

III Congresso Ibérico da Ciência do Solo
III Congreso Ibérico de la Ciencia del Suelo
(III CICS 2008)

Programa e
Livro de Resumos

Organização



Edição

FICHA TÉCNICA

Título:	III Congresso Ibérico da Ciência do Solo (CICS 2008) – Programa e Livro de Resumos
Coordenação:	Carlos Alexandre, Jorge Nunes, José Andrade
Autores:	Vários
Data:	Junho de 2008
Tiragem:	250 exemplares

Apoios



Comissão Organizadora

Carlos Alexandre
Celeste Santos Silva
Elsa Sampaio
Felipe Macías Vázquez
Fernanda Cabral
Fernando Monteiro
Jorge Nunes

José Alexandre Andrade
J. Rafael Marques da Silva
Luís Leopoldo Silva
Luiz Carlos Gazarini
M. Teresa García González
Pedro Alpendre
Pilar Carral González
Rita Fonseca

Comissão Científica

Afonso Martins
Alfredo Gonçalves Ferreira
Amarílis de Varennes
Antonio Rodríguez Rodríguez
Armando Martínez Raya
Carlos Dorrnsoro Fernández
Carlos García Izquierdo
Carmen D. Arbelo Rodríguez
Casimiro Martins
Ernesto Vasconcelos
Ester Portela
F. Lúcio Santos
Felipe Macías Vázquez
Félix Moreno Lucas
Fernanda Cabral
Fernando Monteiro
Gottlieb Basch
Graça Serrão
João Coutinho
José Luis Pérez Rodríguez

José Manuel Hernández Moreno
Jose Torrent Castellet
Juan Albadalejo Montoro
Juan Sánchez Díaz
Luís Santos Pereira
Luiz Carlos Gazarini
Manuel Madeira
Manuela Abreu
Maria do Rosário Oliveira
María Teresa García González
Mariano Simón Torres
Maribela Pestana
Miguel Brito
Pedro González Fernández
Pilar Carral González
Rafael Espejo Serrano
Ricardo Serralheiro
Roque Ortiz Silla
Rosa Calvo de Anta
Tomás Figueiredo

Índice geral

Organização.....	1
Edição.....	2
Apoios	3
Comissão Organizadora.....	5
Comissão Científica.....	5
Índice geral	6
Programa geral	7
Resumos	15
Índice de comunicações por sessões temáticas	16
CONFERÊNCIAS PLENÁRIAS.....	29
GÉNESE, SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE SOLOS E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO	35
FÍSICA DO SOLO E GESTÃO DA ÁGUA.....	53
QUÍMICA E MINERALOGIA DO SOLO.....	75
BIOLOGIA E ECOLOGIA DO SOLO.....	105
FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DAS PLANTAS	123
SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE USO DA TERRA. NOVOS DESAFIOS	161
DEGRADAÇÃO, PROTECÇÃO E RECUPERAÇÃO DE SOLOS.....	193
O SOLO NO ENSINO E NA SOCIEDADE.....	235
Índice de comunicações por ordem alfabética do primeiro autor	239
Lista de participantes.....	245

Programa geral

Dia 1/07/2008 – AUDITÓRIO

- | | | |
|-------|-------|---|
| 08:00 | 09:00 | Abertura do secretariado: Recepção dos congressistas |
| 09:00 | 09:45 | SESSÃO DE ABERTURA |
| 9:45 | 10:30 | CONFERÊNCIAS PLENÁRIAS (1ª parte)
Moderadores: Fernanda Cabral & Felipe Macias

Climate change – can soil make a difference?
Luca Montanarella (European Commission - DG JRC)

Discussão |
| 10:30 | 11:30 | Pausa (<i>Coffee-break</i>) |
| 11:30 | 12:45 | CONFERÊNCIAS PLENÁRIAS (2ª parte)
Moderadores: Mª Pilar Carral & João Coutinho

El fósforo como problema agronómico y ambiental. Reflexiones para una gestión sostenible de la fertilización fosfatada.
Antonio Delgado (Universidad de Sevilla)

Índices de classe de qualidade da estação em povoamentos florestais de Sobreiro (<i>Q. suber</i> , L.) e Pinheiro Manso (<i>P. pinea</i> , L.).
Alfredo Gonçalves Ferreira (Universidade de Évora)

Discussão |
| 12:45 | 14:30 | Almoço |

 Dia 1/07/2008 – SALA 131 (Anfiteatro)

Tema 1: GÉNESE, SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE SOLOS E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Moderadores: **Manuel Madeira & Mariano Simón**

14:30 14:45 Procesos edafogenéticos en una toposecuencia en Tierra del Fuego (Argentina).
J.C. Nóvoa-Muñoz, X. Pontevedra-Pombal, A. Moretto, S. Peña, J. Escobar, A. Martínez-Cortizas & E. García-Rodeja Gayoso

14:45 15:00 Indicadores ambientales relacionados con el suelo en el Observatorio Territorial Alentejo Extremadura (OTALEX).
José Cabezas, Luis Fernández-Pozo, Francisco Márquez, Ana Lopes, María Ángeles Rodríguez, Ignacio Fernández, Catarina Meireles, Teresa Batista & Carlos Pinto-Gomes

15:00 15:15 Significado edafogenético de la relación maghemita/hematites en suelos aerobios.
José Torrent & Vidal Barrón

15:15 15:30 Análise de conflitos de uso em áreas de preservação permanente numa microbacia.
Sérgio Campos, Mariana Lisboa Pessoa, Ana Paula Barbosa, Flávia Mazzer Rodrigues, Teresa Cristina Tarlé Pissarra & Laura Rocha de Castro Lopes

15:30 15:45 Discussão

15:45 17:00 Pausa e painéis

Tema 4: BIOLOGIA E ECOLOGIA DO SOLO

Moderadores: **Luiz Carlos Gazarini & Antonio Rodriguez Rodriguez**

17:00 17:15 Influencia del grupo de suelo y el uso sobre la reserva de carbono orgánico en clima mediterráneo.
I.A. Gómez Parrales, M. del Toro Carrillo & N. Bellinfante

17:15 17:30 Decomposição e dinâmica de nutrientes em duas espécies halófitas no Sapal de Castro Marim.
Luiz Carlos Gazarini, Maria Paula Simões, Maria da Luz Calado, Luis Filipe Ferreira, Manuel Madeira

17:30 17:45 Evolución anual de los valores de carbono después de aplicar lodos de depuradora a un suelo carbonatado en la Comunidad de Madrid.
M.A. Casermeiro Martínez, M.T. De la Cruz Caravaca, L. García-Montero, M.I. Hernando Massanet & I. Valverde Asenjo

17:45 18:00 Macrofauna de um ferralsol em recuperação com lodo de esgoto e adubação verde.
M.C. Alves, A.E. Kitamura, E.V. Vázquez & A. Páz González

18:00 18:15 Discussão

18:30 Assembleia-geral da SPCS

 Dia 1/07/2008 – AUDITÓRIO

Tema 3: QUÍMICA E MINERALOGIA DO SOLO

 Moderadores: **Teresa García González & Ernesto Vasconcelos**

- 14:30 14:45 Modelo de producción de biomasa en suelos ácidos de raña corregidos con productos calizos.
Eduardo Villa Bermejo & Manuel Vidal Bardán
- 14:45 15:00 Estudio del comportamiento del suelo frente a aportes de níquel mediante procesos de sorción-desorción y posible riesgo de transferencia a otros medios.
I. Vázquez Garranzo, J. González Parra, & A.M. Moreno García
- 15:00 15:15 Fraccionamiento químico y stock de carbono en acrisoles de S-Brasil
M. Velasco-Molina & F. Macías
- 15:15 15:30 Perda de fósforo por drenagem e evolução do teor em fósforo de um Cambissolo sujeito a produção de suínos ao ar livre.
Maria do Carmo Horta, Marta Batista, Natália Roque, Filipe Afonso, Sandra Duarte & José Almeida
- 15:30 15:45 Discussão
- 15:45 17:00 Pausa e painéis

Tema 3: QUÍMICA E MINERALOGIA DO SOLO (cont.)

 Moderadores: **Teresa García González & Ernesto Vasconcelos**

- 17:00 17:15 Retención y fraccionamiento de fósforo en residuos mineros sometidos a inundación.
María Nazaret González Alcaraz, José Álvarez Rogel, Consuelo Egea Nicolás & Francisco José Jiménez Cárceles
- 17:15 17:30 Dehydrogenase and urease activities of a soil from Évora region
M^{te} Rosário Martins, Filipa Santos, Patrícia Candeias & Júlio Cruz-Morais
- 17:30 17:45 Arsénico en suelos del Valle de los Pedroches (Córdoba).
N. Bellinfante & I.A. Gómez Pinales
- 17:45 18:00 Previsão do azoto mineralizável do solo: comparação de variantes no método de incubação anaeróbia-extracção.
Susana Mendes, João Coutinho & Fernanda Cabral
- 18:00 18:15 Discussão
- 18:30 (Ver continuação do programa na página da SALA 131)
-

Dia 2/07/2008 – Excursão técnico-científica (ver Guia de Viagens)

 Dia 3/07/2008 – SALA 131 (Anfiteatro)

Tema 2: FÍSICA DO SOLO E GESTÃO DA ÁGUA

 Moderadores: **Maria Conceição Gonçalves & Reginaldo Barboza da Silva**

- | | | |
|-------|-------|--|
| 09:00 | 09:15 | Uso del modelo LEACHM para la evaluación y optimización del uso de aguas de diferente calidad en el cultivo de cítricos.
A. Hurtado-Soler & J. Batlle-Sales |
| 09:15 | 09:30 | Sustentabilidade estrutural de um Argissolo submetido a dois sistemas de cultivo na bacia hidrográfica do Alto Paranapanema, Brasil.
Antonio Gabriel Filho; Virginia M. Fontes Cardoso; Kléber P. Lanças; Reginaldo Barbosa da Silva |
| 09:30 | 09:45 | Índice de Cone, Capacidade de Suporte de Carga e Teor de Água de Quatro Solos da Fazenda Lageado, Botucatu/SP, Brasil.
Kléber Pereira Lanças, Juan José Bonnin Acosta, José Manuel Mirás Ávalos, Reginaldo Barboza da Silva & Antonio Paz González |
| 09:45 | 10:00 | Simulation of water dynamics in two irrigated soils.
Lúcia Barão, Pedro Chambel Leitão, Ramiro J. Neves, Maria Conceição Gonçalves, Tiago B. Ramos & Nádia Castanheira |
| 10:00 | 10:15 | Discussão |
-

 10:15 11:30 Pausa e painéis

Tema 2: FÍSICA DO SOLO E GESTÃO DA ÁGUA

& Tema 8: & O SOLO NO ENSINO E NA SOCIEDADE

 Moderadores: **Maria Conceição Gonçalves & Reginaldo Barboza da Silva; José Andrade & José Torrent**

- | | | |
|-------|-------|---|
| 11:30 | 11:45 | Indicadores de qualidade física e do estado crítico de consolidação do solo em áreas canavieiras, SP (Brasil).
Reginaldo Barboza da Silva, Kleber Pereira Lanças & Piero Iori |
| 11:45 | 12:00 | Influência do comprimento do sulco sobre a equação de infiltração obtida pelo método dos dois pontos de Elliot e Walker.
S. Shahidian & R.P. Serralheiro |
| 12:00 | 12:15 | Humedad edáfica y niveles freáticos en Arenosoles del centro de la península ibérica.
V. Gómez-Sanz & J.I. García-Viñas |
| 12:15 | 12:30 | Enseñanza de la edafología en el marco del espacio europeo de educación superior: Taller de Granada.
Jaume Porta |
| 12:30 | 12:45 | Discussão |
-

12:45 14:30 Almoço

 Dia 3/07/2008 – AUDITÓRIO

Tema 5: FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DAS PLANTAS		
Moderadores: (Maribela Pestana) Jorge Pinheiro & Armando Martínez Raya		
09:00	09:15	Mineralização do azoto e do carbono num fluvissoilo submetido a diferentes condições de salinidade e adubação azotada. A. Prazeres, P. Fareleira, M.C. Gonçalves & J. C. Martins
09:15	09:30	Caracterização de compostos e de materiais orgânicos para a formulação de substratos para viveiros. C. Cunha-Queda, M.C. Morais Forte, H.M. Ribeiro, M.H. Almeida
09:30	09:45	Gestão da fertilização azotada em couve Penca de Mirandela (<i>Brassica oleracea</i> , var. <i>costata</i>) recorrendo a fertilizantes que libertam os nutrientes de forma condicionada. Helga Santos, Ângelo Rodrigues, Luís Dias & Margarida Arrobas
09:45	10:00	Disponibilidade de azoto resultante da utilização de resíduos orgânicos na fertilização do milho. J.P. Carneiro, J.J. Freire, J. Coutinho & H. Trindade
10:00	10:15	Discussão
10:15	11:30	Pausa e painéis
Tema 5: FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DAS PLANTAS (cont.)		
Moderadores: (Maribela Pestana) Jorge Pinheiro & Armando Martínez Raya		
11:30	11:45	Adubos revestidos de microrganismos benéficos aumentam a eficiência da adubação química. João Castro Pinto
11:45	12:00	Compostagem da fracção sólida do chorume com palha de azevém (<i>Lolium multiflorum</i> L.) e com tojo (<i>Ulex europaeis</i>). L. M. Brito, A. L. Amaro, I. Mourão & J. Coutinho
12:00	12:15	Indicadores de fertilidade e de contaminação por metais pesados e microrganismos fecais em solos sob pastagem no Alentejo, por aplicação de lama residual urbana e fertilização mineral M.G. Serrão, J.C. Martins, P. Fareleira, M.A. Castelo Branco, A. Varela, H. Domingues, M. Fernandes, F.P. Pires, A. Guerreiro, J.B. Ramos & A.M. Campos
12:15	12:30	Cambios en los contenidos de Cu y Zn en diferentes suelos del área metropolitana de A Coruña (NO España) debidos a la adición de compost. P. Sande Fouz, J.M. Mirás Avalos, A.I. Roca Fernández & E. Vidal Vázquez
12:30	12:45	Discussão
12:45	14:30	Almoço

 Dia 3/07/2008 – SALA 131 (Anfiteatro)

		Tema 6: SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE USO DA TERRA. NOVOS DESAFIOS
		Moderadores: Luís Miguel Brito & Nicolás Bellinfante
14:30	14:45	Influência das técnicas de instalação da vinha no desenvolvimento radicular e na alimentação hídrica da vinha: casos de estudo. Carlos Arruda Pacheco & Ana Costa Dias
14:45	15:00	Efeito da ripagem prévia seguida de armação do terreno em vala e câmara na sobrevivência, crescimento e potencial hídrico foliar das espécies <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco e <i>Castanea sativa</i> Mill. em jovens povoamentos florestais. F. Fonseca, A. Martins, T. de Figueiredo, C. Nogueira & A. Guerra
15:00	15:15	Mejora del balance de nitrógeno en el suelo en olivares bajo agricultura de conservación. F. Márquez, R. Ordóñez, R.M. Carbonell & M.A. Repullo
15:15	15:30	Efeito das pastagens melhoradas biodiversas na produtividade e na qualidade do solo em montados do Sul de Portugal. J. Nunes, N. Cortez, C. Alexandre, M. Carneiro, A. Fabião & M. Madeira
15:30	15:45	Discussão
15:45	17:00	Pausa e painéis
		Tema 6: SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE USO DA TERRA. NOVOS DESAFIOS (cont.)
		Moderadores: Luís Miguel Brito & Nicolás Bellinfante
17:00	17:15	Efectos de tres diferentes sistemas de laboreo sobre las cosechas de girasol en un suelo muy arcilloso (Vertisol). Pedro González-Fernández, J. Vicente Giráldez-Cervera, Rafaela Ordóñez-Fernández & Francisco Perea Torres
17:15	17:30	Pérdida de fósforo y materia orgánica por erosión hídrica en parcelas revegetadas con matorral autóctono bajo clima semiárido. R. Bienes & M.J. Marqués
17:30	17:45	Dinâmica do azoto em plantações de <i>Pinus pinaster</i> S. Viso, A.S. Santos, M.C. Cameira, R. L. Pato, M. Madeira
17:45	18:00	Efecto de distintos tratamientos agrícolas sobre la fertilidad química en tepetates cultivados del eje transvolcánico mexicano. Sara Covalada, Silvia Pajares, Juan F. Gallardo, Juliana Padilla, Jorge D. Etchevers, Aurelio Báez, & M. Isabel González
18:00	18:15	Discussão
18:15		(Ver continuação do programa na página do AUDITÓRIO)

 Dia 3/07/2008 – AUDITÓRIO

		Tema 7: DEGRADAÇÃO, PROTECÇÃO E RECUPERAÇÃO DE SOLOS
		Moderadores: Nuno Cortês & Juan Cornejo
14:30	14:45	Presencia de metales pesados y arsénico en los suelos de saladares costeros del mar menor y en sedimentos litorales: acumulación por moluscos marinos A. María-Cervantes, J. Álvarez-Rogel & F. J. Jiménez-Cárceles
14:45	15:00	Utilización de fluorescencia de rayos X portátil en el estudio de suelos potencialmente contaminados F. Martín, S. Morales-Ruano, M. Bagur, C. Estepa, E. Fernández, M. Díez & J. Aguilar
15:00	15:15	Disponibilidad y bio-accesibilidad de metales en la fracción arcilla de suelos urbanos de Sevilla Fernando Madrid, Encarnación Díaz-Barrientos & Luis Madrid
15:15	15:30	Utilización de lodos de corte y pulido de la Industria del mármol para la recuperación de escombreras Juan Antonio Sánchez Garrido, Mariano Simón Torres, Inés García Fernández, Fernando del Moral Torres, Sergio de Haro Lozano, Francisco Martín Peinado, Ángel Iriarte Mayo & Verónica González Andrés
15:30	15:45	Discussão
15:45	17:00	Pausa e painéis
		Tema 7: DEGRADAÇÃO, PROTECÇÃO E RECUPERAÇÃO DE SOLOS (cont.)
		Moderadores: Nuno Cortês & Juan Cornejo
17:00	17:15	Efecto de la cobertura de piedras sobre la erosión hídrica en suelos de dehesa Lorena Martínez-Zavala, Antonio Jordán, Nicolás Bellinfante & Juan Gil
17:15	17:30	Metodologias de avaliação do risco de erosão e de desertificação dos solos. Caso de estudo: bacia hidrográfica do Vale do Gaió M.C. Gonçalves, T.B. Ramos, J.C. Martins & C. Kosmos
17:30	17:45	Biodisponibilidade de Cu, Pb e Zn nas áreas mineiras de Canal Caveira e São Domingos – Faixa Piritosa Ibérica M. M. Abreu, E. S. Santos, M. B. Ferreira, M.C.F. Magalhães
17:45	18:00	Variación de los valores del factor topográfico “LS” obtenidos en un área incendiada, antes y después del incendio aplicando los modelos USLE y RUSLE. Influencia del uso y del tipo del suelo en su cálculo. Margarita Roldán Soriano & Vanesa Chicharro Fernández
18:00	18:15	Discussão
18:15		Sessão de encerramento
20:30		Jantar do Congresso (Jardim do Paço – junto ao Templo Romano)

Dia 4/07/2008 – Excursão técnico-científica (ver Guia de Viagens)

Resumos

Conferências plenárias

1. Gênese, sistemas de informação de solos e ordenamento do território.
2. Física do solo e gestão da água.
3. Química e mineralogia do solo.
4. Biologia e ecologia do solo.
5. Fertilidade do solo e nutrição das plantas.
6. Sustentabilidade dos sistemas de uso da terra. Novos desafios.
7. Degradação, protecção e recuperação de solos.
8. O solo no ensino e na sociedade.

Índice de comunicações por sessões temáticas

CONFERÊNCIAS PLENÁRIAS	29
Índices de classe de qualidade da estação em povoamentos florestais de Sobreiro (<i>Q. suber</i> , L.) e Pinheiro Manso (<i>P. pinea</i> , L.).....	31
<i>Alfredo Gonçalves Ferreira</i>	
El fósforo como problema agronómico y ambiental. Reflexiones para una gestión sostenible de la fertilización fosfatada	32
<i>Antonio Delgado</i>	
Climate change – can soil make a difference?.....	33
<i>Luca Montanarella</i>	
GÉNESE, SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE SOLOS E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO	35
Procesos edafogenéticos en una toposecuencia en Tierra del Fuego (Argentina).....	36
<i>J. C. Nóvoa-Muñoz, X. Pontevedra-Pombal, A. Moretto, S. Peñal, J. Escobar, A. Martínez-Cortizas & E. García-Rodeja Gayoso</i>	
Indicadores ambientales relacionados con el suelo en el Observatorio Territorial Alentejo Extremadura (OTALEX).	37
<i>José Cabezas, Luis Fernández-Pozo, Francisco Márquez, Ana Lopes, María Ángeles Rodríguez, Ignacio Fernández, Catarina Meireles, Teresa Batista & Carlos Pinto-Gomes</i>	
Significado edafogenético de la relación maghemita/hematites en suelos aerobios	38
<i>José Torrent & Vidal Barrón</i>	
Análise de conflitos de uso em áreas de preservação permanente numa microbacia.....	39
<i>Sérgio Campos, Mariana Lisboa Pessoa, Ana Paula Barbosa, Flávia Mazzer Rodrigues, Teresa Cristina Tarlé Pissarra & Laura Rocha de Castro Lopes</i>	
Painéis	40
Crecimiento Urbano (1956-2005) y pérdida de suelo en el litoral mediterráneo español. El caso de Sant Vicent del Raspeig (Alicante)	41
<i>Antonio Valera Lozano, Carlos Añó Vidal & Juan Sánchez Díaz</i>	
Evaluación de los suelos del Común Municipal en el municipio de San Diego, Departamento de Zacapa, Guatemala.....	42
<i>Casta Zeceña Zeceña, Begoña Martínez Escudier & Ángel Sánchez Bellón</i>	
Variación de las propiedades y mineralogía de los suelos desarrollados sobre tobas pumíticas a lo largo de gradientes ambientales en la Isla de Tenerife (Islas Canarias).....	43
<i>J.L. Mora, A. Rodríguez Rodríguez, C.M. Armas, J.A. Guerra & C.D. Arbelo</i>	
Desarrollo modular y espacial del sistema de información de suelos de La Rioja (SISR).....	44
<i>José M^a Martínez Vidaurre, Nuria Gómez Pérez, Clara Larrieta Quintana & Fernando Pavón Díaz-Pabón</i>	
Los SIG aplicados a la evolución de usos de suelo en el litoral mediterráneo: estudio de la Cuenca de la Rambla de las Moreras (sureste de España)	43a
<i>J.M. Quiñonero Rubio, F. Reverte Jiménez & R. Ortiz Silla</i>	

