en Suelos Ácidos de Mina en la zona de Mazarrón, Murcia: Ensayos en columnas de Lixiviación; D. M. Carmona & A. Faz Cano 135

La corrección de rechazos minerales con compost de residuos sólidos urbanos para la restauración en minería: efectos en la vegetación.; M. Jorba, R. Josa, A. Hereter & R. Vallejo 136

Propiedades bioquímicas como indicadoras de la recuperación de un suelo contaminado con elementos traza; A. Pérez-de-Mora, P. Burgos, F. Cabrera & E. Madejón 137

Estudio Sobre Contaminación Ambiental en Balsas de Purines de la Región de Murcia (España); A. C. Ríos Morata . A. Faz Cano, & P. Martínez-Pagán 138

Formulaciones de liberación lenta para la prevención de la contaminación de suelos y aguas por herbicidas ácidos; L. P. Cardoso, R. Celis, J. Cornejo & J. B. Valim 139

Efecto de la adición de enmiendas orgánicas al suelo en la disponibilidad de herbicidas; A. Cabrera, P. Velarde, L. Cox & J. Cornejo 140

Influencia del encalado en la retención de elementos en suelos contaminados por lodos piríticos; 141

M. Diez, I. García; F. Martín1; M. Simón & C. Dorronsoro

Evolución del suelo y vegetación en zonas restauradas de las Marismas de Doñana, en presencia y ausencia de ganadería; L. V. García1, L. Falces1, E. Gutiérrez1, J. L. Espinar1, J. S. Cara1 & M. C. Florido2 142

Área 3: Fertilidad del suelo y nutrición de las plantas 144

Teores de fósforo e potássio nos diferentes tamanhos de sedimentos transportados pela enxurrada influenciada pelo cultivo e manejo do solo; I. Bertol, A. Paz González & E. Vidal Vázquez 145

Comparação entre arranjos de tratamentos sistemáticos e aleatórios em experiências de fertilização de milho (Zea mays L.) para silagem; L. M. Brito, A. S. Fernandes & A. L. Amaro 146

Cd, Cr y Ni en suelo y en eucalipto 5 años después de la aplicación de lodo de depuradora; M. Velasco-Molina & M. E. Mattiazzo 147

Zinc soluble en maíz forrajero extraído con el reactivo MES y su correlación con las fracciones más lábiles de micronutriente en un suelo calizo; E. Revenga, J. Novillo, D. González & J. M. Alvarez 148

Efecto comparativo de distintos tipos de abono nitrogenado sobre un trigo en siembra directa; R. Ordóñez, P. González, F. Perea & R. Carbonell 149

Efectos de la aplicación continuada de alperujo desecado sobre la fertilidad de un suelo bajo una rotación trigo-girasol; R. Carbonell, R. Ordóñez, & P. González 150

Viabilidad de las enmiendas con espumas de azucarería, yesos y calizas magnesianas en los suelos de raña (Palexerults) del Sur Oeste de España.; P. González-Fernández, R. Ordoñez-Fernández, I. Mariscal-Sancho & F. Peregrina-Alonso 151

Efecto de la aplicación de orujo extractado en la lixiviación de fertilizantes en suelos agrícolas mediterráneos; A. López-Piñeiro, J. Fernández, A. Muñoz, C. Barreto, J. M. Rato & A. Albarrán 152

Cambios en las propiedades fisico-químicas de suelos agrícolas mediterráneos con aplicación directa de orujo extractado como enmienda orgánica; A. López-Piñeiro, J. Fernández, A. Muñoz, J. A. González, J. M. Rato & A. Albarrán 153

Emisiones de óxidos de Nitrógeno procedentes de suelos agrícolas fertilizados con purines de cerdo con o sin inhibidor de la nitrificación.; A. Meijide. J. A Díez.. A. Arce. S. López-Fernández. A. Vallejo & L. Sánchez-Martín 154

Decomposição de folhada de quatro espécies florestais no N de Portugal: Taxa de decomposição e evolução da composição estrutural e do teor em nutrientes; A. Martins. S. Azevedo. F. Raimundo & M. Madeira 155

A fertilização azotada de pés-mãe de Eucalyptus globulus Labill.: efeito no crescimento; H. M. Ribeiro, E. Vasconcelos, A. Ramos & J. Coutinho 156

Influência das raízes e das folhas de Eucalyptus globulus na acumulação carbono e disponibilidade de nutrientes no solo; C. Ribeiro & M. Madeira 157

Aplicación de compost de lodo en un cultivo de guisante (Pisum sativum) en la provincia de Burgos; M. Navarro, J. I. López, C. Rad, L. Tobalina, R. Galán, C. Gil, S. Peña & S. González 158

Produção de folhada e concentração de nutrientes nas folhas de soutos do Nordeste Transmontano submetidos a diferentes sistemas de mobilização do solo; F. Raimundo, A. L. Pires, S. Fonseca, A. Martins & M. Madeira 159

Produção de tubérculos em alcachofra de Jerusalém; L. de Sousa, M. A. Rodrigues & M. Arrobas 160

Floração e vingamento de frutos em olivais de sequeiro; J. Lopes, M. A. Rodrigues, F. Pavão, J. Cabanas, R. Oliveira, C. Correia J. Moutinho Pereira & A. Bento 161

Resposta da couve Tronchuda (Brassica oleracea var costata) à aplicação de azoto, boro e um fertilizante orgânico para Agricultura Biológica; M. A. Rodrigues, J. A. Pereira, M. Arrobas, P. B. Andrade & A. Bento 162

Efecto de la adicción de purín sobre el fósforo disponible determinado mediante tres métodos; E. Vidal Vázquez. C. Aparecida de Abreu. F. Souto Jorge & J. Dafonte Dafonte 163

Variação dos teores de cobre foliar e do solo devido à aplicação de lama residual urbana; H. Domingues. M. L. Fernandes. A. Salgueiro. M. G. Serrão. O. R. Monteiro. A. Castro. M. A. Castelo-Branco. J. C. Martins. F. Pires. A. M. Campos. C. Horta & A. Dordio 164

Efeito de fertilizantes minerais e orgânicos na produção de Azevém (Lollium 165

multiflorum). Eficiência de utilização do azoto; M. Arrobas, M. A. Rodrigues & P. P. Tomás

Crop residue evolution in a dry – farming rotation of southern Spain; R. Ordóñez, G. Martínez & C. Bravo 166

Utilización agronómica de purines de cerdo en el valle del Guadalentín: efectos sobre el sistema suelo-agua-planta; V. Climent Talavera. A. Faz Cano. D. M. Carmona Garcés. A. Zanuzzi Gotta. M. Andujar Sánchez & V. Plana Arnaldos 167

Disponibilidade e Mineralização Sequencial do Azoto em Plantações de Eucalyptus globulus; M. C. Cameira, F. Gomes, M. X. Gómez-Rey, A. S. Santos, M. C. Magalhães, M. Madeira & E. Vasconcelos 168

Mineralização do Azoto em Plantações de Eucalyptus globulus Submetidas a Diferentes Tratamentos de Gestão de Resíduos de Exploração; V. Esteves, M. C. Cameira, M. X. Gómez-Rey, F. Gomes, M. C. Magalhães, A. S. Santos & M. Madeira 169

Dinâmica do azoto em pastagens com introdução de leguminosas; R. C. Nogueirol,, A. M. Santos, R. L. Pato, M. C. Cameira & G. Feio 170

Produção, decomposição e dinâmica de nutrientes de folhas de Fraxinus angustifolia Vahl; E. Pereira & M. Madeira 171

Implicações das técnicas de preparação do terreno na qualidade do solo em sistemas florestais; F. Fonseca, A. Martins, T. de Figueiredo, C. Nogueira & A. Guerra 172

Aplicabilidade do bioteste 8Rb na avaliação do estado nutritivo de plantas de Eucalyptus globulus Labill; A. Azevedo, M. Madeira & J. Dighton 173

Influência das condições ecológicas no crescimento do olival em regime superintensivo. Resposta da cultivar Galega vulgar à fertilização azotada; A. Azevedo & P. Bernardes 174