Usos forestales potenciales del Parque Natural “Los Alcornocales” (Cádiz, España) basado en sus suelos	45
<i>M. del Toro Carrillo, I. Gomez Parrales, L. Parras Alcantaras & L. Corral Mora</i>	
Adecuación geoambiental de los suelos del Parque Natural “Los Alcornocales” (Cádiz, España) para diferentes usos forestales.....	46
<i>M. del Toro Carrillo, I. Gomez Parrales, L. Parras Alcantaras & L. Corral Mora</i>	
Impacto de la concentración parcelaria en el suelo y el paisaje de un municipio del sur de Salamanca, en una zona de espacios naturales protegidos.....	47
<i>M.P. García Rodríguez & J.A. Garcia Rodríguez</i>	
Monitoramento e análise temporal do uso da terra numa microbacia	49
<i>Sérgio Campos, Ana Paula Barbosa, Mariana Garcia da Silva & Laura Rocha de Castro Lopes</i>	
Comportamiento geoquímico del mercurio durante la edafogénesis en una catena de suelos forestales podsólicos de Tierra del Fuego.....	50
<i>X. Pontevedra-Pombal, J.C. Nóvoa-Muñoz, A. Moretto, S. Peña, J. Escobar, E. García-Rodeja & A. Martínez-Cortizas</i>	
Zoneamento ambiental do município de Maringá, PR, Brasil.....	51
<i>Zacarias Xavier de Barros, Sergio Campos, Mariza Trovarelli Tornero, Bruna Soares Xavier de Barros & Lincoln Gehring Cardoso</i>	
FÍSICA DO SOLO E GESTÃO DA ÁGUA.....	53
Uso del modelo LEACHM para la evaluación y optimización del uso de aguas de diferente calidad en el cultivo de cítricos	54
<i>A. Hurtado-Soler & J. Batlle-Sales</i>	
Sustentabilidade estrutural de um Argissolo submetido a dois sistemas de cultivo na bacia hidrográfica do Alto Paranapanema, Brasil	55
<i>Antonio Gabriel Filho, Virgínia M. Fontes Cardoso, Kléber P. Lanças & Reginaldo Barbosa da Silva</i>	
Índice de cone, capacidade de suporte de carga e teor de água de quatro solos da Fazenda Lageado, Botucatu/SP, Brasil.....	56
<i>Kléber Pereira Lanças, Juan José Bonnin Acosta, José Manuel Mirás Avalos, Reginaldo Barboza da Silva & Antonio Paz González</i>	
Simulation of water dynamics in two irrigated soils	57
<i>Lúcia Barão, Pedro Chambel Leitão, Ramiro J.Neves, Maria Conceição Gonçalves, Tiago B. Ramos & Nádia Castanheira</i>	
Indicadores de qualidade física e do estado crítico de consolidação do solo em áreas canavieiras, SP (Brasil).....	58
<i>Reginaldo Barboza da Silva, Kleber Pereira Lanças & Piero Iori</i>	
Influência do comprimento do sulco sobre a equação de infiltração obtida pelo método dos dois pontos de Elliot e Walker.....	59
<i>S. Shahidian & R.P. Serralheiro</i>	
Humedad edáfica y niveles freáticos en arenosoles del centro de la Península Ibérica.....	60
<i>V. Gómez-Sanz & J.I. García-Viñas</i>	
Painéis.....	61
Validación y uso de funciones de edafotransferencia para la determinación de las propiedades hidráulicas en suelos agrícolas de Torreblanca (Castellón, Spain)	62
<i>A. Hurtado-Soler & J. Batlle-Sales</i>	

Integrated analysis of physical factors in semiarid continental soils	63
<i>Ana Álvarez, Salvador Sastre, Gonzalo Almendros & Pilar Carral</i>	
Modelo de gestão de rega em espaços verdes.....	64
<i>António Palma Serafim & Cândida Rodrigues</i>	
Necessidades hídricas e coeficientes culturais de oliveiras de sequeiro convertidos a regadio na região de Moura	65
<i>Francisco Lúcio Santos, Pedro C. Valverde, João L. Reis, Alice F. Ramos & Nádía L. Castanheira</i>	
Influência de coberturas mortas e da mobilização no comportamento térmico da camada superficial de um Luvissole	67
<i>J. A. Andrade, C. Alexandre & G. Basch</i>	
Variabilidad espacial de atributos físico-hídricos del suelo y productividad del frejil irrigado bajo un sistema de siembra directa	68
<i>M. W. Roque, R. M. Mestas, E. E. Matsura, A. Paz & D. R. Bizari</i>	
Dinámica de la superficie de suelos agrícolas durante tormentas y periodos de lluvias continuas	69
<i>M.M. Taboada Castro, M.L. Rodríguez Blanco & M.T. Taboada Castro</i>	
Curva característica de umidade de um Nitossolo Vermelho Distroférrico submetido a oito anos de plantio direto	70
<i>Mariléia Barros Furtado, Silvio José Bicudo & Antonio Paz González</i>	
Previsão da qualidade do solo em áreas regadas com águas salinas	71
<i>N. Castanheira, T. B. Ramos, M. C. Gonçalves, A. Prazeres, J. C. Martins, M. L. Fernandes, F. P. Pires & F. L. Santos</i>	
Soil physical quality in different orders of semiarid soils in central Spain.....	72
<i>Pilar Carral, Ana Álvarez & Gonzalo Almendros</i>	
Medição e registo da temperatura do solo.....	73
<i>Sueli Rodrigues, Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues, Alexandre César Rodrigues da Silva</i>	
Previsão da condutividade eléctrica da solução do solo em áreas regadas com águas salinas	74
<i>T. B. Ramos, M. L. Fernandes, N. Castanheira, M. C. Gonçalves, A. Prazeres, J. C. Martins, F. P. Pires & F. L. Santos</i>	
QUÍMICA E MINERALOGIA DO SOLO.....	75
Modelo de producción de biomasa en suelos ácidos de raña corregidos con productos calizos	76
<i>Eduardo Villa Bermejo & Manuel Vidal Bardán</i>	
Estudio del comportamiento del suelo frente a aportes de níquel mediante procesos de sorción-desorción y posible riesgo de transferencia a otros medios.....	77
<i>I. Vázquez Garranzo, J. González Parra & A.M. Moreno García</i>	
Fraccionamiento químico y stock de carbono en Acrisoles del Sur de Brasil	78
<i>M. Velasco-Molina & F. Macías</i>	
Perda de fósforo por drenagem e evolução do teor em fósforo de um Cambissolo sujeito a produção de suínos ao ar livre.....	79
<i>Maria do Carmo Horta, Marta Batista, Natália Roque, Filipe Afonso, Sandra Duarte & José Almeida</i>	
Retención y fraccionamiento de fósforo en residuos mineros sometidos a inundación.....	80
<i>María Nazaret González Alcaraz, José Álvarez Rogel, Consuelo Egea Nicolás & Francisco José Jiménez Cárceles</i>	

Dehydrogenase and Urease activities of a soil from Évora region.....	81
<i>M^a Rosário Martins, Filipa Santos, Patrícia Candeias & Júlio Cruz-Morais</i>	
Arsénico en suelos del Valle de los Pedroches (Córdoba)	82
<i>N. Bellinfante & I.A. Gómez Parrales</i>	
Previsão do azoto mineralizável do solo: comparação de variantes no método de incubação anaeróbia-extracção	83
<i>Susana Mendes, João Coutinho & Fernanda Cabral</i>	
Painéis	84
Sorção de benzo(a)pireno num solo Português	85
<i>A. S. Teixeira, B. Fonseca, M. C. R. Peralba & T. Tavares</i>	
Concentración de cobre de equilibrio en suelos dedicados al cultivo de viñedo	86
<i>Cristina Pérez-Novo, David Fernández-Calviño, Eugenio López-Periago, Juan Carlos Nóvoa-Muñoz & Manuel Arias-Estévez</i>	
Niveles de cobre en capas superficiales de suelos dedicados al cultivo de viñedo.....	87
<i>David Fernández-Calviño, Cristina Pérez-Novo, Eugenio López-Periago, Juan Carlos Nóvoa-Muñoz & Manuel Arias-Estévez</i>	
Speciation of aluminium extracted from selected soils derived from granite using GEOCHEM program.....	88
<i>E. Auxtero & M. Madeira</i>	
Estudio de la disolución del suelo en comunidades de <i>Erica andevalensis</i> en minas de Riotinto (Huelva, SO España)	89
<i>E. Buján, A. García-Arrese, M. Velasco-Molina & F. Macías</i>	
Fraccionamiento secuencial del aluminio tras la enmienda caliza en los suelos extraácidos de raña de la provincia de León (España).....	90
<i>Eduardo Villa Bermejo & Manuel Vidal Bardán</i>	
Influência do manganés na ocorrência da carência magnésiana no castanheiro.....	91
<i>Ester Portela, C. Coelho Pires & José Lousada</i>	
Efecto de la actividad antrópica en el contenido de metales pesados de los suelos de la marisma de La Ramallosa (Galicia, España)	92
<i>F.A. Vega, E.F. Covelo & M.L. Andrade</i>	
Efeito da presença e posicionamento dos resíduos orgânicos de <i>Castanea sativa</i> nas características químicas do solo e na lixiviação de nutrientes	93
<i>Fernando Raimundo, João Coutinho, Manuel Madeira & Afonso Martins</i>	
Evolución de las concentraciones de Zn y Cd solubles en residuos mineros sometidos a 3 meses de inundación.....	94
<i>J. Álvarez-Rogel, A. María-Cervantes & F.J. Jiménez-Cárceles</i>	
Monitorização da qualidade do solo e das águas de drenagem em duas bacias regadas com água da Albufeira de Odivelas (Alentejo) no período de 2005-2007.....	95
<i>J.C. Martins, I. Oliveira, F.P. Pires, H. Catronga, A.S. Araújo, M. Varela, T.B. Ramos, A. Prazeres, A. Castro, M.C. Gonçalves, C. Guerreiro & L. Boteta</i>	
Comparação de metodologias nas incubações aeróbias de solo com correctivos orgânicos	96
<i>João Coutinho, Paula Fidalgo, Rui Lagoa, Ricardo Alves & Fernanda Cabral</i>	
Efecto de la fertilización con quelatos de Cu de origen natural y sintético en el pH y el potencial redox de un suelo calizo inundado	97
<i>J.M. Álvarez, D. González, A. Obrador & P. Almendros</i>	

Estudio de la fertilidad y de los metales pesados en suelos de agroecosistemas tropicales	98
<i>J. Pastor, S. Alexis,, C. Vizcayno & A.J. Hernández</i>	
Clay-based formulations for reducing simazine leaching in soil	99
<i>Juan Cornejo, Cristina Domínguez, M. Carmen Hermosin & Rafael Celis</i>	
Redistribución de cobre en suelos ácidos en células de difusión.....	100
<i>M. Paradelo-Pérez, J.C. Nóvoa-Muñoz, M. Arias-Estévez & J.E. López-Periago</i>	
Origen de sólidos en suspensión y fósforo exportados durante eventos de precipitación en una pequeña cuenca de la Región de Galicia	101
<i>M.L. Rodríguez Blanco, M.M. Taboada Castro, L. Palleiro Suárez & M.T. Taboada Castro</i>	
Aplicação de um método analítico para a determinação simultânea de LAS, NPE e DEHP em solos tratados com lodos de esgoto	102
<i>M^a del Mar González, Juan L. Santos, Irene Aparicio, Esteban Alonso, Regilene A. da S. Souza & Carlos A. Bissani</i>	
Contenido de Cl y Na durante cuatro años en el cierre de una cuenca agroforestal de clima atlántico.....	103
<i>P. Sande Fouz, J.M. Mirás Avalos & E. Vidal Vázquez</i>	
Efeito da moenda fina das amostras de terra na determinação dos teores de azoto total e carbono total e orgânico.....	104
<i>R.M.S. Dias, C.M. Sempiterno & L. Farropas</i>	
BIOLOGIA E ECOLOGIA DO SOLO.....	105
Influencia del grupo de suelo y el uso sobre la reserva de carbono orgánico en clima Mediterráneo.....	106
<i>I.A. Gómez Parrales, M. del Toro Carrillo & N. Bellinfante</i>	
Decomposição e dinâmica de nutrientes em duas espécies halófitas no Sapal de Castro Marim	107
<i>Luiz Carlos Gazarini, Maria Paula Simões, Maria da Luz Calado, Luis Filipe Ferreira & Manuel Madeira</i>	
Evolución anual de los valores de carbono después de aplicar lodos de depuradora a un suelo carbonatado en la Comunidad de Madrid.	108
<i>M.A. Casermeiro Martínez, M.T. de la Cruz Caravaca, L. Garcia-Montero, M.I. Hernando Massanet & I. Valverde Asenjo</i>	
Macrofauna de um ferralsol em recuperação com lodo de esgoto e adubação verde.....	109
<i>M.C. Alves, A.E. Kitamura, E.V. Vázquez & A. Páz González</i>	
Painéis.....	110
Efeito da gestão do coberto herbáceo e do posicionamento na decomposição das folhas da folhada de sobreiro.....	111
<i>Celeste Santos-Silva, Manuel Madeira, Luiz Gazarini & Nuno Cortez</i>	
Efecto de la aplicación de lodo de depuradora en la actividad microbiana de una saprolita en vías de rehabilitación	112
<i>E. Vidal Vázquez, C.A. de Abreu, M.C. Alves & J. Paz Ferreira</i>	
Influencia del manejo del suelo en la diversidad y abundancia de la mesofauna de un Ferralsol	113
<i>E. Vidal Vázquez, M.C. Alves, A. Paz González & J.M. Mirás Avalos</i>	

Armazenamento de carbono em comunidades de matos do Parque Natural de Montesinho (Nordeste de Portugal).....	114
<i>Felícia Fonseca, Maria Alice Bompastor Ramos & Tomás de Figueiredo</i>	
Efeito das técnicas de gestão do estrato arbustivo na dinâmica de nutrientes do solo, em montados do Sul de Portugal	115
<i>Jorge Nunes, Maria Paula Simões, Luiz Carlos Gazarini & Manuel Madeira</i>	
Distribución de comunidades vegetales por patrones edáficos en el estuario del Tajo	116
<i>M.T. de la Cruz Caravaca, J.R. Quintana Nieto, E. Agostinelli, J. Molina Abril & M.A. Casermeiro Martínez</i>	
Relaciones suelo-vegetación en pinares (<i>Pinus radiata</i>) de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Bizkaia)	117
<i>O. Artieda, S. Mendarte, I. Albizu, M. Onaindia, M.A. Rozas, J.A. González & C. Garbisu</i>	
Efecto de la forestación en la dinámica de la materia orgánica y la calidad de un suelo semiárido erosionado en Navarra	118
<i>Oihane Fernández, Iñigo Virto, Paloma Bescansa, María José Imaz & Alberto Enrique</i>	
Estirpes de rizóbio tolerantes a condições extremas de salinidade, alta temperatura e secura do solo	119
<i>P. Fareleira, N. Matos, J. F. Marques & E. M. Ferreira</i>	
Diversidade genotípica de estirpes de rizóbio isoladas de diferentes tipos de solo	120
<i>P.I. Alves, A.C. Dourado, J.F. Marques, M.T. Barreto Crespo & P. Fareleira</i>	
Dinámica de materia orgánica en el Parque Natural El Hondo	121
<i>Patricia Córdoba Sola, Ignacio Melendez-Pastor, Jose Navarro-Pedreño & M^a Belén Almendro Candel</i>	
FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DAS PLANTAS	123
Mineralização do azoto e do carbono num fluvisso solo submetido a diferentes condições de salinidade e adubação azotada	124
<i>A. Prazeres, P. Fareleira, M.C. Gonçalves & J. C. Martins</i>	
Caracterização de compostos e de materiais orgânicos para a formulação de substratos para viveiros	125
<i>C. Cunha-Queda, M.-C. Morais Forte, H.M. Ribeiro & M.H. Almeida</i>	
Gestão da fertilização azotada em couve Penca de Mirandela (<i>Brassica oleracea</i> , var. costata) recorrendo a fertilizantes que libertam os nutrientes de forma condicionada	126
<i>Helga Santos, M. Ângelo Rodrigues, Luís Dias & Margarida Arrobas</i>	
Disponibilidade de azoto resultante da utilização de resíduos orgânicos na fertilização do milho	127
<i>J. P. Carneiro, J. J. Freire, J. Coutinho & H. Trindade</i>	
Aubos revestidos de microrganismos benéficos aumentam a eficiência da adubação química	128
<i>João Castro Pinto</i>	
Compostagem da fracção sólida do chorume com palha de azevém (<i>Lolium multiflorum</i> L.) e com tojo (<i>Ulex europaeus</i> L.)	129
<i>L. M. Brito, A. L. Amaro, I. Mourão & J. Coutinho</i>	

Indicadores de fertilidade e de contaminação por metais pesados e microrganismos fecais em solos sob pastagem no Alentejo, por aplicação de lama residual urbana e fertilização mineral	130
<i>M.G. Serrão, J.C. Martins, P. Fareleira, M.A. Castelo Branco, A. Varela, H. Domingues, M. Fernandes, F.P. Pires, A. Guerreiro, J.B. Ramos & A.M. Campos</i>	
Cambios en los contenidos de Cu y Zn en diferentes suelos del área metropolitana de A Coruña (NO España) debidos a la adición de compost	132
<i>P. Sande Fouz, J.M. Mirás Avalos, A.I. Roca Fernández & E. Vidal Vázquez</i>	
Painéis	133
Deserción de fósforo en un suelo de olivar con repetidas aplicaciones de alperujo.....	134
<i>A. López-Piñeiro, A. Albarrán, J.M. Rato, D. Cabrera, S. Flores, D. Peña & S. Fernández</i>	
Produção, azoto exportado e azoto residual no solo em alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) cultivada em vasos quando sujeita à aplicação de vários fertilizantes que retardam a libertação de azoto	135
<i>André Perotto, Margarida Arrobas, Luís Dias, Sérgio Ruivo, Helga Santos, Antónia Cordeiro, Isabel Ferreira, Norberto Bonifácio & M. Ângelo Rodrigues</i>	
Estudio de la aplicación de SPCH como fertilizante y enmienda orgánica en un suelo vitícola.	136
<i>C. Larrieta, N. Gómez, F. Pavón, N. Domínguez, A. Benito, M. Pérez, E. García-Escudero, J. M^a Martínez & I. Martín</i>	
Efeito da aplicação ao solo de água-ruça, bagaço de azeitona e um composto sobre os teores de azoto total e mineral e carbono orgânico	137
<i>C.M. Sempiterno & R.M. Fernandes</i>	
Influência da rega gota-a-gota enterrada com e sem a introdução de ar na humidade do solo, no azoto nítrico disponível e na produção de alface em estufa.....	138
<i>Carina Rejane Pivetta, Rui Manuel Machado, Arno Bernardo Heldwein, Leandro Dalbianco & Maria do Rosário G. de Oliveira</i>	
A fertilização e a produção sustentada de <i>Eucalyptus globulus</i>	139
<i>Carlos Arruda Pacheco, Ana Costa Dias & José Tomé</i>	
Fertilización nitrogenada mediante el uso de cubiertas vegetales de leguminosas	140
<i>Cristina Alcántara, Rosa Carbonell, Milagros Saavedra, Antonio Jiménez & Raífaela Ordóñez</i>	
Fraccionamiento de zinc en un suelo débilmente ácido después de un cultivo de maíz fertilizado con quelatos de zinc	141
<i>D. González, J. Novillo, P. Almendros & J.M. Álvarez</i>	
Cattle slurry treatment by mechanical and chemical separation: effect on N ₂ O emissions, mineral N dynamics and grass yields after application to grassland	142
<i>David Fangueiro & David Chadwick</i>	
Utilização de um compostado como alternativa aos fertilizantes orgânicos comerciais na produção biológica de alface “Baby Leaf”	143
<i>Henrique Ribeiro, David Fangueiro, Ernesto Vasconcelos, Rita Ventura, Cristina Cunha-Queda, João Coutinho & Fernanda Cabral</i>	
Lodos secados térmicamente como fuente de materia orgánica en agricultura: efectos sobre la biomasa microbiana y las actividades enzimáticas de suelos enmendados	144
<i>I. Haller, J.C. García-Gil & A. Polo</i>	

Valorización de restos postcosecha y sus efectos sobre las propiedades y características del suelo	145
<i>J. Moreno Cornejo & A. Faz Cano</i>	
Variabilidad de la adsorción de metalaxil en suelos enmendados con residuos postcultivo de champiñón	146
<i>J.M. Marín-Benito, M.S. Rodríguez-Cruz, M.J. Sánchez-Martín, M.S. Andrades & M. Pérez Clavijo</i>	
Influencia de la dosis de enmienda orgánica empleada en la rehabilitación edáfica de una cantera de yeso	147
<i>M. Albert, J.M. Castillejo, S. Abad, A. García & R. Castelló</i>	
Estudos nutricionais de variedades de uva de mesa em parral alto: efeito na qualidade da produção	148
<i>M.E. Correia, M.F. Candeias, F. Gama, P.J. Correia & M. Pestana</i>	
Mobilidade do boro na oliveira	149
<i>Margarida Arrobas, M.Carmo Oliveira & M. Ângelo Rodrigues</i>	
Análise comparativa do diagnóstico do estado nutritivo em boro da oliveira a partir de folhas colhidas em Julho e em Janeiro.....	150
<i>Margarida Arrobas, João Lopes, Francisco Pavão, José Cabanas & M. Ângelo Rodrigues</i>	
Propiedades de suelos agrícolas asociadas a la aplicación de lodos de depuradora como enmendantes: comarca del alto vinalopó	151
<i>Marta Fernandez, Ignacio Gómez, Jose Navarro-Pedreño, Alfonso Lag, Juan Luis Martínez & Victor Nieto</i>	
Recycling pig slurries for agricultural practises	152
<i>Melisa Gómez Garrido,, Angel Faz Cano, Ana Belen Olivares Martinez, & Vicente Climent Talavera,</i>	
Efeito da aplicação do composto com a <i>Eichhornia crassipes</i> e resíduos agro-industriais como substrato e fertilizante orgânico para a horticultura biológica	153
<i>Paula Simões & M.C. Magalhães</i>	
Influência do azoto aplicado na disponibilidade de azoto nítrico no solo, na densidade radical e na produção de cebolas de dias médios em condições mediterrânicas	154
<i>R.M.A. Machado, S. Shahidian & M.R.G. Oliveira</i>	
Influência do controle de infestantes e da fertilização no crescimento e concentração de nutrientes em pinheiro bravo	155
<i>Rui Xavier & Ana Luísa Pires</i>	
Influência da aplicação de chorumes a um solo franco arenoso, na lixiviação de azoto	156
<i>S. O. Pires, C. M. d S. Cordovil, L. Ferreira</i>	
Previsão do azoto mineralizável em correctivos orgânicos aplicados ao solo: utilização do método de incubação anaeróbia-extracção	157
<i>Susana Mendes, João Coutinho & Fernanda Cabral</i>	
Efecto del encalado con caliza magnesiana y espuma de azucarería sobre la fertilidad química de suelos ácidos dedicados al cultivo de <i>Vitis vinifera</i> cv. Mencía.....	158
<i>V.M. García-Martínez, M.A. Olego Morán, R. Benavente Rubio & E. Garzón Jimeno</i>	
Utilización de un fertilizante biotecnológico como enmienda orgánica en suelos básicos dedicados al cultivo de viñedo.....	159
<i>V. M. García-Martínez, M.A. Olego Morán, R. Benavente Rubio & E. Garzón Jimeno</i>	

SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE USO DA TERRA. NOVOS DESAFIOS	161
Influência das técnicas de instalação da vinha no desenvolvimento radicular e na alimentação hídrica da vinha: casos de estudo.....	162
<i>Carlos Arruda Pacheco & Ana Costa Dias</i>	
Efeito da ripagem prévia seguida de armação do terreno em vala e câmara na sobrevivência, crescimento e potencial hídrico foliar das espécies <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco e <i>Castanea sativa</i> Mill. em jovens povoamentos florestais.....	163
<i>F. Fonseca, A. Martins, T. de Figueiredo, C. Nogueira & A. Guerra</i>	
Mejora del balance de nitrógeno en el suelo en olivares bajo agricultura de conservación	164
<i>F. Márquez, R. Ordóñez, R.M. Carbonell & M.A. Repullo</i>	
Efeito das pastagens melhoradas biodiversas na produtividade e na qualidade do solo em montados do Sul de Portugal.....	165
<i>J. Nunes, N. Cortez, C. Alexandre, M. Carneiro, A. Fabião & M. Madeira</i>	
Efectos de tres diferentes sistemas de laboreo sobre las cosechas de girasol en un suelo muy arcilloso (Vertisol)	166
<i>Pedro González-Fernández, J. Vicente Giráldez-Cervera, Rafaela Ordóñez-Fernández & Francisco Perea Torres</i>	
Pérdida de fósforo y materia orgánica por erosión hídrica en parcelas revegetadas con matorral autóctono bajo clima semiárido	167
<i>R. Bienes & J. M. Marqués</i>	
Dinâmica do azoto em plantações de <i>Pinus pinaster</i>	169
<i>S. Viso, A.S. Santos, M.C. Cameira, R. L. Pato & M. Madeira</i>	
Efecto de distintos tratamientos agrícolas sobre la fertilidad química en tepetates cultivados del eje transvolcánico mexicano	170
<i>Sara Covaleta, Silvia Pajares, Juan F. Gallardo, Juliana Padilla, Jorge D. Etchevers, Aurelio Báez & M. Isabel González</i>	
Painéis	171
Estimativa de produtividade em soutos submetidos a diferentes práticas de gestão do solo no Nordeste de Portugal.....	172
<i>A. Martins, O. Borges, E. Portela, F. Raimundo & G. Marques</i>	
Incidencia del pastoreo en suelos de clima árido mediterráneo sobre el color del suelo.....	173
<i>Beatriz Ramírez, Luis Fernández-Pozo & José Cabezas</i>	
Influência de factores edáficos e geomorfométricos na variabilidade espacial da produtividade do milho regado com rampa rotativa.....	174
<i>C. Alexandre, R. Coelho, L.L. Silva, J.R. Marques da Silva</i>	
Resposta de órgãos ativos de semeadora-adubadora de plantio direto em distintos solos no estado de São Paulo.....	175
<i>Denise Mahl, Carlos Antonio Gamero & Sérgio Hugo Benez</i>	
Caracterización de los parámetros edáficos que influyen en la productividad del almendro.....	176
<i>E. Fernández, F. Martín, J.M. Muñoz, M. Sierra, J. Fernández, M. Diez, A. Martínez & J. Aguilar</i>	
Mineralização do N do solo: Caso de estudo num ensaio de plantações mistas de <i>Fraxinus excelsior</i> x <i>Alnus cordata</i>	177
<i>Ermelinda Pereira, Sandra Caldas, M. Sameiro Patrício, Luís Nunes & M. Loreto Monteiro</i>	

Cubiertas vegetales vs laboreo. Diferencias entre cubiertas sembradas segadas químicamente y cubiertas espontáneas segadas mecánicamente.	178
<i>F. Márquez, J.A. Gil-Rives & E. González</i>	
Dinámica del C orgánico y de la salinidad inducida por el cambio de uso del suelo en ambientes mediterráneos semiáridos	179
<i>F. Reverte Jiménez, J.M. Quiñero Rubio & R. Ortiz Silla</i>	
Influencia del uso del suelo en su calidad ambiental en medio semiárido (Murcia SE España).....	180
<i>J.A. Hernández Bastida, M.T. Fernández Tapia, A. Ortuño Castellano & M.A. Alarcón Bernal</i>	
A influência de diferentes rotações culturais de regadio sobre a alteração de algumas características químicas do solo.....	181
<i>J.M. Nunes, A. López-Piñeiro & J.P. Coelho</i>	
Efectos de la puesta en cultivo y del monocultivo de la vid en los suelos del Ribeiro (Galicia, NO España).....	182
<i>J.M. Queijeiro, J.C. Nóvoa, D. Ward & C. Olleros</i>	
Índice de qualidade de um Nitossolo Vermelho Distroférrico submetido a diferentes sistemas de manejo e após a cultura do girassol	183
<i>José G. L. Rodrigues, Jairo C. Fernandes, Carlos A. Gamero, Kléber P. Lancas & A. P. González</i>	
Comportamento temporal das propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a três formas de preparo do solo.....	184
<i>Leandro Dalbianco, Dalvan José Reinert, José Miguel Reichert & Carina Rejane Pivetta</i>	
Gestão da vegetação com herbicidas em olivais de sequeiro: grau de cobertura do solo e dinâmica das espécies.....	185
<i>M. Ângelo Rodrigues, José E. Cabanas, João Lopes, Francisco Pavão & Margarida Arrobas</i>	
Variabilidade da matéria orgânica, densidade e resistência mecânica do solo à penetração, em uma área sob plantio direto.....	186
<i>Mariélia Barros Furtado, Silvio José Bicudo & Antonio Paz González</i>	
Seguimiento de la fertilidad en rotaciones forrajeras convencionales vs. ecológicas: correlaciones con parámetros de calidad de las cosechas.	187
<i>N. Pedrol, F.A. Vega, E.F. Covelo, A. Martínez & M.L. Andrade</i>	
Avaliação da aptidão forrageira em sistemas de uso múltiplo: enquadramento e método.....	188
<i>Pedro Alpendre, Ana Cristina Gonçalves, Alfredo Gonçalves Ferreira & Susana Saraiva Dias</i>	
Avaliação da aptidão forrageira em sistemas de uso múltiplo: um caso de estudo – Évora, Montemor-o-Novo e Arraiolos.....	189
<i>Pedro Alpendre, Ana Cristina Gonçalves, Alfredo Gonçalves Ferreira & Susana Saraiva Dias</i>	
Influencia del sistema de manejo del suelo en la dinámica del carbono orgánico y de las emisiones de CO ₂	190
<i>R. Ordóñez, R. Carbonell, P. González & A. Rodríguez-Lizana</i>	
Alteração de atributos físicos e mecânicos do solo e a redução de produtividade e qualidade do chá no estado de São Paulo, Brazil.....	191
<i>Reginaldo Barboza da Silva, Piero Iori, Francisca Alcivania de Melo Silva & Josilaine Emanuelle do Prado</i>	

Impacto de técnicas de mobilização na conservação do solo e na produtividade de milho regado por rampa rotativa num Fluvissolo.....	192
<i>T.B. Ramos, J.C. Martins, F.P. Pires, P.B. Luz, N.L. Castanheira, J.L. Reis & F.L. Santos</i>	
DEGRADAÇÃO, PROTECÇÃO E RECUPERAÇÃO DE SOLOS.....	193
Presencia de metales pesados y arsénico en los suelos de saladares costeros del mar menor y en sedimentos litorales: acumulación por moluscos marinos.....	194
<i>A. María-Cervantes, J. Álvarez-Rogel & F.J. Jiménez-Cárceles</i>	
Utilización de fluorescencia de rayos X portátil en el estudio de suelos potencialmente contaminados.....	195
<i>F. Martín, S. Morales-Ruano, M. Bagur, C. Estepa, E. Fernández, M. Diez & J. Aguilar</i>	
Disponibilidad y bio-accesibilidad de metales en la fracción arcilla de suelos urbanos de Sevilla.....	196
<i>Fernando Madrid, Encarnación Díaz-Barrientos & Luis Madrid</i>	
Utilización de lodos de corte y pulido de la Industria del Mármol para la recuperación de escombreras.....	197
<i>Juan Antonio Sánchez Garrido, Mariano Simón Torres, Inés García Fernández, Fernando del Moral Torres, Sergio de Haro Lozano, Francisco Martín Peinado, Ángel Iriarte Mayo & Verónica González Andrés</i>	
Efecto de la cobertura de piedras sobre la erosión hídrica en suelos de dehesa.....	198
<i>Lorena Martínez-Zavala, Antonio Jordán, Nicolás Bellinfante & Juan Gil</i>	
Metodologias de avaliação do risco de erosão e de desertificação dos solos. Caso de estudo: bacia hidrográfica do Vale do Gaio.....	200
<i>M.C. Gonçalves, T.B. Ramos, J.C. Martins & C. Kosmos</i>	
Biodisponibilidade de Cu, Pb e Zn nas áreas mineiras de Canal Caveira e São Domingos – Faixa Piritosa Ibérica.....	201
<i>M.M. Abreu, E.S. Santos, M.B. Ferreira & M.C.F. Magalhães</i>	
Variación de los valores del factor topográfico “LS” obtenidos en un área incendiada, antes y después del incendio aplicando los modelos USLE y RUSLE. Influencia del uso y del tipo del suelo en su cálculo.....	202
<i>Margarita Roldán Soriano & Vanesa Chicharro Fernández</i>	
Painéis.....	203
Utilización de índices químicos y biológicos para la medida de la disponibilidad de metales en suelos carbonatados mediante la realización de un bioensayo.....	204
<i>A. López Lafuente, J.R. Quintana Nieto, A. de Santiago Martín, M.C. Martín Gómez, L. Martín Calvario, R. Ramírez Vera, M.T. Rodríguez Fernández, A. Vázquez de la Cueva & C. González Huecas</i>	
Efeito dos fogos florestais nas características físicas do solo: o caso de eucaliptais recentemente ardidos no Distrito de Aveiro.....	205
<i>A. Santos, J. Estrada, J. Lucenan, R. Pato, J. Sande Silva, M.C. Magalhães, M.C. Malvar, V.M.F.G. Pereira & J.J. Keizer</i>	
Comparação de aditivos a um solo de uma área mineira contaminado com arsénio e seu efeito no crescimento de plantas.....	206
<i>A.C. Madeira, C. Esteves, M.M. Abreu, A. de Varennes & M.C.F. Magalhães</i>	

Estudio del efecto de la adición de alperujo sobre la persistencia de diuron en el cultivo del olivar	207
<i>A. Cabrera, L. Cox, P. Velarde & J. Cornejo</i>	
Parámetros cuantitativos para la evaluación de la erosión y pérdida de fertilidad de suelos tropicales dominicanos	208
<i>A.J. Hernández, C. Vizcayno, S. Alexis & J. Pastor</i>	
Dispersión de radionuclidos en suelo y su biotransferencia.....	209
<i>A. Moyano, E. Bernasconi, E. Charro, V. Peña & M.P. García-Rodríguez</i>	
Metales pesados en hongos procedentes de áreas contaminadas.....	210
<i>A. Moyano, A. García Sánchez, M. Fernández Toirán . E. Charro & O. Mateo</i>	
El laboreo en el cultivo del almendro y la protección del suelo frente a la erosión.....	211
<i>B. Cárcelos Rodríguez, A. Martínez Raya & J.R. Francia Martínez</i>	
Control de la erosión mediante el establecimiento de un matorral con posible aprovechamiento económico: <i>Thymus baeticus</i> Boiss. ex Lacaita.	212
<i>B. Cárcelos Rodríguez, A. Martínez Raya & J.R. Francia Martínez</i>	
Avaliação Geoquímica dos Solos e do Medronheiro na área Mineira da Panasqueira.....	213
<i>B. Godinho, M.M. Abreu, M.C.F. Magalhães</i>	
Avaliação em tomateiros do efeito de aditivos a um solo contaminado com arsénio.....	214
<i>C. Esteves, A.C. Madeira, M.M. Abreu, A. de Varennes & M.C.F. Magalhães</i>	
Atributos químicos de um Ferralsole degradado tratado há 3 anos com lodo de esgoto e adubação mineral na região sul.....	215
<i>C.S.B. Bonini, M.C. Alves & B.A. Oliveira</i>	
Formulaciones basadas en organoarcillas para reducir el impacto producido por el uso de herbicidas en suelos de olivar	216
<i>Carmen Trigo, Rafael Celis, Maria del Carmen Hermosín & Juan Cornejo</i>	
Contenido de pesticidas en suelos de viñedo de la provincia de Pontevedra (España)	217
<i>E.F. Covelo, F.A. Vega & M.L. Andrade M.L.</i>	
Movilidad y persistencia del herbicida diuron en un suelo de olivar con repetidas aplicaciones de alperujo: experiencias de campo	218
<i>D. Cabrera, A. Albarrán, A. López-Piñeiro, J.M. Rato, S. Flores, S. Fernández & D. Peña</i>	
Identificação de características responsáveis pela diferenciação da sensibilidade dos solos à desertificação: ensaio de método de estatística multivariada.....	219
<i>Elsa Sampaio & João Corte Real</i>	
Calidad de los suelos de viñedo en la Denominación de Origen Rioja: índice de riesgo de encostramiento (FAO-PNUMA), contenido de carbono orgánico y relación con los niveles de fertilidad	220
<i>F. Peregrina, D. López, O. Zaballa, M.T. Villar, G. González & E. García-Escudero</i>	
Teores de metais pesados em frutos de tangerineiras ‘Poncã’ fertilizadas com lodo de esgoto	222
<i>Hélio Grassi Filho, Júlio César Thoaldo Romeiro, Rodrigo Domingues Barbosa & Gianfranco Tomazine Boscatti</i>	
Evaluación de la vulnerabilidad a la degradación por erosión en suelos mediante un modelo de lógica borrosa	223
<i>Ignacio Melendez-Pastor, Patricia Córdoba Sola, Jose Navarro-Pedreño & Ignacio Gómez Lucas</i>	

Influencia de la hojarasca en la erosionabilidad de suelos margosos mediterráneos bajo olivar.....	225
<i>Juan Gil, Lidia Priego, Mercedes Priego, Antonio Jordán, Lorena Martínez-Zavala & Nicolás Bellinfante</i>	
Empleo de fitorremediación para la descontaminación de suelos dedicados a cultivos agrícolas de regadío en Vegas Bajas del Guadiana (Badajoz).....	226
<i>Luis Fernández-Pozo, Francisco Galea, José Cabezas, Juana Labrador, M^a Ángeles Rodríguez & Francisco López</i>	
Sistema de indicadores para evaluar la desertificación en la Comunitat Valenciana (España).....	227
<i>Luis Recatalá Boix, Carlos Añó Vidal, Antonio Valera Lozano & Juan Sánchez Díaz</i>	
Degradación física potencial de los suelos mediante la aplicación de sistemas de información geográfica en el Parque Natural “Los Alcornocales” (Cádiz, España).....	228
<i>M. del Toro Carrillo, I. Gomez Parrales, L. Parras Alcantaras & L. Corral Mora</i>	
Aplicación de subproductos industriales para la reducción de la movilidad potencial de Pb, Zn y Ni en un suelo ácido	229
<i>M.P. Rodríguez-Jordá, F. Garrido & M.T. García-González</i>	
Estimación de la erosión potencial en un área incendiada y propuesta de manejo post-incendio: el Monte de Grimaldo (Cáceres)	230
<i>O. Artieda & J. Martín</i>	
Urânio em plantas, solos agrícolas e de escombreira da área mineira da Cunha Baixa (Mangualde).....	231
<i>O. Neves & M.M. Abreu</i>	
Caracterización de los parámetros edáficos que influyen en la fijación y la disponibilidad de metales pesados en Fluvisoles próximos a las escombreras mineras de Cabezo de San Cristóbal (Mazarrón, España).	232
<i>P. Sánchez García & R. Ortiz Silla</i>	
Influencia del cambio de uso en la distribución del cobre del suelo.....	233
<i>Remigio Paradelo Núñez, Rosa Devesa Rey, Antía Villada Pillado, Manuel Arias Estévez & María Teresa Barral Silva</i>	
O SOLO NO ENSINO E NA SOCIEDADE.....	235
Enseñanza de la edafología en el marco del espacio europeo de educación superior: Taller de Granada	236
<i>Jaume Porta</i>	
Ventajas del uso de las tic en el proceso de enseñanza/aprendizaje de la materia contaminación de suelos adaptada al espacio europeo de educación superior	238
<i>M.L. Andrade, E.F. Covelo & F.A. Vega</i>	

CONFERÊNCIAS PLENÁRIAS

Índices de classe de qualidade da estação em povoamentos florestais de Sobreiro (*Q. suber*, L.) e Pinheiro Manso (*P. pinea*, L.)

Alfredo Gonçalves Ferreira

Departamento de Engenharia Rural, Universidade de Évora

Os sistemas de produção agro-silvo-pastoris, sob coberto de Sobreiro (*Quercus suber* L.) e Pinheiro Manso (*Pinus pinea* L.), são povoamentos sustentáveis pois a principal produção florestal não está dependente do abate e a actividade sob coberto leva a presença e rendimento permanentes.

Dado o lento crescimento destas espécies, a avaliação da potencialidade das diferentes zonas, está dependente de modelos permitam avaliar o seu potencial de produção.

A produtividade potencial e consequente desenvolvimento da espécie depende das características do solo e do clima local.

As características climáticas estendem-se a regiões relativamente amplas, pelo que dentro de cada uma delas o que vai influenciar, o desenvolvimento da espécie, são as propriedades do solo, tais como profundidade, capacidade de retenção para a água, drenagem interna e externa e características químicas.

Um índice de classe de qualidade é pois função da avaliação da parametrização das propriedades enunciadas, permitindo a produção de cartas interpretativas, onde são hierarquizadas as classes de aptidão para estas espécies.

El fósforo como problema agronómico y ambiental. Reflexiones para una gestión sostenible de la fertilización fosfatada

Antonio Delgado

Universidad de Sevilla

En el último decenio, mucha de la bibliografía científica sobre el fósforo del suelo trata de sus pérdidas a las aguas y las medidas de control de la contaminación difusa resultante. Las razones por las que la comunidad científica considera el fósforo un problema ambiental y no un problema agronómico no están justificadas por la significación geográfica de las áreas afectadas por una contaminación apreciable por fósforo.

En términos globales, la contribución de la agricultura a las pérdidas de fósforo al agua es secundaria si se compara con la debida a otras actividades humanas (núcleos urbanos, actividades industriales). Pero en los países desarrollados, y particularmente en Europa, las pérdidas difusas tienen cada vez mayor relevancia en comparación con las puntuales, ya que resulta más fácil la depuración de aguas residuales que el control de las pérdidas asociadas a actividades agrícolas. Asociar, por otra parte, el problema a la gestión del fertilizante fosfatado no es del todo correcto. El enriquecimiento en fósforo del suelo es una de las razones para que haya un elevado potencial de pérdida y por tanto de impacto ambiental, pero dicho enriquecimiento tiene razones más complejas que la simple fertilización fosfatada, como por ejemplo el manejo de ganado y sus residuos. Por otra parte, no hay pérdida de fósforo sin su transporte en el campo, muy condicionado por el manejo del suelo y las rotaciones de cultivos.

Las reacciones del fósforo en el suelo implican que sólo una fracción del fertilizante fosfatado, variable según la capacidad de fijación del suelo, sea utilizable por el cultivo. Esta incertidumbre hace que la estrategia habitual para garantizar un adecuado suministro de este nutriente a las plantas sea sido mantener la reserva de fósforo asimilable en el suelo por encima de los niveles críticos de respuesta a la fertilización (estrategia de “incremento y mantenimiento”, que en la práctica implica “fertilizar el suelo y no el cultivo”). A la larga, esta estrategia, junto con unos precios relativamente bajos del fertilizante fosfatado y unos criterios productivistas de la política agraria se ha traducido en un excesivo enriquecimiento en fósforo de los suelos agrícolas en muchas zonas de Europa. Una estrategia sostenible de fertilización fosfatada debe considerar el impacto ambiental asociado a esta práctica. Por tanto, además de un adecuado suministro del nutriente al cultivo, se debe contemplar la reducción de las pérdidas del mismo de suelos agrícolas.

La legislación europea en materia de contaminación agraria difusa ha estado más enfocada a los nitratos que al fósforo. Sin embargo, muchos países europeos han propuesto normativas de control de la aplicación de fertilizante fosfatado aunque no se contemplara en la legislación comunitaria. La implementación nacional de la directiva comunitaria de contaminación del agua por nitratos de origen agrícola (Council Directive 91/676/EE) ha sido la única que, por ejemplo en España, ha implicado restricciones serias en el uso de fertilizantes (nitrogenados y no siempre con adecuada base científica). La aplicación de medidas agroambientales contempladas en la reforma de la Política Agraria Común ha sido el primer intento de integración de política agraria y ambiental y a diferencia de la política ambiental, que debe ser implementada por normativas nacionales, es competencia exclusiva de la UE, con lo que se pueden establecer estrategias a nivel europeo. En el caso español, estas medidas agroambientales se han traducido en “normativas de producción integrada” que desgraciadamente, hasta el momento, no han implicado un intento serio de establecer estrategias de fertilización racionales en términos agronómicos y ambientales.

En el último decenio ha habido un intento serio de integrar la experiencia científica existente en Europa en el control de la contaminación agraria difusa por fósforo (acciones COST 832, “Quantifying the agricultural contribution to eutrophication”, y COST 869, “Mitigation options for nutrient reduction in waters and groundwaters”). Se acepta que la simple reducción de la dosis de fertilizante fosfatado no es suficiente para evitar el problema y que es necesario, además, considerar el manejo del suelo y el territorio, definiendo las mejores prácticas para aquellas zonas con alta vulnerabilidad (“critical source areas”). Sin embargo, estas evidencias no han llegado a reflejarse en una adecuación de las normativas agroambientales y de control de contaminación de aguas, al menos en el Sur de Europa.

Climate change – can soil make a difference?

Luca Montanarella

Land Management and Natural Hazards Unit, Institute for Environment and Sustainability, Joint Research Centre, European Commission, Via E. Fermi 2749 Ispra 21027, Italy. Tel.: 39-0332-785349 Fax: 39-0332-786394 E-mail: luca.montanarella@jrc.it

The following main issues are currently under debate in relation to the role of soils within the climate change research community:

- Soils are a major sink for carbon. Current estimate rank soils as the biggest carbon pool on earth (ca. 1500 Pg of organic carbon). Land use changes as well as climate change may substantially alter this stock, mostly resulting in a massive CO₂ emission to atmosphere. Evidence has been produced in an article on Nature by Bellamy et al. in 2005[1].

A few facts[2]:

- The terrestrial biosphere currently sequesters 2 billion metric tons of carbon annually. (*US Department of Agriculture*)
- Soils contain 82% of terrestrial carbon.
- "Enhancing the natural processes that remove CO₂ from the atmosphere is thought to be the most cost-effective means of reducing atmospheric levels of CO₂." (*US Department of Energy*)
- "Soil organic carbon is the largest reservoir in interaction with the atmosphere." (*United Nations Food & Agriculture Organisation*) - Vegetation 650 gigatons, atmosphere 750 gigatons, soil 1500 gigatons
- The carbon sink capacity of the world's agricultural and degraded soils is 50% to 66% of the historic carbon loss of 42 to 78 gigatons of carbon.
- Grazing land comprises more than half the total land surface
- An acre of pasture can sequester more carbon than an acre of forest.
- "Soil represents the largest carbon sink over which we have control. Improvements in soil carbon levels could be made in all rural areas, whereas the regions suited to carbon sequestration in plantation timber are limited."