Fertilidade e contaminação por metais pesados e microrganismos fecais de um solo sob pastagem pela aplicação de lama residual urbana; M. G. Serrão, A. Varela, P. Fareleira, M. A. Castelo Branco, M. Fernandes, J. Martins, F. Pires, O. Monteiro & A. Dordio 175

Produção de culturas horto- industriais em agricultura biológica: o caso da couve bróculo; E. Vasconcelos, F. Cabral & H. Pereira 176

Dinâmica da mineralização do N do solo de montados com pastagem natural e melhorada; 177

J. Nunes, N. Cortez, C. Alexandre & M. Madeira

Efeito da presença da Quercus rotundifolia Lam. na dinâmica da mineralização do N no solo; 178

J. Nunes, L. Gazarini & M. Madeira

Área 4: Biología y ecología del suelo 180

Efectos de la agricultura de conservación en la temperatura de un suelo bajo un cultivo de maíz en regadío y su relación con las poblaciones microbianas.; A. Muñoz, M. Ramírez & A. López-Piñeiro 181

Cuantificación del banco de semillas de suelos salobres en la cuenca del Lago de Cuitzeo (México); A. L. Nava Ríos 182

Obtención de Bioestimulantes orgánicos y su influencia en la bioquímica, actividad metabólica y biodiversidad en suelos; A. M. García-Martínez . A. Díaz. M. Tejada. J. Bautista. I. Susaeta & J. Parrado 183

Laboreo de conservación: efectos a largo plazo sobre el carbono orgánico y propiedades bioquímicas del estrato superficial de un suelo representativo de Andalucía occidental.; E. Madejón. F. Moreno. J. M. Murillo & F. Pelegrín 184

Fluxos de carbono e nutrientes em Cistus ladanifer L.; M. P. Simões. L. Gazarini, & M. Madeira 185

Influence of swine slurry application on soil enzyme activities; P. Fareleira, M. A. Castelo Branco & O. Moreira 186

Dinâmica de C e N em solos de plantações de Eucalyptus globulus em Portugal: influência climática; M. X. Gómez-Rey. S. J. Gonzalez-Prieto. E. Vasconcelos. & M. Madeira 187

Diversity of rhizobia nodulating annual medics in stressing environments; P. I. Alves., M. T. Crespo., J. Figueiredo Marques., E. M. Ferreira & P. Fareleira 188

Influencia de factores bióticos y abióticos en las emisiones de CO2 en Andosoles forestales de las Islas Canarias (España); C. D. Arbelo, A. Rodríguez Rodríguez, C. M. Armas, J. L. Mora & B. Santana 189

Influência de raízes e de folhas de Eucalyptus globulus nas características de materiais terrosos; C. Ribeiro & M. Madeira 190

Composición elemental de suelos desarrollados sobre materiales volcánicos de la Isla Santa Cruz, Galápagos; R. Rodríguez Flores. C. Ferro Vázquez. G. Stoops & A. Martínez Cortizas 191

A Eutrofização em Lagoas dos Açores; J. Pinheiro, L. Matos & J. Madruga 192

Área 5: Química y Mineralogía del suelo 194

Relación entre pH y potencial redox con el zinc asociado a los óxidos de manganeso y de hierro de los suelos; D. González, A. Obrador, E. Revenga & J. M. Alvarez 195

Phosphorus (P) desorbability of selected Andisols from the Azores (Portugal) enriched with P at maximum sorption capacity as determined by various extractants; E. Auxtero & M. Madeira 196

Comportamiento de suelos ácidos ante aportes de Cd y Pb a elevadas concentraciones; I. Rábago. J. R. Quintana. A. M. Moreno & J. González 197

Caracterización Espectroscópica de Sustancias Húmicas en Suelos de Marismas con Spartina maritima; C. Santín, M. González-Pérez, X. L. Otero, M. A. Álvarez & F. Macías 198

Estudio mineralógico y exoscopía de los granos de cuarzo de suelos de las terrazas cuaternarias del río Guadalete en el sector Jerez-Arcos, Cádiz; M. C. Ramírez Jiménez, M. A. Romero Aguilar, A. Sánchez Bellón, J. P. Moral Cardona & J. Martínez López. 199