"Sequestering carbon in the soil represents about 89% of the mitigation potential. The most prominent options are improved management of crop and grazing lands (e.g. improved agronomic practices, nutrient use, tillage and residue management), restoration of organic soils that are drained for crop production, and restoration of degraded lands. Lower but still significant reductions are possible with improved water and rice management; set-asides, land use change (e.g. conversion of cropland to grassland) and agro-forestry; and improved livestock and manure management."[3]

- Soils are also an important source of N₂O (which has a much higher greenhouse effect), depending on aerobic conditions. Denitrification processes can be strongly accelerated by wrong agricultural practices.
- Of special importance are frozen soils (permafrost), since they store a large amount of CH₄ (which has a very high greenhouse effect) in normal conditions. Reported dramatic decrease of permafrost affected soils may result in substantial increase of CH₄ emissions to atmosphere. Since the GHG potential of CH₄ is very high, it may have a substantial impact on the overall GHG balance.
- Peat and peaty soils (histosols) play a special role, since in some countries they form a major source of energy for industrial uses (Finland, Russia, Sweden, etc...). Concerns exist about the further exploitation of this energy source, also in conjunction with nature protection issues.
- Recently a great interest was raised by the expansion of bioenergy crops, like fast growing tree species. Big concerns exist about soil degradation processes generated by such an expansion of these crops. De facto such cultivation configures them as a form of mining activity, with a rapid depletion of soil nutrients and soil organic matter. Some

authors claim that the gain in GHG emissions from these cultivations is completely off-set by the resulting increased N₂O and CO₂ emissions from the soils under such cultivations.

- There are strong pressures to promote the use of biowaste and compost also as a form of mitigation of climate change, since it would increase the soil carbon pool. Doubt exists about this approach, since stability of organic carbon from biowaste in soils is limited and serious health and contamination concerns exist.
- The very important role of soils within the climate change debate has been fully recognized by the Commission and is included as a major area of future action within the EU Thematic Strategy for Soil Protection.
- The JRC action SOIL plays a key role in this debate with a number of on-going and future activities contributing to this field of research:
 - Global Soil Information System (GLOSIS)
 - Northern Circumpolar Soil Database and Atlas.
 - Guidelines for certification and validation of carbon pools in agricultural soils.
 - New forest soil inventory within the demonstration project BioSoil of the Forest FOCUS regulation.
 - New soil carbon assessment for Europe to be produced for the state of the environment report of EEA.
- More recently, a rapid shift from mitigation to adaptation has been observed. In this context one of the major future upcoming topics will be the interlinkages between UNFCCC and UNCCD concerning the adaptation to drought and desertification, particularly in developing countries. In this context the JRC action SOIL is providing new data and information through the compilation of the Soil Atlas of Africa as well as by providing the S&T support to DG DEV for the UNCCD implementation process.

[1] Bellamy, P.H., Loveland, P.J., Bradley, R.I., Lark, R.M., Kirk, G.J.D. 2005. *Nature* 437, 245–248.

[2] Christine Jones, *The Soil Carbon Manifesto, Carbon Coalition Against Global Warming*

[3] UNEP's press release, Bangkok, 4 May 2007

Sessão temática 1:

**GÉNESE, SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE SOLOS
E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO**

Procesos edafogénéticos en una toposecuencia en Tierra del Fuego (Argentina).

J. C. Nóvoa-Muñoz¹, X. Pontevedra-Pombal², A. Moretto³, S. Peña¹, J. Escobar³, A. Martínez-Cortizas² & E. García-Rodeja Gayoso²

¹ Área de Edafología e Q. Agrícola, Fac. de Ciencias de Ourense, Univ. de Vigo. As Lagoas s/n, 32004 Ourense, España. E-mail: edjuanca@uvigo.es

² Dpto. de Edafología e Q. Agrícola, Fac. de Biología, Univ. de Santiago. Rúa Lope Gómez de Marzoa s/n, 15782 Santiago, España

³ Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET). Avda. Houssay 200. 9410 Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.

En el extremo sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego (Argentina), la proximidad de los Andes Fueguinos a la costa del Canal Beagle define un gradiente altitudinal en el que las variaciones en la topografía, en las condiciones climáticas y en el propio desarrollo de la vegetación contribuyen trascendentalmente a los procesos edafogénéticos. En este trabajo se describen los principales procesos edafogénéticos que caracterizan los suelos de una toposecuencia con orientación sur, que cubre 700 metros de desnivel y que han sido tomados a varias altitudes, 150, 220, 340, 480, 590 y 630 m sobre el nivel del mar. El bosque de lenga domina la vegetación en toda la toposecuencia a excepción de la menor altitud, donde es sustituida por vegetación propia de las turberas. El material de partida de estos suelos es till glaciar (15, 480, 590 y 630 m) que en ocasiones muestra rasgos de hidromorfía, y esquistos en los suelos de las altitudes restantes. La descripción morfológica en campo y una completa caracterización geoquímica de cada suelo, han sido las herramientas empleadas para evaluar los procesos edáficos que ocurren en esta toposecuencia.

La podsolización es el proceso dominante en los suelos presentes en la parte elevada del gradiente (480, 590 y 630 m), reflejada en una secuencia de horizontes O, E, Bs (Bhs), BC y C que caracterizan suelos de escaso espesor (<30 cm), probablemente debido a la intensa actividad glaciar. En estos suelos destacan un horizonte O muy ácido (pH en KCl < 3.8 frente a > 4.8 en los horizontes O de los suelos a 220 y 340 m), un horizonte eluvial (E) empobrecido respecto a horizontes O y B en C, en compuestos no cristalinos de Fe y Al (y enriquecido en Si), y unos horizontes iluviales (Bhs y/o Bs) caracterizados por la acumulación de C y de compuestos no cristalinos de Al y, sobre todo, de Fe. En estos horizontes también se observa una acumulación de metales pesados (Cu, Ni y Zn) que podría ser consecuencia de los procesos de iluviación asociados a la podsolización.

A menor altitud (220 y 340), con una pendiente más suave, los suelos son más profundos (hasta 130 cm) y la edafogénesis está dirigida por los procesos coluviales que generan perfiles policíclicos (con 3 o 4 ciclos diferentes de edafogénesis) y la podsolización, impresa en los ciclos más recientes por la presencia de horizontes de transición AE y horizontes iluviales (Bhs).

En la base de la toposecuencia (a 150 m sobre el nivel del mar), la topografía plana (por la actividad glaciar), abundantes lluvias y temperaturas bajas, hacen que el principal proceso formador de suelo sea la acumulación de materia orgánica procedente de la vegetación que crece en la superficie. Como resultado de este proceso, la parte más baja de la toposecuencia está cubierta por Histosoles y la lenga es sustituida por otras especies más propias de estos medios como los *Sphagna*, las ciperáceas, etc, constituyentes fundamentales de la turba que se acumula en estos suelos.

Agradecimientos: Fundación BBVA (BIOCON05/119-CARBOCLIM).

Indicadores ambientales relacionados con el suelo en el Observatorio Territorial Alentejo Extremadura (OTALEX).

José Cabezas¹, Luis Fernández-Pozo¹, Francisco Márquez¹, Ana Lopes², María Ángeles Rodríguez¹, Ignacio Fernández³, Catarina Meireles², Teresa Batista² & Carlos Pinto-Gomes²

1 Universidad de Extremadura. Grupo de Investigación Análisis de Recursos Ambientales. Avda. de Elvas s/n. 06071 BADAJOZ, España. jocafer@unex.es

2 Universidade de Évora, Departamento de Ecologia. Rua Romão Ramalho, n.º 59. 7000-671 ÉVORA.

3 Ministerio de Hacienda, Gerencia del Catastro. BADAJOZ.

El uso del suelo expresado en forma cartográfica generada a partir de la distribución de los elementos ambientales representa un instrumento útil y adecuado para realizar evaluaciones de la calidad ambiental de un determinado territorio. En este sentido la valoración biológica y paisajística de un área se constituyen en etapas necesarias en estudios de ordenación y conservación, con objeto de conseguir una mejor evaluación territorial que contribuya a un uso sustentable de los ecosistemas.

Para contribuir a estas premisas un conjunto de diversos organismos nacionales y regionales del Alentejo (Portugal) y Extremadura (España), han venido desarrollando una serie de proyectos bajo la financiación europea de los programas INTERREG. Estos trabajos cubrirían una serie de objetivos muy amplios, pero coordinados con una cierta homogeneidad para que constituyan a largo plazo un sistema de gestión territorial. En la actualidad se han marcado como objetivo la implementación de un observatorio territorial transfronterizo, denominado con las siglas de OTALEX (Observatorio Transfronterizo del Alentejo y Extremadura), el cual desarrollará una IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) de aplicación transfronteriza.

Entre el amplio complejo de líneas de trabajo que se realizan, una parte se centra en la prospección de variables ambientales, de las dos regiones situadas a ambos lados de la frontera, con las cuales se generara un conjunto de indicadores ambientales para incorporar al sistema de gestión transfronterizo. Estos indicadores se agrupan en 11 grandes temas: (i) Aire, (ii) Agua, (iii) Suelo y uso del suelo, (iv) Forestal, (v) Ganadería, (vi) Cinegética, (vii) Medio ambiente urbano, (viii) Ruido, (ix) Energía, (x) Riesgos naturales y (xi) Conservación de la naturaleza. Cada uno de estos grandes temas engloban indicadores asociados a los mismos. A modo de ejemplo, entre el conjunto de indicadores destacan, dentro del gran tema “Suelo y uso del suelo” indicadores tales como: Superficie agrícola total, Superficie dedicada a agricultura ecológica, Superficie del municipio en RAN (suelos de elevada aptitud agrícola), Superficie agrícola sometida a medidas agroambientales, Explotaciones mineras y de cantería. Quedan agrupados los siguientes indicadores: Número de incendios, Terremotos, Deslizamiento de tierras, zonas inundables y Riesgos de erosión en el tema de “Riesgos naturales”.

Esta agrupación de indicadores en temas permite analizar el territorio Alentejo-Extremadura desde una visión conjunta transfronteriza cuya aplicación, como herramienta de gestión, orientará en la toma de decisiones a las instituciones locales y regionales.

Significado edafogénico de la relación maghemita/hematites en suelos aerobios

José Torrent & Vidal Barrón

Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, Universidad de Córdoba, Edificio C4, Campus de Rabanales, 14071 Córdoba (torrent@uco.es)

La edafogénesis conlleva normalmente una intensificación de las señales magnéticas, que es muy evidente en suelos bien drenados de regiones templadas y cálidas. Recientes estudios de laboratorio apoyan la hipótesis que dicha intensificación magnética es debida a la formación de maghemita a partir de la ferrihidrita resultante de la alteración de los minerales primarios que contienen hierro; hay evidencia, también, que dicha maghemita es una fase metaestable que evoluciona con relativa facilidad a hematites. La correlación existente entre las concentraciones de maghemita y de hematites (pero no entre las de maghemita y otros óxidos de hierro) en suelos de distintas regiones climáticas apoya esta hipótesis. Diversos estudios sugieren que la relación maghemita/hematites depende de las condiciones de formación del suelo, en particular el clima, la duración de la edafogénesis y el grado de meteorización. Por tanto, dicha relación es potencialmente útil en reconstrucciones paleoambientales, particularmente las paleoclimáticas, tal como se ha evidenciado, por ejemplo, en paleosuelos de la meseta loésica de China y en suelos rojos de la región mediterránea.

Análise de conflitos de uso em áreas de preservação permanente numa microbacia

Sérgio Campos, Mariana Lisboa Pessoa, Ana Paula Barbosa, Flávia Mazzer Rodrigues, Teresa Cristina Tarlé Pissarra & Laura Rocha de Castro Lopes

Universidade Estadual Paulista – UNESP/FCA/Botucatu/Estado de São Paulo/Brasil, Rua José Barbosa de Barros, 1780 CEP – 18610-307 Email: seca@fca.unesp.br

O grande desafio da população mundial é a conservação ambiental, pois as Áreas de Preservação Permanentes, que têm papel vital dentro de uma microbacia, por serem responsáveis pela manutenção, preservação e conservação dos ecossistemas ali existentes. As APPs foram criadas para protegerem o ambiente natural, devendo estar sempre cobertas com a vegetação original, pois a cobertura vegetal atenua os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, trazendo benefícios diretos para a fauna. O monitoramento das áreas de preservação permanente tem sido um grande desafio sob o aspecto técnico e econômico, pois os critérios de delimitação com base na topografia exigem o envolvimento de pessoas especializadas e de informações detalhadas na unidade espacial em análise. Este trabalho teve como objetivos avaliar os conflitos de uso do solo em áreas de preservação permanentes (APPs) da microbacia do Córrego Monte Belo - Botucatu (SP) através do uso de Sistema de Informações Geográficas e de imagem de satélite digital, bandas 3, 4 e 5 do Sensor TM, do LANDSAT 5, da órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagem de 23/10/2006. A área de estudo situa-se entre as coordenadas geográficas 22° 45' a 22° 48' de latitude S e de 48° 15' a 48° 21' de longitude WGr., apresentando uma área de 1591,15ha. Os resultados permitiram constatar que as técnicas de geoprocessamento foram de fundamental importância na identificação das áreas de uso do solo, de APPs e de conflitos entre uso e APPs, onde pequena parte das áreas de APPs são conflitantes (2,65%), pois do ponto de vista de sustentabilidade ambiental, pode-se inferir que a microbacia é muito favorável, uma vez que apresenta somente 2,65% de área usada inadequadamente com reflorestamento.

Painéis

Crecimiento Urbano (1956-2005) y pérdida de suelo en el litoral mediterráneo español. El caso de Sant Vicent del Raspeig (Alicante)

Antonio Valera Lozano, Carlos Añó Vidal & Juan Sánchez Díaz

Departamento de Planificación Territorial. Centro de Investigaciones sobre Desertificación -CIDE (CSIC-Universitat de València-GV). Camí de la Marjal, s/n. 46470 Albal (Valencia). antonio.valera@uv.es

Uno de los procesos de degradación de suelos más alarmantes en Europa es el sellado antropogénico del edafosistema (*soil sealing*) provocado por la urbanización y construcción de infraestructuras. Las modificaciones económicas y demográficas relacionadas con la segunda revolución industrial y que encuentran su punto álgido a partir de 1950, son las principales responsables del espectacular crecimiento experimentado por las superficies artificiales. En las últimas décadas, los cambios de uso del suelo, en general, y la urbanización o expansión de las superficies urbanas, en particular, ha sido especialmente rápida en las áreas costeras del Mediterráneo. El litoral español no es una excepción y ha asistido al retroceso de los usos agrícolas y forestales tradicionales ante la expansión de las superficies artificiales, proceso de especial relevancia en los principales centros metropolitanos. En este trabajo se analiza la dinámica espacio-temporal de los usos urbanos del suelo durante la segunda mitad del siglo XX y primer lustro del siglo XXI en el municipio de Sant Vicent del Raspeig, perteneciente al Entorno Metropolitano de Alacant-Elx (Comunitat Valenciana, España).

A partir de fotogramas aéreos correspondientes a las fechas de 1956, 1985, 1998 y 2005, y utilizando métodos de análisis cartográfico con Sistemas de Información Geográfica, se han obtenido los cambios acumulativos de los usos urbanos del suelo a escala detallada (1:10.000). Los fotogramas de los vuelos de 1956 y 1985 fueron escaneados a alta resolución y ortorrectificados, identificando puntos de control sobre las ortofotos actuales (1998 y 2005) y un modelo digital de elevaciones. Mediante técnicas convencionales de fotointerpretación, fueron digitalizadas las unidades urbanas. Se cartografiaron los usos a partir de una leyenda previamente diseñada en la que se distinguían dos clases en función del mayor o menor porcentaje de vegetación o suelo desnudo en la matriz construida y una tercera clase no urbana. Se consideraron de Alta Densidad (UAD) las unidades urbanas digitalizadas en las que el área construida era mayor del 80%, y de Baja Densidad (UBD) cuando era inferior a este porcentaje. La clase no urbana está constituida por las áreas agrícolas y forestales, las infraestructuras (por ejemplo canales artificiales, balsas de riego o vías de comunicación) que no están incluidas dentro de lo que llamamos unidades compactas de edificación, así como aquellas unidades que no puedan ser correctamente delimitadas a escala 1:10.000. A las bases de datos de geometrías (polígonos) digitalizadas correspondientes a las distintas fechas, se les vincularon, mediante identificadores numéricos, las tablas de datos asociadas. Posteriormente, las capas fueron cruzadas entre sí para evaluar la dinámica sincrónica y diacrónica de estos cambios.

Los resultados muestran la gran expansión de los usos urbanos y el consecuente retroceso de los agrícolas y forestales durante todo el periodo analizado. Así, mientras la superficie urbanizada representaba 149 ha (3,72% del municipio) en 1956, alcanzaba 978 ha (24,40%) en 1985, 1.226 ha (30,57%) en 1998 y 1.377 ha (34,34%) en 2005. El ritmo de crecimiento urbano fue especialmente rápido durante el periodo 1998-2005, con un promedio interanual estimado de 21,57 ha/año, mostrando la aceleración del proceso en los últimos años. En cuanto a la tipología de usos, la clase UAD ha ido reduciendo su importancia relativa frente a la UBD. Se ha producido, por tanto, un cambio en los patrones de urbanización hacia modelos más extensivos y, por tanto, de mayor utilización del suelo. Si en 1956 79 ha correspondían a la clase UAD frente a las 70 ha de UBD, en 2005 la clase UAD ocupaba 552 ha frente a las 825 ha de UBD. Entre 1950 y 2007 la población de Sant Vicent del Raspeig se multiplicó por 7, pues pasó de 7.047 a 49.341 habitantes. La dinámica demográfica a lo largo de la segunda mitad del siglo XX y, especialmente, a partir de los años sesenta, junto a las profundas transformaciones socioeconómicas que se han venido desarrollando en esos mismos años, pueden considerarse los principales factores explicativos de los cambios en los usos del suelo. Sant Vicent del Raspeig y la ciudad de Alicante forman casi una conurbación y ha experimentado, por tanto, la implantación de nuevos espacios residenciales, industriales, comerciales y de servicios ligados al centro de un área metropolitana de 734.362 habitantes en 2007. Sant Vicent del Raspeig se enmarca así, al igual que otros municipios del litoral mediterráneo español como, entre otros, Elx, Alacant, Sant Joan d'Alacant y Valencia, en un proceso acelerado de degradación e incluso destrucción de un porcentaje significativo del recurso edáfico.

Evaluación de los suelos del Común Municipal en el municipio de San Diego, Departamento de Zacapa, Guatemala

Casta Zeceña Zeceña¹, Begoña Martínez Escudier² & Ángel Sánchez Bellón²

¹ Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala C.A.

² Laboratorio de Edafología del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Cádiz (UCA), Facultad de Ciencias, Campus Universitario de Puerto Real, 11510 Puerto Real, Cádiz, España. angel.sanchez@uca.es

Introducción - Son muy pocos los estudios detallados de los suelos de Guatemala que permitan tener un conocimiento adecuado para hacer propuestas de evaluación y recomendaciones acerca de su uso. Los suelos de Guatemala están sujetos a problemas variados, siendo uno de los más importantes el mal aprovechamiento de la vocación de los mismos al ser utilizados para cultivos que no son adecuados a su calidad. El objetivo de este trabajo es realizar un estudio semidetallado de los suelos del Común Municipal en el municipio de San Diego, Zacapa, con fines de evaluación agrológica, que permita hacer una serie de recomendaciones de uso y manejo para la adecuada conservación y mejoramiento de la productividad de los mismos.

Materiales y métodos - El área de estudio se ubica en el sureste de Guatemala, en el Departamento de Zacapa, al oeste de la cabecera municipal San Diego y del barrio El Triunfo. El municipio se asienta sobre materiales en su mayoría metamórficos (esquistos arcillosos y filitas). Los suelos ocupan relieves de ondulados y quebrados en elevaciones entre 300 y 1300 metros sobre el nivel del mar y sobre pendientes que varían del 25 al 75 % de inclinación. Tras la elección de los puntos de muestreo se procedió a la descripción, caracterización y análisis de los horizontes definidos en cada perfil de suelo, a fin de determinar sus componentes y propiedades más significativas. En base a ello se realizó la clasificación de los suelos tanto en sus tipologías (FAO/UNESCO) como en su calidad agrológica (USDA).

Resultados y conclusiones - Se identificaron y delimitaron unidades cartográficas que presentan los siguientes suelos: Phaeozems Lúvicos, Phaeozems Háplicos, Gleysols Móllicos, Cambisoles Eútricos, y Lixisoles Háplicos. En el área de estudio se encontraron cuatro diferentes clases agrológicas, (III, IV, VI y VII), cada una de ellas identificada con los factores limitantes que caracterizan a las unidades de mapeo y que principalmente son: pendiente, erosión, pedregosidad, y rocosidad. En general el nivel de fertilidad de los suelos del área es bajo para el tipo de cultivo que en ellos se practica (frijol y maíz). El estudio permite hacer una serie de recomendaciones de cambio de actividad en determinadas zonas, de cultivo a forestal. En los suelos más adecuados para uso agrícola se recomiendan prácticas de manejo, en ocasiones intensivas. Entre ellas mantener un alto contenido de materia orgánica, realizar un labrado de contorno, protección de las zonas de desagüe natural y encalados ocasionales. También se propone el cultivo de especies más adecuadas para las características de los suelos como *jatropha kurca*, actualmente utilizada en la producción de biodiesel.

Variación de las propiedades y mineralogía de los suelos desarrollados sobre tobas pumíticas a lo largo de gradientes ambientales en la Isla de Tenerife (Islas Canarias)

J.L. Mora, A. Rodríguez Rodríguez, C.M. Armas, J.A. Guerra & C.D. Arbelo

Dpto. Edafología y Geología, Universidad de La Laguna, Tenerife, Islas Canarias (España)
antororo@ull.es

Los depósitos consolidados (*tobas*) de piroclastos de tipo *pumita* son frecuentes en la isla de Tenerife, ocupando una importante superficie especialmente en su sector sur-sureste. Estos materiales son el resultado de distintos episodios de volcanismo explosivo del Complejo Teide-Cañadas producidos a lo largo del Pleistoceno. Los suelos desarrollados sobre tobas pumíticas muestran una gran diversidad (Ortents, Psaments, Torrands, Cambids, Ustepts, Ustalfs, Hapludands...) reflejo de la variedad de mesoclimas en la isla en función de la altitud y de la vertiente (septentrional húmeda o meridional seca). El objeto de este trabajo es estudiar la variación de la composición mineralógica de estos suelos en relación a estos gradientes ambientales naturales, y cómo esta variación se relaciona con sus propiedades físico-químicas.

Con este fin hemos analizado 29 horizontes edáficos pertenecientes a 14 perfiles de suelos desarrollados sobre pumitas, ubicados a lo largo de secuencias altitudinales en las vertientes norte y sur de Tenerife. La mineralogía de las muestras se estudió mediante difracción de rayos-X en polvo desorientado, utilizando el software PANalytical *HighScore Plus* para la identificación de las fases y para el análisis de los datos de los picos y perfiles de difracción por técnicas de análisis de conglomerados y de componentes principales (PCA).

Los resultados muestran en la mayor parte de los casos una composición mineralógica típicamente dominada por los minerales primarios: feldespato alcalino (anortoclasa o sanidina), mica (biotita), zeolita (filipsita), clinopiroxeno (diópsido), óxidos de titanio y hierro (titanomagnetita, titanita, ilmenita) y feldespatoide (hauyna, nefelina). Los suelos desarrollados sobre estos materiales son en general de tonalidad amarillenta y textura gruesa, ricos en bases y con una reacción de tendencia alcalina.