Extended aluminium fractionation in high-resolution sampled podzols.; J. C. Nóvoa Muñoz. C. Ferro Vázquez. M. Costa Casais. J. Klaminder. R. Bindler & A. Martínez-Cortizas 200

Caracterización geoquímica de suelos forestales de Nothofagus pumilio (lenga) en un gradiente altitudinal en Tierra del Fuego, Argentina.; J. C. Nóvoa Muñoz. X. Pontevedra Pombal. A. Moretto. A. Martínez-Cortizas & E. García-Rodeja Gayoso 201

Influencia del fósforo en la adsorción de cobre; F. Osorio. M. Pateiro. E. López. J. C. Mejuto & M. Arias 202

Comparación de Métodos Químicos de Extracción de Metales Pesados en Suelos Volcánicos de la Región de Murcia; S. Martínez-Martínez, A. Faz & J. A. Acosta 203

Acumulación de Br en Podzoles; C. Ferrín Prieto . C. Ferro Vázquez. M. Costa Casais. J. C. Nóvoa Muñoz. J. Klaminder. R. Bindler & A. Martínez Cortizas 204

Relación entre los contenidos en carbono orgánico determinados por diferentes agentes oxidantes en suelos de ecosistemas de raña.; I. Mariscal, F. Peregrina, R. Ordóñez & R. Espejo. 205

Adsorción de fósforo y cobre en suelos desarrollados sobre granito y anfibolita; F. Osorio, C. Pérez-Novo, M. Pateiro, E. López & M. Arias 206

Pré-tratamento das amostras na avaliação da dissolução de rochas fosfatadas no solo; 207

M. Roboredo & J. Coutinho

Evolución del cuarzo en un Haplic Palexeralf de la Formación Alhambra (Granada, España); R. Márquez Crespo. J. M. Martín García. G. Delgado Calvo-Flores & R. Delgado Calvo-Flores 208

Comparação de métodos na determinação de elementos em cinzas volantes; A. Varela, M. A. Castelo-Branco, A. B. Ribeiro, A. T. Lima, O. R. Monteiro, H. Domingues & M. C. Gonçalves 209

Determinação dos teores de platina, paládio e ródio num padrão de referencia (BCR-723) para validação do método de extracção destes metais em solos urbanos; H. F. Silva, Nelson F. Silva, Sandrina Oliveira, M. Caetano, J. M. Lorenzo,, C. Oliveira & M. J. Matos 210

Contenido en Cu y Zn de los horizontes superficiales de suelos dedicados a monte y cultivo en la cuenca del río Valiñas; P. Sande Fouz, J. M. Mirás Avalos, & A. Paz González 211

Efeito dos taninos na mineralização de azoto e carbono no solo; H. M. Ribeiro, F. Cabral P. Duarte & J. Coutinho 212

Estudio de suelos de parques y jardines de Sevilla: relación entre diversos parámetros generales de los suelos y los contenidos de Cu y Zn, y efecto de la profundidad en la toma de muestra; M. C.Florido Fernández. A. B. García Martín & F. Madrid Díaz 213

Estudio de la transformación de residuos vegetales en el suelo mediante espectroscopia de infrarrojos; J. V. Peris Torres, M. J. Molina Donate, J. Llinares & M. D. Soriano Soto 214

Concentraciones de zinc soluble en agua e intercambiable y su relación con el zinc aplicado mediante diferentes quelatos de micronutriente en un cultivo de lino; B. Sebastián, L. .M. López-Valdivia, M. I. Rico & J. M. Alvarez 215

Alofano - ferrihidrita y su relación con la retención de fosfatos en Andosoles de la Meseta Purhépecha, Michoacán, México; M. Alcalá de Jesús & C. Hidalgo-Moreno 216

Biomasa microbiana y respiración basal en suelos de Galicia contaminados con cobre; R. M. Bellas, F. Gil-Sotres, M. C. Trasar-Cepeda & M. C. Leirós 217

Biodisponibilidad del cobre y su relación con las propiedades del suelo; R. M. Bellas, F. Gil-Sotres, M. C. Trasar-Cepeda & M. C. Leirós 218