En las localidades más húmedas la porosidad de las pumitas favorece su alteración profunda, dando lugar a suelos de textura significativamente fina, desaturados y ácidos, y de coloración más rojiza. Esta transición coincide con una pérdida de intensidad en las reflexiones producidas por los minerales primarios (feldespato, zeolita, mica, titanita, ilmenita, magnetita), a medida que se enriquecen en minerales secundarios como haloisita, maghemita o hematite. También se observa la incorporación de componentes mineralógicos exógenos como plagioclasa (labradorita) o cuarzo. La formación de minerales alofánicos origina en ocasiones un predominio transitorio del componente amorfo sobre el cristalino; estos minerales tienden a desaparecer finalmente, salvo en aquellas localidades de clima más húmedo, donde son estabilizados por complejos organo-minerales.

La variación mineralógica en relación al régimen hídrico se reproduce a menor escala dentro del mismo perfil. Los horizontes C y A muestran una composición mineralógica próxima a la del material de origen, y los horizontes B, más derivada. El contraste entre los horizontes A y B es debido a la porosidad de la pumita, que favorece una rápida evaporación de la humedad en el horizonte A de los suelos, facilitando su acumulación en el horizonte B. Estas propiedades son bien conocidas por los agricultores locales, que utilizan por ello estos materiales como *mulch* superficial para el cultivo.

Desarrollo modular y espacial del sistema de información de suelos de La Rioja (SISR)

José M^a Martínez Vidaurre, Nuria Gómez Pérez, Clara Larrieta Quintana & Fernando Pavón Díaz-Pabón

*Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agroalimentario. Programa de Suelos. E-mail: suelos.cida@larioja.org
Ctra. Mendavia-Logroño NA-134, 26071 Logroño (La Rioja-España). Telf.: 941291455*

Introducción - El SISR se configura como una base de datos geográfica, diseñada para la captura, introducción, almacenamiento, consulta, análisis y gestión de datos edafológicos espaciales obtenidos en el medio agrario. Los objetivos básicos son disponer de un inventario sistemático y actualizado de las prospecciones de suelos y utilizar dicha información georreferenciada para la elaboración de cartografía de suelos a diferentes escalas.

Material y métodos - Este complejo sistema de información se construye con el gestor de bases de datos relacional Oracle. Los datos se organizan en tablas a diferentes niveles.

Para el diseño del sistema edafológico espacial se ha seguido básicamente la estructura definida para la Base de datos Europea de Suelos (European Soil Database V2.0, 2003).

La captura de información en campo se realiza a través de tablet PC.

El Sistema de Información de Suelos está formado por tres módulos interaccionables por objetivos y escalas: Puntos de prospección de suelos, Unidades taxonómicas - Perfiles representativos y Unidades cartográficas de suelos.

Resultados - El SISR proporciona un conjunto de resultados intermedios y finales:

- Boletín de resultados y Funciones de edafotransferencia. Los resultados son valorados de manera automática en base a tablas de interpretación normalizadas.

- Sección control (Soil Taxonomy 2006). Se muestran las diferentes Familias textural, mineralógica, de temperatura, y los contrastes texturales.

- Propuesta de clasificación de horizontes de diagnóstico según Soil Taxonomy 2006 y World Reference Base of Soil Resources (WRB) 2006. Se realiza automáticamente y se compara con la clasificación de campo. Así mismo, el sistema está programado para dar la clasificación WRB 2006 a nivel de grupo.

- Informe completo del perfil: imágenes, descripción de campo y resultados por horizontes.

- Informe del perfil estadístico de la unidad taxonómica Soil Taxonomy 2006.

- Conexión directa del SISR mediante un enlace a IDERioja (Infraestructura de Datos Espaciales del Gobierno de La Rioja). Con este visor se observan las prospecciones de suelos, la cartografía generada en capas de materiales originarios, unidades de relieve y mapas de suelos a diversas escalas.

- Diseñador de informes y consultas. Elaboración de informes y realización de consultas a medida, según requerimientos.

Conclusiones - El SISR lleva a cabo un análisis y procesamiento adecuados de la información edafológica espacial y está dotado de un gran potencial para el manejo de elevados volúmenes de datos del medio físico agrario.

En próximas fases se pretende el acceso y consulta de la información edafológica a través de la página <http://www.larioja.org> y la creación de un nuevo módulo denominado "Base de datos de análisis de tierras".

Los SIG aplicados a la evolución de usos de suelo en el litoral mediterráneo: estudio de la Cuenca de la Rambla de las Moreras (sureste de España)

J.M. Quiñonero Rubio¹, F. Reverte Jiménez² & R. Ortiz Silla²

¹*Instituto Universitario del Agua y del Medio Ambiente, Universidad de Murcia, juanmaqr@um.es;*

²*Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología, Universidad de Murcia, rortiz@um.es*

Los cambios en el uso del suelo no son un fenómeno actual, pero en las últimas tres décadas se han registrado cambios importantes en todo el arco mediterráneo. Este trabajo lleva a cabo el análisis de la evolución de los cambios de usos de suelo acontecidos en la Cuenca de la Rambla de las Moreras, situada en el sector meridional de la Región de Murcia, entre 1956 y 2003. Para ello, la fotointerpretación integrada en Sistemas de Información Geográfica se constituye como una metodología con gran capacidad de análisis espacial, estableciendo una clasificación de los usos de suelo más representativos en cada época. Otras variables como la pendiente del terreno, elevaciones y tipos de suelo juegan un papel determinante en este estudio, presentando una relación directa con el uso de suelo y su evolución espacio-temporal. La sostenibilidad de estos procesos de cambio se pone en duda, aunque pueden encontrarse nuevas situaciones que muestran resultados altamente enriquecedores.

Usos forestales potenciales del Parque Natural “Los Alcornocales” (Cádiz, España) basado en sus suelos

M. del Toro Carrillo¹, I. Gomez Parrales¹, L. Parras Alcantaras² & L. Corral Mora²

¹ *Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Carretera de Utrera Km 1. 41013 Sevilla, España (deltoro@us.es)*

² *Departamento de Química Agrícola y Edafología, Facultad de Ciencias. Campus de Rabanales edificio “Marie Curie”. 14014 Córdoba, España.*

En el presente trabajo se elabora un mapa de recomendaciones de usos forestales para el Parque Natural Los Alcornocales a través de la correlación entre las unidades de suelo y la capacidad de uso que presentan los suelos para la reforestación con seis especies vegetales autóctonas: Encinar, Alcornocal, Quejigal, Pinar, Matorral y Pastizal.

La zona de estudio está situada en la provincia de Cádiz, con una extensión de 167.767 ha, se localiza en las hojas topográficas las hojas 1049 (Arcos de la Frontera), 1063 (Algar), 1064 (Cortes de la Frontera), 1070 (Alcalá de los Gazules), 1071 (Jimena de la Frontera), 1074 (Tahivilla), 1075 (San Roque), 1077 (Tarifa) y 1078 (La Línea) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50000. La altitud oscila entre los 0 y 1092 msnm; las temperaturas medias mensuales oscilan entre los 12°C (enero) y los 25°C (agosto) y la precipitación media anual es de 950 mm. El reconocimiento edáfico permitió recoger 23 perfiles de suelos y 20 sondeos.

La descripción de perfiles se realizó siguiendo la Guía para la Descripción de Perfiles de Suelos (F.A.O., 1977) y posteriormente se clasificaron según el sistema de clasificación de suelos utilizado en el Base referencial mundial del recurso suelo (FAO, ISRIC, SICS., 1999).

El programa de evaluación utilizado “Evaluator 4.4” (DEL TORO, 1996), aplica un modelo paramétrico aditivo de evaluación de suelos utilizando como base las propiedades químicas de los suelos seleccionados. A través del cálculo de un índice de evaluación se definen 5 clases de aptitud denominadas Óptima, Muy buena, Buena, Regular e Inadecuada. Posteriormente se generaron los mapas de aptitud química de los suelos a través de la utilización de sistemas de información geográfica (Arc Gis y Surfer).

El 90% de la superficie del Parque presenta una buena aptitud para el uso del alcornocal. La utilización de encinar como vegetación de reforestación, presenta una aptitud Óptima, Muy buena y Buena en torno al 26% de la superficie total. La utilización de matorral, primordialmente como medida de conservación del suelo, presenta una baja aptitud dado que más del 68% de las muestras presentan una capacidad Moderada e Inadecuada. El pastizal tampoco se presenta como una buena opción ya que más del 70% de las muestras presentan una aptitud Inadecuada. Sólo el 17% de la superficie no es adecuada para el uso del pinar, repartiéndose el porcentaje restante entre las clases Buena (30%) y Moderada. El Quejigal presenta altos niveles de adaptabilidad (Muy buena y Buena) en torno al 23%.

Adecuación geoambiental de los suelos del Parque Natural “Los Alcornocales” (Cádiz, España) para diferentes usos forestales

M. del Toro Carrillo¹, I. Gomez Parrales¹, L. Parras Alcantaras² & L. Corral Mora²

¹ Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Carretera de Utrera Km 1. 41013 Sevilla, España (deltoro@us.es)

² Departamento de Química Agrícola y Edafología, Facultad de Ciencias. Campus de Rabanales edificio “Marie Curie”. 14014 Córdoba, España.

En el presente trabajo se elabora un mapa de recomendaciones de usos forestales para el Parque Natural Los Alcornocales a través de la correlación entre diferentes propiedades geoambientales (Pedregosidad superficial, tamaño de la pedregosidad superficial, relieve, pendiente y rocosidad) y la capacidad de uso que presentan los suelos para la reforestación con seis especies vegetales autóctonas: Encinar, Alcornocal, Quejigal, Pinar, Matorral y Pastizal.

La zona de estudio está situada en la provincia de Cádiz, con una extensión de 167.767 ha, se localiza en las hojas topográficas las hojas 1049 (Arcos de la Frontera), 1063 (Algar), 1064 (Cortes de la Frontera), 1070 (Alcalá de los Gazules), 1071 (Jimena de la Frontera), 1074 (Tahivilla), 1075 (San Roque), 1077 (Tarifa) y 1078 (La Línea) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50000. La altitud oscila entre los 0 y 1092 msnm; las temperaturas medias mensuales oscilan entre los 12°C (enero) y los 25°C (agosto) y la precipitación media anual es de 950 mm. El reconocimiento edáfico permitió recoger 23 perfiles de suelos y 20 sondeos.

La descripción de perfiles se realizó siguiendo la Guía para la Descripción de Perfiles de Suelos (F.A.O., 1977) y posteriormente se clasificaron según el sistema de clasificación de suelos utilizado en el Base referencial mundial del recurso suelo (FAO, ISRIC, SICS., 1999).

El programa de evaluación utilizado “Evaluador 4.4” (DEL TORO, 1996), aplica un modelo paramétrico aditivo de evaluación de suelos utilizando como base las propiedades geoambientales de suelos seleccionados bajo vegetaciones en estado óptimo de desarrollo. A través del cálculo de un índice de evaluación se definen 5 clases de aptitud denominadas Óptima, Muy buena, Buena, Regular e Inadecuada. Posteriormente se generaron los mapas de aptitud química de los suelos a través de la utilización de sistemas de información geográfica (Arc Gis y Surfer).

El 100% de la superficie del Parque presenta unos condicionantes moderados para el uso del alcornocal y pinar. Las propiedades geofísicas del parque hacen que para el encinar, en casi un 66% de la extensión del Parque, se encuentren buenas condiciones ambientales. La utilización de matorral, primordialmente como medida de conservación del suelo, presenta una baja aptitud dado que más del 93% de la superficie presenta una capacidad Inadecuada, si bien el área restante se muestra como altamente favorable. El pastizal tampoco se presenta como una buena opción ya que más del 84% de la superficie no reúne las condiciones físicas adecuadas con una aptitud Inadecuada. Sólo el 3% del Parque presenta parámetros geoambientales idóneos para el uso del quejigal.

Impacto de la concentración parcelaria en el suelo y el paisaje de un municipio del sur de Salamanca, en una zona de espacios naturales protegidos

M.P. García Rodríguez¹ & J.A. Garcia Rodríguez²

¹ Dep. Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Facultad de Geografía e Historia. Univ. Complutense de Madrid. Ciudad Universitaria 28040 Madrid. mpgarcia@ghis.ucm.es

² Dep. Biología Animal, Parasitología, Ecología, Edafología y Química Agrícola. Facultad de Biología. Universidad de Salamanca. jantecol@usal.es

El objetivo del trabajo es analizar el impacto que la concentración parcelaria ha provocado en los suelos y el paisaje del municipio de Escorial de la Sierra situado en el sur de la provincia de Salamanca (España), caracterizado por suelos poco evolucionados y con un espesor muy pequeño, aunque los valores florísticos, faunísticos y paisajísticos son importantes. Se comparan mediante datos de satélite, imágenes anteriores y posteriores a la concentración parcelaria, para ver sus efectos, así como las imágenes de municipios próximos no afectados aún por dicha concentración. Para ello se han utilizado imágenes de los sensores TM y ETM+ de los satélites Landsat 5 y Landsat 7 de fecha 2 de Agosto de 1987 y 10 de Abril de 2001 respectivamente y del satélite Aster del 2 de Junio de 2006. También se han utilizado imágenes Landsat obtenidas en Google Earth y fotografías aéreas. Las imágenes se han sometido a distintas mejoras espaciales, espectrales y radiométricas mediante el programa ERDAS Imagine 9.1

El área de estudio se localiza en el Sur de la provincia de Salamanca, Centro-Oeste de España, en una zona ecotónica de transición entre los paisajes adeshados de la penillanura y los bosques de media montaña mediterráneo-atlántica de las serranías occidentales del Sistema Central, en concreto de la Sierra de Francia. Es una zona con especiales valores naturales, perteneciendo todo el término de Escorial a la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Francia y Béjar (UNESCO, 2006), y su extremo Sur al LIC (Lugar de Interés Comunitario de la Unión Europea) y ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves) de Quilamas, incluida, asimismo, en la REN (Red de Espacios Naturales Protegidos de la Junta de Castilla y León).

Escorial de la Sierra tiene una superficie de 20,97 km², a y está situado a una altitud entre 920 y 1290 m. en la vertiente Norte del cordal de la Sierra de Linares-Tamames, en la transición entre las comarcas del Campo Charro y la Sierra de Francia.

La geología se caracteriza por la presencia de materiales muy homogéneos, pizarras del complejo esquisto-grauváquico de la formación Aldeatejada en la parte Norte del término municipal y materiales paleozoicos (Cámbrico, Ordovícico, Silúrico) ya en la Sierra situada al Sur de la localidad. El clima es Supramediterráneo subhúmedo con influencia atlántica, determinado por unas precipitaciones promedio de 800-1000 mm y una temperatura media de 13° C. El municipio se sitúa entre dos cuencas hidrográficas: la mayor parte de él está atravesada por el río Huebra, perteneciente a la cuenca del Duero, aunque al sureste corresponde a la cuenca del Tajo, con pequeños arroyos que desembocan en el río Alagón. Los suelos están poco desarrollados, con la presencia de leptosoles, umbrisoles y cambisoles.

La vegetación potencial pertenece a la serie marcescente-caducifolia del roble melojo (*Quercus pyrenaica* Willd.) al que probablemente alude el origen del topónimo, aunque los usos seculares de sus habitantes propiciaron la entrada del componente esclerófilo de la ecotonía: la encina (*Quercus ilex* subsp. *Ballota* (Desf.) Samp.) en forma de grandes ejemplares, cuidadosamente manejados, que forman el vuelo poco denso de parte de los pastos comunales y de las, hasta ahora, pequeñas parcelas privadas que se roturaron para el cultivo del cereal, sustituido en parte durante las décadas de los sesenta y setenta del Siglo XX, por el cultivo del fresón de secano. El uso de suelo estaba dedicado, pues, a pastos y pequeñas parcelas de cultivo en un régimen de autosubsistencia, completado por el cultivo de regadío en pequeñas propiedades familiares en los márgenes de los arroyos temporales y por el antiguo cultivo de castaños, hoy naturalizados en algunos enclaves del municipio. Desde los años sesenta del Siglo XX se produjo un abandono, primero paulatino pero desde los ochenta casi total, de los usos agrícolas y un cambio profundo de los usos ganaderos, con la pérdida total de la cabaña caprina, lo que ha supuesto una indudable mejora en la recuperación

forestal y de los valores naturales, y el incremento de la bovina auspiciado por las actuales ayudas de la PAC (Política Agraria Comunitaria), llegando hasta niveles algo preocupantes de sobreexplotación que, en la actualidad, podrían comprometer de nuevo la recuperación forestal en zonas de pastos comunales.

Dado que la potencialidad agraria de los suelos es ínfima y que, en consecuencia, el cultivo ha sido abandonado desde hace décadas en paralelo al desarrollo del país, el único interés socioeconómico del proceso de concentración parcelaria llevado a cabo, es el de aclarar la propiedad de la tierra hasta ahora subdividida en infinidad de parcelas no colindantes, y el de propiciar parcelas, que aún siendo todavía de muy escasa extensión (un promedio de dos Hectáreas), permitirán su uso, generalmente en régimen de arrendamiento, para una ganadería vacuna en la actualidad y, de momento, sobredimensionada por las subvenciones europeas, o también para el ganado porcino autóctono para cuyos productos hay una demanda comercial en incremento.

El precio en impacto ambiental es, sin embargo, muy elevado, sobre todo teniendo en cuenta la situación del entorno dentro de diversos espacios naturales protegidos. Los cerca de 80 Km de nuevas pistas con desbroce y aplanamiento de hasta 8 metros de anchura, han provocado la desaparición de numerosas hectáreas de bosque maduro o en recuperación. El intenso vallado a que se están sometiendo las nuevas parcelas, en muchos casos con luces de malla rígida muy pequeñas, provoca una fragmentación e insularización del territorio con el consiguiente impacto sobre los sistemas de dinámica metapoblacional de la, hasta ahora, rica fauna de vertebrados terrestres. La privatización del antiguo vuelo de encinas varias veces centenarias que eran de uso comunal, va a propiciar la especulación y el descuido de su manejo, aparte de la desaparición de esta curiosa y antiquísima forma de uso de la propiedad de la que van quedando muy pocos ejemplos en la Península Ibérica: privada para el suelo y comunitaria para el vuelo. Un manejo asociado a numerosas reglas y pautas culturales de raíces medievales en vías de extinción. Un patrimonio histórico y sociocultural que se debería haber protegido excluyendo estos predios de la parcelación. Por último, el diseño rectilíneo y artificial de muchas de las vías abiertas, que no se adaptan a la morfología del terreno ni a sus cambios de nivel, ha traído consigo otros dos importantes impactos: la erosión y el arrastre de suelos de textura gruesa en pendientes a veces fuertes, y el impacto paisajístico visual, al estilo de cortafuegos, en una zona que se había librado de los mismos gracias a que sus masas forestales son naturales y autóctonas. La armonía visual sin líneas rectas que había imperado durante siglos ha sido gratuitamente destruida, ya que las alternativas eran sencillas, adaptando algunos de los recorridos más impactantes a la morfología del terreno.

Las imágenes de satélite permiten comparar el paisaje de antes y después de la concentración. De todas las imágenes analizadas se han seleccionado las obtenidas mediante componentes principales y los Índices Normalizados de la Diferencia de Vegetación (NDVI) ya que son las que ofrecen una mayor discriminación.

Monitoramento e análise temporal do uso da terra numa microbacia

Sérgio Campos, Ana Paula Barbosa, Mariana Garcia da Silva & Laura Rocha de Castro Lopes

Universidade Estadual Paulista – UNESP/FCA/Botucatu/Estado de São Paulo/Brasil, Rua José Barbosa de Barros, 1780 CEP – 18610-307 Email: seca@fca.unesp.br

O conhecimento do uso do solo em um determinado local propicia um grande volume de informações sobre o uso da terra naquele momento, permitindo o planejamento de atividades agrícolas e servindo para avaliações de expansões de culturas. O trabalho objetivou monitorar e analisar o uso da terra na microbacia do Córrego do Petiço - Botucatu (SP) obtidos pelo Sistema de Informações Geográficas IDRISI em imagem de satélite digital, bandas 3, 4 e 5 do sensor “Thematic Mapper” do LANDSAT – 5, da órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagens de 09/06/97 e 23/10/2006, escala 1:50000, para delimitação das coberturas vegetais. Os resultados mostraram que as pastagens, florestas e reflorestamentos foram as coberturas vegetais que ocuparam maior parte da área, representando mais de 95%. Os reflorestamentos e as pastagens representaram mais de 78% da área, ou seja, cobriam 2690,227ha, mostrando com isso a predominância de solos de baixa fertilidade. As fotografias aéreas pancromáticas e a imagem de satélite permitiram o mapeamento do uso da terra de maneira confiável, servindo de dados para futuros planejamentos na região. Ambientalmente, a microbacia não vem sendo conservada, pois há deficiência de 2,16% de florestamento, visto que se apresenta coberta com menos de 20% de florestas (matas ciliares, zonas de cerrado e de florestas propriamente ditas), mínimo exigido pelo Código Florestal Brasileiro (20%). O alto índice de ocupação do solo por reflorestamento na bacia (49,38%), reflete a predominância da silvicultura regional.

Comportamiento geoquímico del mercurio durante la edafogénesis en una catena de suelos forestales podsólicos de Tierra del Fuego

X. Pontevedra-Pombal^{1*}, J.C. Nóvoa-Muñoz², A. Moretto³, S. Peña², J. Escobar³, E. García-Rodeja¹ & A. Martínez-Cortizas¹

¹ Dpto. Edafología e Química Agrícola, Facultade de Bioloxía, Universidade de Santiago de Compostela. Rúa Lope Gómez de Marzoa s/n, 15782 Santiago de Compostela, Galiza, España.

² Dpto. Biología Vexetal e Ciencias do Solo, Facultade de Ciencias de Ourense, Universidade de Vigo. As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Galiza, España.

³ Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET). Avda. Houssay 200. 9410 Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. * edpombal@usc.es

El mercurio, por sus cualidades de volatilización y metilación, tiene elevados tiempos medios de residencia en la atmósfera (de hasta un año para el Hg⁰), siendo un importante contaminante ambiental de escala global. Los suelos son el principal receptor del Hg atmosférico, y la materia orgánica del suelo (MOS) es el componente más activo en sus interacciones biogeoquímicas. El objetivo de este estudio es evaluar el contenido y comportamiento del Hg en suelos forestales en un área remota -muy alejada de grandes focos de contaminación atmosférica- y con una creciente presión antrópica sobre los bosques. Los bosques caducifolios de lenga (*Nothofagus pumilio*, Poepp. et Endl., Krasser) están alimentados por un intenso reciclado de nutrientes, generando una activa dinámica geoquímica. En un bosque de lenga, situado en la ladera sur de Cerro Castor (Tierra del Fuego) se tomaron muestras de los horizontes de 5 perfiles de suelo situados a 220, 340, 480, 590 y 630 m s.n.m. (P-220, P-340, P-480, P-590, P-630). Los suelos muestran una secuencia de horizontes O, (AE) E, Bhs (Bs), BC, con morfologías podsólicas en P-480, P-590 y P-630, y procesos policíclicos en P-220 y P-340. Junto con la determinación de las propiedades físico-químicas más importantes, se ha determinado por triplicado el Hg total utilizando un analizador de mercurio ALTEC AMA-254 y el contenido total de 25 elementos traza y mayores por fluorescencia de rayos X (FRX). El contenido en Hg de estos suelos muestra un rango medio entre 148 ng gr⁻¹ y 24,7 ng gr⁻¹. Presenta los mayores valores medios en los horizontes O, con un máximo de 200,3 ng gr⁻¹, a excepción de los horizontes Bhs de ciclos edafogenéticos antiguos (3Bhs1/3Bhs2), en los cuales se encontraron contenidos medios de hasta 345,9 ng gr⁻¹. Los horizontes con menos Hg son los horizontes E, donde el valor medio no supera los 26 ng gr⁻¹. Donde ha sido posible discriminar varias capas en el horizonte O, el O2 inferior más humificado presentó un mayor contenido medio en Hg que el O1 superficial de materia orgánica fresca (136,2 ng gr⁻¹ y 72,8 ng gr⁻¹ respectivamente). La distribución de Hg en los perfiles de los suelos mostró patrones comunes. Alto contenido de Hg en superficie y, por orden decreciente, en los horizontes Bhs/Bs y A. Los contenidos más bajos se encuentran en los horizontes C y E. Las correlaciones positivas significativas (p>0,01) entre el contenido de Hg y los elementos biofilos (C, N, S, P), la naturaleza de la materia orgánica (carbono extraíble en pirofosfato), y con los elementos y propiedades del complejo de intercambio catiónico (Ca, Mg, Mn, CICE) o biodisponibles (Cu, Zn y Mn extraídos con EDTA), indican que la geoquímica del Hg está posiblemente mediada por su incorporación a complejos organo-metálicos y por procesos de bioreciclado. Por otro lado, la correlación positiva con elementos cuyo flujo principal es la deposición atmosférica (Br) y negativa con los marcadores litogénicos (gravas, Rb, Sr, Zr, Si y Al totales) indican un origen atmosférico de una importante parte del Hg existente en estos suelos. La correlación positiva con el Al y Fe extraídos en pirofosfato y el Br, así como su distribución vertical sugieren que el Hg podría ser móvil en ambientes podsólicos y, por tanto, secuestrado de forma efectiva en los horizontes iluviales (Bhs, Bs).

En definitiva, una parte importante del Hg en estos suelos procedería de flujos atmosféricos y su disponibilidad estaría asociada a la evolución de la MOS. La podsolización generaría mecanismos de eliminación de Hg en la superficie y de secuestro subsuperficial.

Esta investigación ha sido financiada por la Fundación BBVA a través del proyecto BIOCON05/119-CARBOCLIM. X. Pontevedra Pombal y J.C. Nóvoa Muñoz son participantes en el programa de recursos humanos Isidro Parga Pondal de la Xunta de Galicia.

Zoneamento ambiental do município de Maringá, PR, Brasil.

Zacarias Xavier de Barros, Sergio Campos, Mariza Trovarelli Tornero, Bruna Soares Xavier de Barros & Lincoln Gehring Cardoso

Rua José Barbosa de Barros, 1780 Botucatu Estado de São Paulo Brasil CEP - 18610-307 Email: zacariasxb@fca.unesp.br.

O zoneamento ambiental tem por finalidade mapear uma região conforme sua capacidade de suportar as diferentes atividades antrópicas. O planejamento ambiental visando o desenvolvimento sustentável deve considerar simultaneamente as dimensões sociais, econômicas, ecológicas, espaciais e culturais. Esse trabalho teve por finalidade a elaboração do Zoneamento Ambiental do Município de Maringá, PR, Brasil. O procedimento metodológico, contando com a estruturação de um banco de dados digital, apresenta como suporte, sistemas computadorizados visando atualizações e interações das informações com rapidez e eficiência. Pela análise conjunta dos dados formadores dos mapas de declividade, tipo de solo, geologia e aptidão agrícola pode-se estabelecer a divisão do município em cinco unidades ambientais sendo: Unidade I solo do tipo LR e geologia JKsg, com declividade inferior a 8%, Unidade II solos R sobre geologia JKsg, com declividade maior a 8%, Unidade III solos LE sobre Arenito Caiuá, com declividade entre 5-12%, Unidade IV solos LR e TR sobre Qt, com declividades menores que 5% e Unidade V solos LR e TR sobre JKsg, com declividades menores que 5%. Os resultados permitiram constatar que a unidade II apresenta aptidão restrita (3 ab), com predomínio de cultura; a unidade III apresenta aptidão regular (2 bc), com predomínio de pastagem; a unidade IV apresenta aptidão boa para culturas (1'ABC e 1'aBC) e a unidade V apresenta aptidão boa para culturas (1'ABC e 1'aBC) com predomínio de culturas e pastagens, constatou-se ainda que em todas as unidades ocorrem poucos fragmentos de matas ciliares.

Sessão temática 2:

FÍSICA DO SOLO E GESTÃO DA ÁGUA

Uso del modelo LEACHM para la evaluación y optimización del uso de aguas de diferente calidad en el cultivo de cítricos

A. Hurtado-Soler & J. Batlle-Sales

Universitat de València. Dpto. Biología Vegetal. email: Amparo.Hurtado@uv.es

La salinización secundaria de los campos agrícolas debido al uso de aguas de baja calidad es un problema a escala global sobre todo en climas áridos y semiáridos cuyos efectos provocan la alteración de las propiedades del suelo y la disminución de la productividad de los cultivos. La modelización constituye una herramienta eficaz en la evaluación y prevención de la salinidad en cultivos bajo riego con aguas de diferente calidad.

Durante el periodo 1999-2000, se monitorizaron 7 perfiles representativos de la zona agrícola de la cuenca sedimentaria de Torreblanca (Castellón, España). Estos perfiles fueron seleccionados previamente utilizando una aproximación estocástica mediante la agrupación estadística en base a los valores de las propiedades más relevantes de 144 perfiles tomados en la zona. Así mismo se analizó la composición, conductividad eléctrica y pH de las aguas de los pozos de riego. El modelo LEACHM fue seleccionado por su amplia aceptación entre la comunidad científica ya que utiliza la ecuación de Richards para el transporte de agua, y la ecuación de convección-dispersión para el transporte de solutos. A partir del conjunto de datos monitorizados se llevó a cabo la calibración y validación del modelo evaluando los resultados mediante la aplicación de índices estadísticos: coeficiente de masa residual (CRM), raíz del error cuadrático medio (RMSE), eficiencia del modelo (EF) y coeficiente de determinación (CD). Posteriormente se procedió a la evaluación del riesgo de salinización ejecutando diferentes escenarios a partir de la combinación de: cultivos (cítricos), clima (datos obtenidos de una estación meteorológica instalada en una parcela experimental), suelos (7 perfiles), tipo de riego (convencional y goteo) y calidad de las aguas (W1, W2, W3, y W4) cuyas conductividades son respectivamente: 0.69, 1.26, 2.09, y 2.92 dS/m. Finalmente se analizaron estrategias alternativas mediante la utilización de mezclas de aguas.

Los resultados de la calibración y validación del modelo LEACHM en la mayor parte de los perfiles muestran una adecuada eficiencia del modelo $EF > 0.90$ en la parte hidráulica que disminuye en la parte química ($EF > 70$). Ello es debido a la propagación de errores de una rutina a la siguiente. Estos errores han sido acotados mediante la verificación y recalibración con los datos obtenidos de la monitorización temporal de los perfiles. En general se observa sobreestimación respecto a los valores medidos experimentalmente ($CRM < 0$). Respecto a la evaluación del uso de las calidades de agua los resultados indican el uso inapropiado de las aguas con $CE > 3$ dS/m debido al riesgo inmediato que comporta sobre la producción de los cultivos y la salinización de los campos agrícolas. En cuanto a las calidades de agua con conductividades > 2 dS/m (W3) se recomienda su uso únicamente en el riego por goteo y se propone una alternativa que disminuya el riesgo de salinización mediante la aplicación de diferentes tipos de agua en función de la estación. Se recomienda la aplicación de las aguas de peor calidad en invierno (W3) y las de mejor calidad en verano (W1 y W2) coincidiendo con el periodo más seco y la ausencia del efecto de dilución de la solución del suelo por la lluvia. En el riego convencional se propone un diseño de riego optimizado que evite el déficit hídrico del periodo estival y la acumulación de sales en la zona radicular.

Sustentabilidade estrutural de um Argissolo submetido a dois sistemas de cultivo na bacia hidrográfica do Alto Paranapanema, Brasil

Antonio Gabriel Filho¹, Virgínia M. Fontes Cardoso², Kléber P. Lanças³ & Reginaldo Barbosa da Silva⁴

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE/Cascavel – PR, Brasil. Fone: (0XX45) 3220.3199, gabriel@unioeste.br

² Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP/Botucatu – SP, BR

³ Departamento de Engenharia Rural, UNESP/Botucatu – SP, BR

⁴ UD de Registro.–Universidade Estadual Paulista/Registro – SP, BR.

A região do Alto Paranapanema, localizada no interior do estado de São Paulo no Brasil é constituída por propriedades agrícolas cultivadas com cultura anual em sistema de irrigação via pivô central, destacando-se a alta mecanização empregada na região. Todavia, o tráfego contínuo de equipamentos pesados e o preparo dos solos nesta região tem sido motivo de preocupação e traz a tona à necessidade de avaliar o comportamento da estrutura do solo, a fim de evitar os efeitos indesejáveis da compactação do solo, que vem sendo considerado um fator determinante na redução da produtividade agrícola. O presente trabalho teve por objetivos estudar a sustentabilidade estrutural de solo localizado na Bacia do Alto Paranapanema, em áreas irrigadas com sistema de pivô central em um Argissolo Acinzentado de textura franco arenosa. Dois sistemas de cultivo foram avaliados: Plantio Convencional e Direto rotacionado. Os impactos dos dois sistemas foram conhecidos por meios da quantificação das pressões de contatos dos rodados das máquinas com o solo e de alterações estruturais causadas nesse solo. Foi medida a resistência do solo à penetração, com o auxílio da Unidade móvel de amostragem de solo (UMAS) e calculado o Índice de Cone (IC), a Pressão de Preconsolidação (σ_p) obtida através de um consolidômetro, e outros índices físicos relativos à massa e volume do solo. Em seguida foram elaborados mapas e modelos matemáticos, para obter dados qualitativos e quantitativos do comportamento estrutural do solo. Obteve-se modelos de capacidade de suporte de carga do solo por meio do ajuste dos dados de σ_p , em função da umidade do solo (U), utilizando-se do modelo exponencial ($\sigma_p = 10^{(a+bU)}$), proposto por Dias Junior. As avaliações foram realizadas nas camadas superficial do solo, de 0 a 0,10 m e subsuperficial ou camada de máxima resistência mecânica, definida pelo IC. Os resultados permitiram concluir que o impacto dos sistemas de cultivos alterou a estrutura dos solos agrícolas da Bacia do Alto Paranapanema, sendo que as áreas cultivadas com plantio convencional apresentaram compactação mais intensa quando comparada às áreas cultivadas com plantio direto rotacionado.

Índice de cone, capacidade de suporte de carga e teor de água de quatro solos da Fazenda Lageado, Botucatu/SP, Brasil.

Kléber Pereira Lanças¹, Juan José Bonnin Acosta², José Manuel Mirás Ávalos³, Reginaldo Barboza da Silva⁴ & Antonio Paz González³

¹ FCA-UNESP/Botucatu, São Paulo, Brasil -kplancas@fca.unesp.br

² Universidad de Assunción, Paragua

³ Universidad La Coruña, Espanha

⁴ UCD-UNESP/Registro, São Paulo, Brasil

A agricultura moderna vem utilizando, cada vez mais, máquinas e equipamentos de grande porte, nas diversas fases de condução das culturas. A sustentabilidade e a preservação dos solos agrícolas dependem, significativamente, do seu teor de água e da sua capacidade de suporte de carga, no momento do tráfego.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a ocorrência e distribuição da compactação, bem como a influência temporal do teor de água do solo na sua resistência à penetração, medida através do índice de cone (IC), correlacionando-a com o modelo de capacidade de suporte de carga do solo (pressão de preconsolidação do solo) e visando estabelecer um procedimento que permitisse localizar e visualizar os pontos ou zonas compactadas. Os experimentos foram realizados na Fazenda Lageado da UNESP/FCA, Botucatu/SP, Brasil, sendo selecionados quatro diferentes tipos e condições de solos, sendo: solo 1: Latossolo Vermelho (Lv), textura média, teores de argila entre 15 a 35 %, e elevado grau de intemperização; solo 2: NEOSSOLO FLÚVICO (RU), oriundo de materiais não consolidados, de deposição recente, desenvolvidos sob releve plano, revelando camadas nitidamente estratificadas, ou seja, extratos granulometricamente muito distintos, podendo aparecer camadas argilosas sobrepostas a camadas arenosas ou vice-versa; solo 3: NITOSSOLO VERMELHO distroférico, de textura argilosa, com teores de argila superiores a 50 %, manejado em sistema de plantio direto e solo 4: NITOSSOLO VERMELHO distroférico, de textura argilosa, com teores de argila superiores a 50 %, preservado em pousio por vários anos. Utilizou-se um penetrômetro hidráulico-eletrônico para a amostragem da resistência mecânica do solo à penetração, em 5 épocas diferentes, nas profundidades de 0 a 0,10; 0,10 a 0,20; 0,20 a 0,30; 0,30 a 0,40 m. O teor de água do solo, obtido através do método de secagem do solo, foi monitorado durante todas as avaliações do IC, nas profundidades de 0 a 0,20 e de 0,20 a 0,40 m. A análise espacial foi realizada através da geoestatística, para a construção do semivariograma e, através da técnica de interpolação, construíram-se os mapas de isocompactação do solo. A evidência da relação entre o teor de água do solo e o IC de mapas interpolados nem sempre foi possível, principalmente em situações em que o solo apresentou-se com elevado teor de água ou extremadamente seco. Os valores médios do IC e teor de água do solo 1 (Latossolo Vermelho), ficaram entre 1,42 e 8,99 MPa e 9,59 e 17,63 % respectivamente. Na área 2 (NEOSSOLO FLÚVICO), o IC ficou entre 0,30 e 5,65 MPa, e o teor de água entre 13,64 a 27,92 %. Na área 3 (NITOSSOLO VERMELHO, mobilizado), o IC ficou entre 1,58 a 8,17 MPa e o teor de água entre 17,46 e 31 %. Na área 4 (NITOSSOLO VERMELHO, pousio), o IC e teor de água estiveram entre 1,16 e 6,24 MPa e 16,76 e 23,49 %, respectivamente. Os resultados demonstram uma notável heterogeneidade espacial destes elementos, sendo que os modelos de capacidade de suporte de carga do solo estimaram satisfatoriamente a tensão de preconsolidação (σ_p) em função do teor de água do solo, permitindo que fosse identificada, em cada solo analisado, a camada de maior resistência mecânica e, conseqüentemente, a mais afetada pelo tráfego de máquinas e as ferramentas de preparo do solo. As correlações positivas entre as equações de σ_p , obtidas pelos métodos laboratoriais e estimadas em função do IC, mostraram-se um excelente procedimento para localizar e visualizar pontos ou zonas compactadas ou de elevada resistência mecânica, constituindo-se num importante recurso para avaliar o impacto do tráfego agrícola e da mobilização dos solos sobre suas estruturas.

Simulation of water dynamics in two irrigated soils

Lúcia Barão¹, Pedro Chambel Leitão¹, Ramiro J. Neves¹, Maria Conceição Gonçalves², Tiago B. Ramos² & Nádía Castanheira³

¹ Instituto Superior Técnico (lucia.barao@ist.utl.pt)

² Estação Agronómica Nacional

³ Universidade Évora

Simulation results for water content distribution obtained with HYDRUS and RZWQM models were compared with field data. These two models differ mainly in root water uptake and computing crop water requirements. Simulations were carried out in different layers/horizons of an Hortic Anthrosol and an Eutric Fluvisol, located in the Alentejo region (Portugal) where irrigated agriculture is the most relevant farm enterprise and water is the key factor limiting crop production. Soil water content was measured, with a TDR system at 20, 40, and 60 cm on a weekly basis, over a six years time period (2001-2007). Soil hydraulic properties were determined in the laboratory, and described in Hydrus simulations with the Mualem-van Genuchten, and in RZWQM simulations with the Brooks and Corey equations. Reference evapotranspiration was calculated with the Penman-Monteith and the Shuttleworth-Wallace method from daily atmospheric data collected in the meteorological stations located near the field plots. Partition between transpiration and evaporation was calculated with the Leaf Area Index values, measured on weekly basis and calculated from the RZWQM crop module. Hydrus simulations were made for different potential and crop evapotranspirations. Hydrus results were very dependent of the crop coefficient used. The comparison between the models with data field measurements was good. Hydrus had better results in rain periods while RZWQM was better in modeling the irrigation periods in both experimental fields.

Indicadores de qualidade física e do estado crítico de consolidação do solo em áreas canavieiras, SP (Brasil)

Reginaldo Barboza da Silva¹, Kleber Pereira Lanças² & Piero Iori³

¹ Professor Doutor da Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental de Registro, Rua Tamekishi Takano, 05, Cep. 11900-000, Registro (SP), Brasil rbsilva@registro.unesp.br

² Professor Titular da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômica de Botucatu (SP), Brasil. kplancas@fca.unesp.br.

³ Bolsista do Curso de Agronomia da Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental de Registro. piori@registro.unesp.br.

Avaliar a compacidade da estrutura dos solos agrícolas, em particular em áreas canavieiras, no contexto da Agricultura de Precisão (AP), tem se constituído uma tarefa trabalhosa e de custo muito elevado, uma vez que a precisão da informação em função do tempo e espaço requer equipamentos e metodologias que se adequeiem à realidade desta atividade. A modelagem da capacidade de suporte de carga (CSC) do solo por meio da predição da pressão de preconsolidação (σ_p) foi proposta por Silva et al (2005) como alternativa para avaliar e quantificar o processo de compactação em áreas sucroalcooleiras. Todavia, apesar de se constituir uma ferramenta preditiva e auxiliar no dimensionamento do parque de máquinas, assim como, no planejamento de manejos subsequentes, o custo desta tecnologia, de acordo com o produtor, ainda não dá pra ser contabilizado no planejamento agrícola da atividade canvieira. Desta forma, atributos como a densidade do solo e, ou porosidade, são propriedades de ampla utilização em estudos dessa natureza, devido especialmente, à simplicidade de sua determinação, e tem sua relevância, desde que possam auxiliar em decisões, como por exemplo, a de respeitar a capacidade de suporte de carga (CSC) dos solos, nos manejos subsequentes, isto é, permitam indicar o estado crítico de consolidação do solo.

O trabalho teve por objetivo propor a densidade do solo ($\rho\sigma^p$) e o volume total de poros ($n\sigma_p$), referentes á pressão de preconsolidação (σ_p), como indicadores físicos para auxiliar em avaliações da qualidade e do estado crítico de consolidação dos solos agrícolas.

Os índices propostos neste estudo foram obtidos em laboratório por meio de ensaios de consolidação uniaxial de amostras indeformadas da camada superficial e subsuperficial de um Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 1999), depois de submetidas a diferentes estados de consistência: tenacidade, friabilidade e plasticidade. A área experimental constou de um talhão de 8,34 ha, o qual foi dividido em grades de 3.600m², o que permitiu, também, avaliar a dependência espacial dos dois índices propostos.

Os resultados evidenciaram que tanto ($\rho\sigma^p$) quanto ($n\sigma_p$), a exemplo da (σ_p), podem estimar a densidade do solo e a porosidade crítica, respectivamente, que o solo pode atingir para que o mesmo não tenha a sua estrutura degradada. As equações, assim como ambos os atributos, mostraram-se ferramentas poderosas na avaliação da capacidade de suporte de carga (CSC) dos solos, auxiliando tanto na localização de zonas de maior resistência mecânica, assim como, podendo prever a máxima relação de massa/volume que o solo pode atingir, para que, em manejos futuros a sustentabilidade de sua estrutura não seja comprometida.

Influência do comprimento do sulco sobre a equação de infiltração obtida pelo método dos dois pontos de Elliot e Walker

S. Shahidian & R.P. Serralheiro

Universidade de Évora, Departamento de Engenharia Rural shakib@uevora.pt

O método dos dois pontos tem sido utilizado com bastante êxito para a determinação da equação de infiltração em sulcos de qualquer comprimento, não existindo à partida limitações à localização dos dois pontos utilizados, estando apenas implícito que o primeiro ponto deve estar localizado próximo do meio do sulco. Pouco se sabe sobre o efeito do comprimento sobre as equações obtidas ou o comprimento ideal do sulco para a determinação rigorosa dos parâmetros da equação de infiltração. Para este estudo foi sintetizada uma curva de avanço típico a partir de quatro avanços com caudal constante observados num sulco com 220 m, eliminando-se assim os desfasamentos no avanço atribuíveis à irregularidade nos declives.

Com base nesta curva de avanço e utilizando valores de geometria reais, foram considerados 15 diferentes pares de distâncias ao primeiro e segundo ponto e determinadas as respectivas equações de infiltração do tipo Kostiakov.

Apesar de todos os parâmetros de geometria serem constantes e se estar a utilizar uma única curva de avanço, verifica-se que o expoente a da equação aumenta com o comprimento de sulco considerado (lf) e com a distância até ao ponto do meio. Por sua vez, o coeficiente k tem um comportamento inverso, diminuindo com o aumento do lm e lf . Verifica-se que existe uma alteração sistemática da equação de infiltração com os pares de distância considerados. As curvas sugerem o aumento da infiltração acumulada com o aumento do comprimento do sulco.

Humedad edáfica y niveles freáticos en arenosoles del centro de la Península Ibérica.

V. Gómez-Sanz¹ & J.I. García-Viñas²

¹ Departamento de Silvopascicultura. EUIT Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n. 28040 – Madrid. E-mail: valentin.gomez@upm.es

² Departamento de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. EUIT Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n. 28040 – Madrid. E-mail: juanignacio.garcia@upm.es

La creciente demanda de recursos hídricos para satisfacer las necesidades derivadas del incremento tanto poblacional como de la agricultura intensiva, ha llevado a una evidente sobreexplotación del acuífero asociado a las formaciones superficiales de arenas eólicas que cubren extensas áreas del centro peninsular. La humedad edáfica resulta ser, en este ámbito, uno de los factores más determinantes tanto en la respuesta vegetal (diversidad biológica y estructural) y como en el uso humano del suelo, por lo que es necesario el adecuado conocimiento de los factores que inciden en su variabilidad espacio-temporal. En la zona insaturada del suelo, las tasas de humedad varían, básicamente, con las entradas de agua por precipitación y la cantidad de agua intercambiada con la atmósfera (evapotranspiración) y con el agua freática. Es precisamente la variabilidad espacio-temporal de la posición del nivel freático el factor que produce una mayor tasa de cambio en la humedad edáfica, especialmente si la suave orografía, como ocurre en los arenosoles continentales del centro de la Península Ibérica, lleva a un comportamiento relativamente homogéneo de la evapotranspiración y de la precipitación. Partiendo de esta hipótesis, el objetivo central de este trabajo es evaluar las relaciones de dependencia entre las tasas de humedad edáfica y la posición del nivel freático en un área de la comarca de “El Carracillo” (Segovia, España).

Tras el análisis de la configuración topográfica, se seleccionaron 11 localizaciones de seguimiento de la evolución de las tasas de humedad edáfica, representativas de distintas situaciones de posición del nivel freático y del comportamiento superficial del agua de escorrentía. A su vez, tres piezómetros de la red del Ministerio de Agricultura español fueron elegidos y asociados a las distintas localizaciones de seguimiento. Mensualmente y a lo largo de un año, se llevó a cabo la lectura de los niveles piezométricos y la medición de las tasas de humedad con equipo TDR (TRASE System1, 6050X1) y varillas de 45 cm de longitud. Así mismo, se procedió, por nivelación topográfica con precisión centimétrica, a la determinación de las cotas relativas tanto de las localizaciones, como de los piezómetros.

Los resultados obtenidos muestran la patente asociación entre altos niveles de humedad edáfica y localizaciones en ligera depresión. Este hecho parece responder a la proximidad de los niveles freáticos, que sin llegar a anegar los 45 cm más superficiales del suelo en ningún momento del año, sí se ven afectados por la capa de agua capilar que se instala sobre ellos. Este agua capilar supone un gran aporte hídrico a la vegetación, garantizando unas buenas condiciones de humedad para su desarrollo. En otras localizaciones también en ligera depresión pero con los niveles freáticos más profundos, las tasas de humedad edáfica son significativamente más bajas, pero superiores a las localizaciones en llanura, pendiente o cima de duna, al acudir a ellas el agua de escorrentía de las zonas más próximas. Estas otras localizaciones se muestran desconectadas de los niveles freáticos y con relativamente escaso contenido de agua a lo largo del año (derivado del carácter arenoso de los suelos).

La implementación de técnicas de recarga artificial de acuíferos o el incremento en la intensidad de bombeo, pueden cambiar el actual patrón de comportamiento espacio-temporal de la humedad edáfica. Esto supone un riesgo de cambio en la composición de la vegetación, además de otras sinergias, que debe de ser considerado en la planificación del futuro uso sostenible de estos territorios.

Painéis

Validación y uso de funciones de edafotransferencia para la determinación de las propiedades hidráulicas en suelos agrícolas de Torreblanca (Castellón, Spain)

A. Hurtado-Soler & J. Batlle-Sales

Universitat de València. Dpto. Biología Vegetal. email: Amparo.Hurtado@uv.es

La determinación de las propiedades hidráulicas de los suelos es de vital importancia ya que permite conocer la capacidad que tiene un suelo de retener agua y estudiar su movimiento a través del sistema poroso. Por otra parte permite calcular con precisión el balance de agua en el suelo y optimizar el diseño de riego en los suelos agrícolas. El método tradicional para la determinación de las curvas de retención de agua establece una serie de equilibrios entre el agua de la muestra de suelo y un potencial de presión conocido. La curva de retención de agua puede describirse como una sigmoideal continua dividida en tres segmentos. El segmento comprendido entre -1500 kPa y -10 kPa está representado por la ecuación: $\psi = A \theta^B$, siendo θ el contenido de humedad y ψ el potencial del agua en el suelo. El parámetro A es una función del potencial de entrada del aire y el contenido de humedad en saturación y B es un valor fijo. El segundo tramo de la curva de retención se describe mediante una ecuación lineal entre -10 kPa y el potencial de entrada de aire (ψ_e). Finalmente el tercer segmento es una constante hasta el potencial de saturación. Las curvas obtenidas en el laboratorio mediante el método de la membrana de presión describen el primer tramo de la función sigmoideal ya que existen una serie de dificultades en la obtención de medidas fiables a potenciales menores de la capacidad de campo y el tiempo de experimentación es muy elevado. Las funciones de edafotransferencia estiman la curva de humedad a partir de otras propiedades como la textura, materia orgánica y densidad aparente. La utilización de estas ecuaciones ofrece resultados satisfactorios y permite obtener las propiedades hidráulicas en poco tiempo. Sin embargo, la validez de las funciones de edafotransferencia debe ser evaluada mediante su comparación con curvas experimentales ya que estas funciones se han desarrollado para regiones concretas con unas condiciones específicas de suelos y clima no siempre extrapolables a otras regiones.

En este trabajo se comparan las curvas experimentales obtenidas en suelos agrícolas, con cultivo de cítricos, en Torreblanca (Castellón, Spain) con los modelos de edafotransferencia de Thomasson & Carter topsoils (1989), Thomasson & Carter subsoils (1989), Hutson con ρ_a (1986), Hutson sin ρ_a (1986), Rawls & Brakensiek (1985) y Saxton (1986). A partir de las muestras inalteradas se han obtenido mediante una membrana de presión seis puntos partiendo del punto de saturación (0 kPa) hasta el punto de marchitez permanente (-1500 kPa) incluyendo el punto a capacidad de campo (-33 kPa). Los puntos obtenidos corresponden a los potenciales: 0, -33, -100, -500, -1000 y -1500 kPa.

Los resultados muestran que el modelo que mejor se ajusta a las medidas experimentales es el modelo de retención de Rawls & Brakensiek. Este modelo permite el cálculo de la humedad para numerosos potenciales matriciales definiendo con mucha precisión las curvas de humedad. El modelo de Saxton ofrece resultados similares pero solamente define tres puntos de la curva. En los modelos de Hutson se observa una subestimación en las medidas obtenidas con la ecuación que no utiliza la densidad aparente mientras que hay sobreestimación en la ecuación que si la considera. Finalmente los modelos de Thomasson & Carter presentan sobreestimación en los resultados aunque conforme se incrementa el contenido de arcilla el ajuste del modelo topsoil con los valores experimentales es mayor.

Integrated analysis of physical factors in semiarid continental soils

Ana Álvarez¹, Salvador Sastre¹, Gonzalo Almendros² & Pilar Carral¹

¹ Dpto. de Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid, España. Phone: 0034-91-4974800, Fax: 0034-91-4974900 anamaria.alvarez@uam.es,

² Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. Serrano 115 B, E-28006 Madrid, España

The objectives of this research are manifold: i) to compare the curves of water infiltration in agricultural soils developed under Mediterranean climate (xeric regime) by taken advantage from the equation modified by Kostikov (1932), ii) to relate the infiltration rates obtained with soil physical characteristics which could be considered as indicators of soil quality and iii) to assess the values of the c and b constants described in the curve in terms of the hydrophysical behaviour of semiarid agrosystems.

The samples studied consisted of surface soil horizons of one undisturbed soil and eight agricultural soils. Soil infiltration parameters were measured in duplicate. The determinations were carried out in summer (July–August) when all soils were under drought conditions, close to the point of permanent withering. We used a double-ring Eijkelkam's infiltrometer described in Bouwer (1986, D3385-03, ASTM), since this methodology yield reproducible results under similar climatic conditions. The infiltration curves represented the average values of water infiltration volume (mm) or the infiltration rate in terms of time. The above curves displayed variable features and showed very different infiltration rates in soil completely dry soils: there was an early stage with high infiltration rates (transition stage), which gradually decreased to a constant level (stationary stage). The infiltration parameters showed the different drainage behaviour of the soils. Moreover, in the case of some soils showing total infiltration rates very similar, the parameters provided additional information on the different response against the effect of irrigation or torrential raining events.

Kostikov equation, $K=c X^{-b}$

(a) When $c = 0$, the rate K is zero.

(b) When $c = \infty$, $K = \infty$.

(c) When $b = 0$, $K = c$ (the infiltration rate is constant and the soil never reaches the saturation moisture).

(d) When $b = \infty$, $K = 0$.

(e) When $b \rightarrow \infty$, the infiltration rate decreased quickly to values close to zero as a function of time (the soil saturates quickly).

(f) When $b \rightarrow 0$, the infiltration rate does not tend to zero as quickly as in the above case, then soil takes some time to saturation.

In conclusion, the parameters c and b define the type of curve, and consequently, the infiltration characteristics for each soil. According to the extent of both parameters we can forecast if soil saturation is slow or fast. This inform on whether the infiltration rate in the early stages are sufficient, or not, to ensure a good water regime system for the soil. In fact, under conditions of torrential rain, soils with high infiltration capacity can absorb large surplus of water in short periods, which reduces the risk of flooding and runoff.

Modelo de gestão de rega em espaços verdes

António Palma Serafim & Cândida Rodrigues

Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, aserafim@isa.utl.pt

Este *Modelo de Gestão de Rega* dirige-se para os *Espaços Verdes* de laser, actualmente muito procurados e valorizados pelas populações em geral, produzidos por várias entidades como é o caso das Autarquias.

O *Modelo* reconhece que a água é um factor de produção e optimiza a sua aplicação na rega de *Espaços Verdes*, dando especial atenção e cuidado à variação temporal dos factores intervenientes, bem como à sua variação espacial.

O *Modelo* envolve exaustivamente diversas matérias, nomeadamente as espécies vegetais implantadas ou a plantar, as suas fases fenológicas, os solos existentes, sua localização e características físicas, a sua topografia, os factores do clima e seus elementos colhidos em postos meteorológicos.

Os métodos a utilizar são os preconizados no Fascículo 56 da FAO: o método da FAO Penman-Monteith para o cálculo da evapotranspiração de referência, a técnica dos coeficientes culturais duais para a obtenção da evapotranspiração cultural, e a oportunidade de rega pelos balanços hídricos.

O *Modelo* integra a programação de algoritmos implementados em Visual Basic 6, VB6 e um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

O *Modelo* determina os parâmetros de rega em tempo real, momento da rega, dotação, tempo de rega, intervalo de tempo entre regas, bem como, para a aspersão, a intensidade média de precipitação e grau de pulverização.

Complementarmente o *Modelo* simula sistemas de rega para *Espaços Verdes*, procura os mais eficientes atendendo à geometria dos canteiros e demais variáveis dos consumos culturais, calibra sistemas de rega automáticos já implantados.

Necessidades hídricas e coeficientes culturais de olivais de sequeiro convertidos a regadio na região de Moura

Francisco Lúcio Santos, Pedro C. Valverde, João L. Reis, Alice F. Ramos & Nádía L. Castanheira

Instituto de Ciências Agrárias Mediterrânicas, Universidade de Évora, Pólo da Mitra, Apartado 94, 7002-554, Évora, Portugal, fls@uevora.pt

As actividades experimentais e de demonstração tiveram lugar na Herdade dos Lameirões, em Safara, região de Moura, num olival tradicional com cerca de 80 anos, em compasso 12 m x 12 m, da variedade Cordovil de Serpa, no qual se adaptou um sistema de rega localizada e se aplicou três dotações de rega: – modalidade de rega A), com aplicação de dotação máxima ao olival, fornecendo às plantas quantidades de água suficientes para suprir as necessidades hídricas durante todo o ciclo vegetativo e sem restrições de água; modalidade B), com aplicação de uma dotação de rega correspondente a 60% da água fornecida à modalidade A, e modalidade C), com aplicação de água suficiente para compensar a transpiração e necessidades hídricas do olival apenas em três fases consideradas críticas do seu ciclo: antes da floração, antes do endurecimento do caroço e durante a maturação e síntese do azeite. Seguiu-se um calendário de regas baseado no conhecimento da evapotranspiração do local, no balanço hídrico do solo e nas estimativas de transpiração obtidas com os sensores de humidade, watermarks e sensores de fluxo de seiva. Os resultados indicam que a modalidade C, que apenas recebeu em média 70 mm de água de rega foi capaz de mobilizar água suficiente do solo para fazer uso de 726 mm de água. Cenário semelhante apresentou a modalidade B, onde foi aplicado 448 mm de água de rega mas cuja resposta em transpiração e uso de água foi de cerca de 600 mm. A modalidade A onde se aplicou 880 mm de água de rega mobilizou apenas 657 mm aplicados. No seguinte Quadro 1 indicam-se os valores mensais de Kc desenvolvidos pelos trabalhos experimentais deste projecto AGRO 728, como a razão entre os valores de transpiração da árvore-tipo, representativa de cada modalidade de rega e os valores de evapotranspiração potencial de Penman-Monteith E_{T0} estabelecidos para a região, em mm/dia.

Quadro 1 – valores mensais de Kc estabelecidos como rácio T/E_{T0} entre a transpiração T do olival representativo das modalidades de rega e a evapotranspiração potencial de Penman-Monteith calculada para a região de Moura - Alentejo.

	A	B	C	Sequeiro
Mar	0.75	0.92	0.88	0.65
Abr	0.80	1.02	1.03	0.59
Mai	0.69	0.73	0.88	0.40
Jun	0.61	0.70	0.67	0.46
Jul	0.60	0.74	0.57	0.39
Ag	0.67	0.84	0.44	0.37
Set	0.91	1.01	0.39	0.49
Out	N/A	N/A	1.04	0.70

A estratégia de rega da modalidade C, de rega não deficitária nos 3 períodos críticos do ciclo, antes da floração, pouco antes do endurecimento do caroço e a semanas antes da colheita, tem que ser cuidadosamente seguida e calendarizada pois o seu incumprimento penalizará o olival, como se depreende da evolução e queda acentuada dos valores de Kc, de Abril a Setembro. No ano de 2006 as regas programadas para Setembro, altura crítica em que o olival deixa o seu estado de repouso estival e entra no período de maturação do fruto, e síntese de azeite, não foram efectuadas, por terem sido “substituídas”, isto é, compensadas pelas chuvas de Outono. Na ausência dessas chuvas, a aplicação de rega(s) é de extrema importância para a boa colheita e para a qualidade do azeite, sendo aconselhável que em anos de falta de água se garanta sempre essas regas de Outono em detrimento de alguma outra rega ao longo do ciclo. Ainda que a modalidade B possa ser

recomendada para o olival tradicional, principalmente quando o agricultor dispõe de reserva hídrica abundante e barata, a modalidade C é a recomendada como prática a usar para o olival tradicional convertido a regadio. A evolução dos K_c na modalidade sequeiro segue a evolução do armazenamento de água no solo, com valores mais elevados em Fevereiro/Março, decrescendo para valores próximos de 0,4 durante quase todo o verão e aumentando consideravelmente com a recarga devido às chuvas em Setembro e Outubro.

Influência de coberturas mortas e da mobilização no comportamento térmico da camada superficial de um Luvisolo

J. A. Andrade¹, C. Alexandre¹ & G. Basch²

¹ *Departamento de Geociências, Universidade de Évora Apartado 94, 7002-522 Évora, Portugal e-mail: zalex@uevora.pt*

² *Departamento de Fitotecnia, Universidade de Évora*

À superfície do solo ocorrem importantes trocas energéticas que determinam o ambiente térmico na camada superficial do solo e na camada de ar imediatamente acima deste. Por este motivo, a adição de coberturas mortas ou a modelação do microrelevo resultante da mobilização superficial do solo são uma prática comum quando se pretende modificar o regime térmico de um solo.

Neste trabalho foram comparados os efeitos do restolho e da aplicação de diferentes quantidades de palha à superfície de um solo Mediterrâneo Pardo (Haplic Luvisol segundo a classificação WRB) no seu comportamento térmico com os decorrentes de uma mobilização superficial. As experiências decorreram entre Janeiro e Maio de 2007 num terreno semeado em sementeira directa com trigo na primeira quinzena de Dezembro de 2006.

As temperaturas foram registadas por termopares do tipo-T colocados sobre a palha e sobre o restolho, à superfície do solo e a 2, 4 e 8 cm de profundidade. Foram ainda registadas temperaturas do ar ao nível da cultura.

As temperaturas médias e as amplitudes térmicas diárias da camada superficial do solo foram menores sob palha que sob restolho ou quando sujeita a mobilização superficial. As áreas mobilizadas e cobertas por restolho apresentaram temperaturas mínimas diárias menores que as áreas cobertas por palha, sendo por isso aquelas mais susceptíveis à ocorrência de geadas que estas. As diferenças térmicas registadas entre as quatro modalidades diminuíram significativamente com o crescimento do trigo. São igualmente discutidos os efeitos dos diferentes tratamentos no crescimento da cultura instalada.

Variabilidad espacial de atributos físico-hídricos del suelo y productividad del frejol irrigado bajo un sistema de siembra directa.

M. W. Roque¹, R. M. Mestas², E. E. Matsura¹, A. Paz² & D. R. Bizari¹

¹ Departamento de Água e Solos. FEAGRI/UNICAMP. Cidade Universitária Zeferino Vaz s/n, CEP: 13083-970 Barão Geraldo-Campinas, SP (Brasil). E-mail: marcio.roque@agr.unicamp.br

² Facultad de Ciencias. Universidad de la Coruña. Campus de la Zapateira s/n, 15071 La Coruña (España)

La variabilidad espacial del suelo dentro de un área agrícola es la causa de variabilidad de la producción, influenciando directamente diversos parámetros, como la disponibilidad de nutrientes, la disponibilidad de agua y las condiciones relacionadas al crecimiento de las raíces de la planta. Conceptos como agricultura de precisión (Fixen, 1994; Reetz, Jr., 1994) y la preocupación con la contaminación de manantiales subterráneos han llevado a la busca del conocimiento de la variabilidad espacial de los suelos. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la dependencia espacial de los atributos físico-hídricos del suelo relacionándolos con la variabilidad espacial de la producción del frejol irrigado. Para este ensayo fue sembrado el frejol bajo un sistema de siembra directa el día 24 de junio de 2006, en el campo experimental de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la UNICAMP (FEAGRI/UNICAMP), en el municipio de Campinas-SP, Brasil, cuyas coordenadas geográficas son: 22°48'57" sur, 47°03'33" oeste y una altitud media de 640 msnm. El suelo del campo experimental fue clasificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico de textura arcillosa en el sistema Brasileiro de clasificación de suelos. En la parcela experimental de 600 m², fueron demarcados 60 puntos muestrales en una malla de muestreo de 3 X 3 m. En esta malla se tomaron muestras indeformadas para determinación de la densidad del suelo (Ds) y a nivel de campo se determinaron la resistencia del suelo a la penetración (RP) y la conductividad hidráulica saturada (Ko). La producción del frejol, fue determinada mediante el promedio de tres plantas por cada punto muestral, totalizando un total de 180 plantas por parcela. El análisis de la dependencia espacial fue evaluado por medio del análisis geostadístico, se constato que los atributos estudiados presentan dependencia espacial, descrita mediante semibariogramas de tipo esférico para Ds, RP y Ko y de tipo exponencial para la producción con efecto pepita en ambos casos. Por lo tanto, los atributos del suelo en relación a la producción de granos mostraron que la distribución de los atributos en el espacio no es aleatoria, una vez que el grado de dependencia espacial según CAMBARDELLA et al. (1994) presentó un valor fuerte para Ko y moderado para los demás atributos del suelo y producción de granos en el frejol. Mediante los mapas de distribución espacial de los atributos estudiados se verificó que las áreas de mayor productividad fueron aquellas de menores valores de RP y Ds y mayores valores de Ko. Con base en los resultados obtenidos se observo que todas las regresiones entre los mapas de los atributos del suelo y de la productividad fueron significativas, siendo que la densidad del suelo y la resistencia del suelo a la penetración se correlacionan negativamente con la producción de granos, en cuanto a la conductibilidad hidráulica saturada se correlacionan positivamente. Los valores de los coeficientes de determinación (R²) de los modelos fueron bajos, variando entre 7 a 18 %.

Dinámica de la superficie de suelos agrícolas durante tormentas y periodos de lluvias continuas

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

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

En la región de Galicia (NO España) en la que se practica laboreo convencional, el encostrado de la superficie del suelo es un hecho bastante común, especialmente en suelos recién labrados (laboreo primario y siembra) o durante las primeras fases del desarrollo vegetativo (nascencia del maíz e implantación de pradera). Este fenómeno es muy complejo y está condicionado por una amplia variedad de factores que implican conjuntamente a las propiedades del suelo, características de las lluvias, condiciones de flujo y prácticas agrícolas. A medida que la superficie se encostra por acción de la lluvia, se producen una serie de cambios que afectan a propiedades del suelo tanto superficiales (rugosidad) como físicas (conductividad hidráulica saturada, porosidad). Estos cambios de la capa superficial del suelo conllevan a un descenso de la infiltración contribuyendo así a un incremento en el potencial erosivo de la escorrentía y a una mayor probabilidad del desarrollo de surcos y cárcavas. En este trabajo se estudia la dinámica de algunos procesos que tienen lugar en la superficie de suelos agrícolas durante periodos de precipitaciones prolongadas y durante una serie de tormentas. Estas experiencias de larga duración (8 años) se llevaron a cabo en diferentes comarcas agrícolas de la provincia de A Coruña sobre parcelas dedicadas a cultivo y a pradera. El área de estudio abarca suelos de similar litología caracterizados por su textura franco-limosa. Las observaciones indican que la vulnerabilidad al encostramiento de estos suelos, está estrechamente asociado a la combinación de cuatro características: lluvias continuas de baja intensidad y/o eventos de precipitación aislados (tormentas), baja estabilidad de los agregados, escasa rugosidad superficial y ausencia de vegetación. A pesar de la elevada variabilidad del proceso durante los años de estudio, considerando los diferentes tratamientos y condiciones climáticas en cada año y estación, el desarrollo de costras superficiales fue generalizado durante la implantación de pradera, en tanto que en las parcelas de cultivo la dinámica de evolución de la superficie difirió notablemente entre tratamientos y años y con respecto a las praderas se requirió mayor cantidad e intensidad de lluvia para el desarrollo de costra que en estas. Además, se puso de manifiesto que la cubierta vegetal, principalmente herbácea, presenta un importante papel como agente inhibidor del encostramiento y por tanto cuando existe impide la escorrentía evitando así la erosión. Así mismo, los resultados apuntan hacia un incremento de erosividad de la escorrentía relacionado con el descenso de la rugosidad superficial (inducida por laboreo y/o por impacto de las gotas de lluvia) y el encostrado superficial del suelo poniendo de relieve la importancia de las condiciones superficiales del suelo en el proceso de erosión. Así, el encostrado es el primer indicador predictivo de activación de la erosión, un proceso todavía no controlado en esta región si bien las pérdidas de suelo que se generan por surcos y cárcavas efímeras todavía se encuentran en niveles tolerables.

Curva característica de umidade de um Nitossolo Vermelho Distroférrico submetido a oito anos de plantio direto

Mariléia Barros Furtado¹, Silvio José Bicudo¹ & Antonio Paz González²

¹ Departamento de Produção Vegetal – Agricultura e Melhoramento Vegetal – Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA/UNESP, Caixa Postal 237, CEP 18610- 307, Botucatu-SP-Brasil.e-mail: marileiafurtado@fca.unesp.br

² Faculdade de Ciências, Universidade da Coruña, A Zapateira s/n, 15071, A Coruña, Espanha.

O tipo de manejo do solo pode promover modificações nas suas características físicas, como alteração na quantidade de macroporos e porosidade total, afetando a capacidade de retenção de água do solo. O objetivo desta pesquisa foi avaliar diferenças na retenção de água pelo solo submetido a vários potenciais mátricos, em função da profundidade, num sistema de plantio direto. O experimento foi desenvolvido em um Nitossolo Vermelho Distroférrico, localizado a 22° 49' 31"S e 48° 25' 37"W em Botucatu-SP, Brasil. A região apresenta precipitação anual de 1.292,4 mm e temperatura média anual de 21,9°C. O ensaio foi instalado em uma área sob sistema de plantio direto há oito anos, nas quais foram extraídas 20 amostras de solo com estruturas indeformadas, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, totalizando 40 amostras, que posteriormente foram submetidas às tensões de 0,003; 0,006; 0,01; 0,03; 0,1; 0,5; 1,5 MPa, para obtenção da água retida no solo. A curva foi elaborada em Câmara de Richards e os componentes matriciais (ψ) obtidos foram ajustados utilizando-se a equação de van Genuchten. Avaliou-se também a porosidade total, macroporosidade e microporosidade, utilizando-se as mesmas amostras de solo. As análises estatísticas mostraram que as sete tensões utilizadas para compor a curva característica apresentaram distribuição normal dos dados, nas duas profundidades avaliadas, tendo ocorrido o mesmo para porosidade total, macroporosidade e microporosidade do solo. Os valores dos coeficientes de variação foram baixos para todas as tensões utilizadas (<10%); já os atributos do solo mostraram coeficientes alto para a macroporosidade (>40%) e baixos para porosidade total e microporosidade do solo (<10%). A profundidade de 0-10 cm apresentou maior quantidade de macroporos e porosidade total em relação à de 10-20 cm, o que justifica a maior quantidade de água retida na camada mais subsuperficial, pela menor quantidade de macroporos existentes. A microporosidade se manteve igual nas duas profundidades. A macroporosidade foi o atributo de maior variabilidade estatística.