Área 6: Génesis, clasificación y geografía de suelos 219

Cartografía de suelos del polígono industrial de Huelva y su entorno; A. Iriarte. P. Bouza. M. Simón. J. Aguilar. M. Díez.. F. Martín & M. Sierra 217

Distribuição do urânio nas várias fases-suporte em solos da área mineira da Cunha Baixa (Portugal); O. Neves. M. M. Abreu & M. J. Matias 218

Clasificación de Antrosoles bajo cítricos en Huelva (España); A. Jordán López, L. Martínez Zavala, N. Bellinfante Crocci & L. Delgado Valera 219

Elaboración de un modelo digital de geoformas del terreno; A. Jordán López, L. Martínez Zavala & N. Bellinfante Crocci 220

Implicaciones ecológicas de la diversidad física y química de los histosoles de Galicia.; X. Pontevedra-Pombal, A. Martínez Cortizas & E. García-Rodeja 221

Caracterización edafo-sedimentaria del glacis de finalización de Sierra Morena en la ciudad de Córdoba (España).; R. Nerger, M. A. Núñez Granados & J. M. Recio Espejo 225

Desarrollo del SISR – Sistema de Información de Suelos de La Rioja; J. M. Martínez Vidaurre, N. Gómez Pérez, N. Etxaleku López & F. Pavón Díaz-Pabón 226

Factores condicionantes de la diversidad edáfica en las islas Chafarinas; L. V. García. L. Clemente. E. Gutiérrez & A. Jordán 227

Comparación de métodos predictivos en el estudio de la distribución potencial de especies forestales; M. Anaya-Romero, A. Jordán López, L. Martínez Zavala & N. Bellinfante Crocci 228

Influencia del material de origen en la génesis y propiedades de los suelos en el pinar canario; A. Rodríguez Rodríguez, C. D. Arbelo & J. Asterio Guerra 229

Suelos de la Sierra de Algodonales; I. A. Gómez Parrales & F. González Peñaloza 230

Área 7: Evaluación y planificación del uso del suelo 231

Las Tablas de Daimiel: transformaciones recientes en su ecosistema analizadas mediante teledetección; M. P. García Rodríguez & M. E.Pérez González 232

Estudio preliminar de la evolución de la calidad ambiental de los suelos del sector suroccidental de la región de Murcia; M. J. Delgado Iniesta, P. Marín Sanleandro, A. Sánchez Navarro, J. M. Gil Vázquez & R. Ortiz Silla 233

Selección de los indicadores físicos, químicos y biológicos más adecuados para la evaluación de la calidad ambiental de los suelos en zonas semiáridas; P. Marín Sanleandro, M. J. Delgado Iniesta, A. Sánchez Navarro, J. M. Gil Vázquez & R. Ortiz Silla 234

Evaluación de la Capacidad de Uso Agrícola de los Suelos del Bajo Segura (Alicante); A. Sánchez Navarro, P. Marín Sanleandro, R. Ortiz Silla, A. García Navarro & M. J. Delgado Iniesta 235

Estimativa do efeito de diferentes práticas de gestão do solo na produtividade económica de Soutos do NE de Portugal; O. Borges. A. Martins. F. Raimundo. I. Linhares. C. Guedes & V. Sousa 236

Crecimiento urbano e industrial en la ciudad de Murcia y alrededores entre 1956 y 1999: cambios en los usos del suelo; J. A. Acosta, A. Faz & S. Martínez-Martínez 237

Erosão potencial no Parque Natural de Montesinho, NE Portugal: uma discussão sobre processos actuantes e factores condicionantes; T. de Figueiredo. F. Fonseca. A. Guerra. C. Nogueira *, J. Paulo Castro & J. Castro 238

Cuarenta años de transformación de un paisaje agrario mediterráneo. Dinámica espacio-temporal de los cambios de uso del suelo en la comarca Camp de Turia, Valencia; A. Valera, C. Añó & J. Sánchez 239

Pérdida de suelo y crecimiento urbano (1956-1998) en el Área Metropolitana de Valencia; A. Valera, C. Añó & J. Sánchez 240

Metodología de uso de imágenes satélite en la planificación de regadíos; J. M. Gisbert, S. Ibáñez, H. Moreno & A. Marqués 241