Previsão da qualidade do solo em áreas regadas com águas salinas

N. Castanheira¹, T. B. Ramos, M. C. Gonçalves², A. Prazeres², J. C. Martins², M. L. Fernandes², F. P. Pires² & F. L. Santos¹

¹ Dep. Eng. Rural, Universidade de Évora, Pólo da Mitra, Apartado 94, 7000-554 Évora. nlsc@uevora.pt

² Instituto Nacional de Recursos Biológicos, L-INIA, ex. Estação Agronómica Nacional, Av. República, Quinta do Marquês, 2784-505 Oeiras, Portugal. mc.goncalves@netc.pt

O principal objectivo deste trabalho consistiu em prever, através de alguns indicadores, o estado da qualidade do solo após: (i) a rega com água de diferentes salinidades combinada com fertilização diferenciada, (ii) a subsequente lavagem pela água da chuva, durante o período Outono/Inverno. Neste estudo utilizou-se a condutividade eléctrica do extracto de saturação do solo (*CE*) como indicador da salinidade do solo e os parâmetros percentagem de sódio de troca (*ESP*) e razão de adsorção de sódio (*SAR*) para caracterizar a sodicidade do solo.

Os ensaios foram realizados durante 3 anos (2004-2006), em dois tipos de solos, um com textura mediana (Alvalade do Sado) e outro com textura grosseira (Mitra – Évora), a fim de comparar os respectivos comportamentos resultantes da aplicação dos sais na água de rega e do fertilizante azotado, tendo-se utilizado o milho grão como cultura demonstrativa. Em cada um desses locais foi instalado um sistema de rega sob pressão, designado de Fonte Tripla Linear, que permite conjugar diversas combinações de sal e de fertilizante numa área reduzida. Aquele sistema é alimentado por 3 fontes de água: *água salina* (água de rega com NaCl dissolvido), *água de rega* (não salina) e *água+fertilizante* (água de rega com adição de NH_4NO_3), o que permite obter dois gradientes, um de *salinidade* (com adição de NaCl), e outro de *fertilizante* (com adição de solução azotada – NH_4NO_3). Cada uma das áreas experimentais integrava 4 grupos (I a IV), tendo-se utilizado um gradiente decrescente de fertilizante do Grupo I para o IV, mas sem solução azotada neste último grupo. Dentro de cada grupo estabeleceram-se 3 modalidades de salinidade (A, B e C) através da distribuição de diferentes quantidades de água salina (em função do caudal dos gotejadores) ao longo das linhas de cultura. O gradiente de salinidade aplicado foi decrescente da modalidade A para a C, sem aplicação de solução salina nesta última modalidade. Cada linha de cultura foi regada por três tubagens com três conjuntos de gotejadores, cuja dotação aplicada foi sempre constante em cada ponto de rega debitando 18 L/h por metro linear de cultura de milho. Monitorizou-se a evolução da *CE* do *SAR* e do *ESP* em amostras de solo colhidas em todos os Grupos e Modalidades, às profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, no início dos ensaios, após os 3 ciclos de rega (Setembro) e no fim dos períodos chuvosos (Abril/Maio do ano seguinte).

Apresentam-se os resultados da análise de regressão múltipla que relaciona, para cada local, os valores de *CE*, *SAR* e *ESP*, obtidos no fim da rega e no fim do período da lavagem pela chuva, com as quantidades totais de sais, de fertilizante azotado e de água de rega aplicados e da quantidade de precipitação ocorrida. Para o solo de textura mediana (Alvalade) obtiveram-se regressões com coeficientes de determinação (R^2) variando entre 0.72 e 0.82 no caso do fim do ciclo de rega e entre 0.60 e 0.86 após o ciclo chuvoso ($n=107$ observações nos dois casos). Para o solo de textura grosseira (Mitra) obtiveram-se valores de R^2 entre 0.65 e 0.75 para o final do ciclo de rega ($n=107$ observações) e entre 0.64 e 0.87 após o ciclo das chuvas ($n=71$ observações). As melhores previsões foram obtidas para o *SAR* em Alvalade (após a rega e a lavagem) e na Mitra (após a lavagem). A previsão menos conseguida foi para a *CE* em Alvalade, após o ciclo da lavagem ($R^2 = 0.60$).

Soil physical quality in different orders of semiarid soils in central Spain

Pilar Carral¹, Ana Álvarez¹ & Gonzalo Almendros²

¹ Dpto. de Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid, España. Phone: 0034-91-4974800, Fax: 0034-91-4974900 pilar.carral@uam.es

² Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. Serrano 115 B, E-28006 Madrid, España

There is considerable lack of knowledge about physical variables associated with soil quality. This study focuses on determining the aggregate stability and infiltration speed in cultivated soils, taking as reference the properties of different soil orders (Entisols, Inceptisols, Alfisols).

A total of 9 soil formations are described in terms of their physical (texture, bulk density, porosity and aggregate stability) chemical (fertility) and biological (dynamics of the biodegradation of organic matter) characteristics.

The study area (Castilla-La Mancha, Central Spain) show an average altitude of 700 masl. The geological substrate consists of a Paleozoic basement of quartzites and shales and Miocene deposits of continental origin, which fossilized a posthercynic relief. The temperature regime is Warm Temperate, and the hydric regime is Dry Mediterranean.

The infiltration rates were determined on dry soils (Standard Method ASTM D3385-03) with a double ring infiltrometer. The results were compared with laboratory data from glass columns filled with soil samples and homogenised to 2 mm.

Apart from the structural stability (wet sieving method), the maturity of the organic matter was assessed in terms of the release of CO₂ during laboratory incubation using a gas analyzer Carmograph-12 (Wösthoff).

The results suggested that the soils studied show different lithology and development. They were classified as Entisols (soils 13, 14 and 15), Inceptisols (soils 1 and 3) and Alfisols (soils 7, 9 and 10). Soil 5, studied as a reference (undisturbed), was classified as Inceptisol. This soil was developed on the original vegetation and retains its original structure, whereas the remainder soils were cultivated.

The values of the infiltration rate ranged between 0.03 mm·min⁻¹ in soil sandy clay loam horizons with petrocalcic horizon and 0.57 mm·min⁻¹, on the sandy loam soil considered as natural reference. Despite the soils had very different structure, we found significant correlations between infiltration values at field and laboratory conditions.

The different infiltration rates of the soils could be explained in terms of their formation factors, development and use. Thus, soils 1 and 3 were classified as Calcixerepts; showing very different infiltration rate compared to soil 5 due to the anthropogenic impact in these cultured sites.

The results indicate: i) the possibility, in the study area, to explain the physical properties from a reduced set of surrogate indicators related to the properties and dynamics of the organic matter, ii) the ability to forecast the field permeability from laboratory values, and iii) the ability to accurately classify semi-arid soils at the level of order, exclusively based on a set of selected variables concerning the aggregation and stability of the soil.

Medição e registro da temperatura do solo

Sueli Rodrigues¹, Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues², Alexandre César Rodrigues da Silva³

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP/ Ilha Solteira – SP/ srodrigues@aluno.feis.unesp.br

² Eng. Agrícola-Prof. Doutor- Depto. de Engenharia, Fitotecnia e Solos FEIS/UNESP, Ilha Solteira – SP. Brasil ricardo@agr.feis.unesp.br,

³ Eng. Eletricista, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Elétrica FEIS/UNESP, Ilha Solteira – SP. Brasil

Este trabalho teve por objetivo medir e registrar continuamente as temperaturas do solo através de um sensor digital, denominado de *iButton Thermochron*, com grande capacidade de armazenamento, permitindo a obtenção de dados precisos e constantes, durante todo o desenvolvimento da cultura da soja. Os termômetros foram instalados numa área experimental, cultivada com soja, no ano agrícola 2006/07, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNESP/Ilha Solteira, situada no município de Selvíria-MS, Brasil, em solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO. As temperaturas do solo foram determinadas por *iButton Thermochron*, que é um termômetro digital que incorpora à memória; calendário e relógio, em um mesmo circuito integrado. Para facilitar a instalação dos termômetros no solo, estes foram acoplados em estacas de madeira e instalados a uma profundidade de 0,05m, na linha e entrelinha de semeadura, nas áreas irrigadas e não irrigadas, sob preparo com escarificador. Na Figura 1 estão representadas as temperaturas diárias na linha e entrelinha da cultura da soja, em áreas irrigadas e não irrigadas, em preparo com escarificador, durante os primeiros 15 dias após a semeadura da soja. Foi verificado em campo, que a emergência se deu de 5 a 6 dias após a semeadura (18 e 19 de dezembro de 2006), nestes dias as médias diárias foram 29,7 e 30,6 °C, respectivamente na linha e entrelinha.

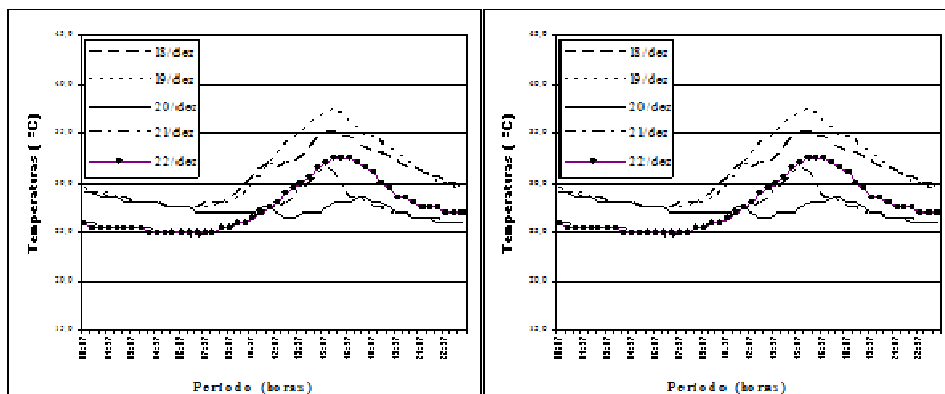


Figura 1 - Temperaturas diárias dos 5 primeiros dias após a emergência da soja, em intervalos de 30 minutos, em preparo do solo com escarificador em área não irrigada e irrigada.

O uso do sensor digital como ferramenta para medição e registro contínuos da temperatura do solo apresenta vantagens em relação a outros equipamentos. Não necessita de fonte de alimentação e é um dispositivo que dispensa conexão até o registrador, sendo possível o registro contínuo da temperatura do solo.

Previsão da condutividade eléctrica da solução do solo em áreas regadas com águas salinas

T. B. Ramos¹, M. L. Fernandes¹, N. Castanheira², M. C. Gonçalves¹, A. Prazeres¹, J. C. Martins¹, F. P. Pires¹ & F. L. Santos²

¹ Instituto Nacional de Recursos Biológicos, L-INIA, ex. Estação Agronómica Nacional, Av. República, Quinta do Marquês, 2784-505 Oeiras, Portugal mc.goncalves@netc.pt

² Dep. Eng. Rural, Universidade de Évora, Pólo da Mitra, Apartado 94, 7000-554 Évora Portugal

O principal objectivo deste trabalho consistiu em prever a condutividade eléctrica (*CE*) da solução do solo em áreas regadas com água de diferentes salinidades combinada com fertilização diferenciada.

Os ensaios foram realizados durante 3 anos (2004-2006), em dois tipos de solos, um com textura mediana (Alvalade do Sado) e outro com textura grosseira (Mitra – Évora), a fim de comparar os respectivos comportamentos resultantes da aplicação dos sais na água de rega e do fertilizante azotado, tendo-se utilizado o milho grão como cultura demonstrativa. Em cada um desses locais foi instalado um sistema de rega sob pressão, designado de Fonte Tripla Linear, que permite conjugar diversas combinações de sal e de fertilizante numa área reduzida. Aquele sistema é alimentado por 3 fontes de água: *água salina* (água de rega com NaCl dissolvido), *água de rega* (não salina) e *água+fertilizante* (água de rega com adição de NH₄NO₃), o que permite obter dois gradientes, um de *salinidade* (com adição de NaCl), e outro de *fertilizante* (com adição de solução azotada – NH₄NO₃). Cada uma das áreas experimentais integrava 4 grupos (I a IV), tendo-se utilizado um gradiente decrescente de fertilizante do Grupo I para o IV, mas sem solução azotada neste último grupo. Dentro de cada grupo estabeleceram-se 3 modalidades de salinidade (A, B e C) através da distribuição de diferentes quantidades de água salina (em função do caudal dos gotejadores) ao longo das linhas de cultura. O gradiente de salinidade aplicado foi decrescente da modalidade A para a C, sem aplicação de solução salina nesta última modalidade. Após os ciclos de rega os ensaios permaneceram sujeitos às condições atmosféricas durante o resto do ano. A recolha da solução do solo fez-se com uso de cápsulas porosas ou lisímetros, sendo impostas sucções no seu interior de modo a retirar a água do solo. Neste estudo instalaram-se cápsulas porosas às profundidades de 20, 40 e 60 cm, nas modalidades A e C em todos os Grupos em Alvalade e nos grupos I, III e IV na Herdade da Mitra. Monitorizou-se a evolução da *CE* ao longo dos 3 anos do ensaio, durante os ciclos de rega e a subsequente lavagem pela água da chuva durante o período Outono/Invernal.

Apresentam-se os resultados da análise de regressão múltipla que relaciona, para o conjunto dos dois locais, os valores de *CE* medidos ao longo dos três anos com as quantidades totais de sais, de fertilizante azotado e de água de rega aplicados e da precipitação ocorrida. A regressão obtida apresentou um coeficiente de determinação (R^2) de 0.74 ($n=1400$ observações).

Os valores mais elevados de *CE* na solução do solo foram verificados, como espectável, com os valores mais elevados de Na^+ aplicado na água de rega. Verificou-se ainda que o azoto aplicado contribui para a salinidade da solução do solo quando a água de rega apresentava um baixo teor de sais. Inversamente, à medida que a qualidade da água de rega diminui, isto é, aumentando o seu teor em sais, o azoto contribui para diminuir a salinidade da solução do solo. Este efeito é tanto mais notório quanto mais elevada for a quantidade de água aplicada.

Sessão temática 3:

QUÍMICA E MINERALOGIA DO SOLO

Modelo de producción de biomasa en suelos ácidos de *raña* corregidos con productos calizos

Eduardo Villa Bermejo & Manuel Vidal Bardán

Área de Edafología y Química Agrícola. Universidad de León email: jevilb@unileon.es

Introducción

Los Xerults de la Soil Taxonomy (1999) se caracterizan por presentar horizontes argílicos con una saturación de bases muy baja. Su uso agronómico se ve limitado tanto por altos contenidos de Al que presentan como por los estados carenciales de Ca, Mg, P y Mo a los que, normalmente, se encuentran asociados. Otra desventaja agronómica de estos suelos está relacionada con el régimen de humedad xérico, aspecto que condiciona el estrés hídrico que padecen los cultivos en ellos implantados. La finalidad de este trabajo estriba en establecer el modelo explicativo de la producción de biomasa de centeno en los suelos ácidos de la *raña* de Camposagrado (León, España), tras dos años de la aplicación de caliza, espuma de azucarera, dolomita y yeso.

Material y métodos

Los ensayos se llevaron a cabo sobre un suelo clasificado como Typic Palexerult. Los horizontes argílicos presentan valores medios de pH en KCl de 3,5 y los porcentajes de saturación de Al superan el 80% (Villa, 2005). La dosis aplicada de cada producto se estimó en base a incorporar finalmente 6.000 kg ha⁻¹ de CaCO₃ equivalente con cada uno de los productos calizos. Únicamente el horizonte Ap fue objeto de los cuatro muestreos realizados (marzo y septiembre). Además de la analítica general (V-% saturación de bases, CIC, CICE, etc.) se determinaron las formas de Al solubles y fácilmente intercambiables (Al-CaCl₂), así como el Al extraído con KCl, el Al quelado por la materia orgánica, el estimado como formas de Al adsorbidas y el Al amorfo, así como el extraído con BaCl₂. Se establecieron dos modelos explicativos de regresión lineal múltiple de la producción total de centeno, por el método de stewart; en el primero, se consideraron todos los parámetros analíticos (21) y, en el segundo, únicamente las seis formas de Al determinadas.

Discusión y conclusiones

Los valores medios de producción de biomasa total de centeno, durante los dos años de ensayos, quedan reflejados en la siguiente tabla:

Producción total de biomasa (kg.ha ⁻¹). Media años 2002-2003.				
testigo	caliza	dolomita	espumas	yeso
2.399a	4.022bc	4.397bd	4.785d	3.222e

El efecto tratamiento resultó significativo, al nivel de $p < 0,05$. Los modelos de producción (kg ha⁻¹), considerando las 21 variables, fueron: año 2005: $P = 1.112,8 - 0,54 * Al - CaCl_2 + 0,79 * pH - agua - 0,44 * CICE$, ($R^2 = 0,82$); año 2006: $P = 2.508,9 + 0,89 * V - bases$ ($R^2 = 0,80$). Al considerar sólo las formas extraídas de Al: año 2005: $P = 3362,0 - 0,81 * CaCl_2$ ($R^2 = 0,66$); año 2006: $P = 5.374,5 - 0,86 * KCl$ ($R^2 = 0,74$). De estos resultados cabe destacar el alto valor de la varianza explicada bajo estos modelos de producción, resultando el Al-CaCl₂, pH, CICE y V-bases los parámetros más correlacionados. Sin embargo, si únicamente se consideran las formas de Al, son el Al-CaCl₂ y el Al-KCl los parámetros más explicativos.

Bibliografía

Villa, E., 2005. *Incidencia de la aplicación de espumas de azucarera y otras enmiendas calizas sobre la producción de biomasa. Mejora a corto plazo de los condicionantes agronómicos de los suelos ácidos de raña del norte de León*. PhD thesis, Universidad de León.

Estudio del comportamiento del suelo frente a aportes de níquel mediante procesos de sorción-desorción y posible riesgo de transferencia a otros medios

I. Vázquez Garranzo¹, J. González Parra² & A.M. Moreno García²

¹ Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Laboratorio de Análisis de Aguas. C/ La Calera 1, 28760-Tres Cantos, e-mail: i.vazquez@igme.es

² Departamento de Edafología, Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. e-mail: jgparra@farm.ucm.es y amoreno@farm.ucm.es

Se ha realizado un supuesto práctico de contaminación con el fin de estudiar el comportamiento del suelo frente a distintos aportes de níquel en solución.

Para ello, se han seleccionado 23 perfiles de suelos, desarrollados a partir de las principales litologías de la zona nororiental de la Comunidad de Madrid, tomando muestras de 0 a 10 cm y de 10 a 20 cm de profundidad.

Para la caracterización geoquímica del suelo se han determinado: pH y conductividad, distribución del tamaño de partículas, contenido en carbonatos, contenido en óxidos de Fe y Mn (amorfo y cristalinos) y contenido total en níquel.

Para el estudio de sorción-desorción se ha llevado a cabo un experimento en "batch" (Amacher et al., 1986): variando la concentración de níquel en suelo con cinco soluciones diferentes de Ni(NO₃)₂, generando niveles en el suelo de 10000, 5000, 2500, 1000 y 500 mg/kg y llevándose a cabo extracciones simples con acetato amónico 1M a pH = 7. Los datos de sorción se expresaron en isotermas, cuyo análisis nos dará información acerca de la capacidad de retención y fuerza mediante la cual el sorbato es retenido por el suelo.

La elección del níquel se ha basado en la baja disponibilidad de este elemento en suelos desarrollados sobre serpentinas, en los que este metal, de origen litogénico, está en gran proporción (más de 1000 mg/kg), frente a suelos en los que, con aportes antrópicos de Ni en la misma concentración y concentraciones superiores o inferiores, la disponibilidad puede llegar a ser muy elevada (Vázquez, I., 2008).

A elevadas concentraciones de Ni, estos suelos presentan bajo porcentaje de sorción (26%), debido a las características de los suelos, cuyos componentes no tienen suficiente capacidad de sorción: escasa proporción de arcilla (de tipo illítico) y contenido medio en C orgánico, lo cual supondría un riesgo de contaminación, ya que quedaría metal en la solución.

Al disminuir la concentración de Ni añadida, el porcentaje de extracción se hace menor, lo que indica, que el Ni queda fijado en los componentes del suelo, fundamentalmente en la fracción arcilla en posiciones específicas (existe correlación negativa entre la arcilla y el Ni extraído), liberándose como valor medio un 39% de Ni.

A mayores concentraciones de Ni añadido, los porcentajes de extracción son más elevados, por lo que el Ni quedaría no sólo en posiciones específicas, sino que, en mayor proporción, estaría ocupando posiciones fácilmente extraíbles y, por tanto, el posible riesgo de transferencia a otros ecosistemas será mayor.

Fraccionamiento químico y stock de carbono en Acrisoles del Sur de Brasil

M. Velasco-Molina¹ & F. Macías²

¹ Dpt. Edafología y Química Agrícola, F. Biología, Universidad de Santiago de Compostela. E-mail: mvmolina@usc.es

² Dpt. Edafología y Química Agrícola, F. Biología, Universidad de Santiago de Compostela.

Introducción - En las últimas décadas, la comunidad científica se ha volcado en el estudio de los ecosistemas edáficos como fuentes y sumideros de carbono, con el objetivo de mitigar los efectos del calentamiento global y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de actividades antrópicas. Se estima que la materia orgánica del suelo (MOS) constituye dos tercios del *pool* de carbono orgánico terrestre, siendo que un tercio de éste corresponde a suelos de regiones tropicales y subtropicales. En estas regiones, el grado de descomposición de la MOS puede llegar a ser hasta 5 veces superior que en climas templados. Así, conocer cualitativa y cuantitativamente, el stock de C, objetivo principal de este trabajo, resulta de especial relevancia en dichas regiones para mejorar la gestión de los cambios en el uso del suelo que puedan tener lugar en el futuro.

Material y Métodos - En el presente estudio se han utilizado dos perfiles procedentes de Santa Catarina (Brasil). Los suelos fueron clasificados como Acrisol háplico (AH) y Acrisol úmbrico (AU), ambos con 2 horizontes B sómbricos. Las muestras, tras secar al aire y tamizar (2mm) fueron sometidas a diferentes análisis: pH (H₂O y KCl; 1:2,5), textura, densidad, C total (combustión seca), C, Fe y Al extraíble (Na₄P₂O₇). Además, fueron sometidas a oxidaciones químicas, en diferentes condiciones, estableciendo el grado de oxidabilidad del C, tal y como resume en la Tabla 1. Por otra parte, y en base al contenido de C y de la densidad del suelo, se estimó el stock de C en los suelos estudiados.

Tabla 1. Fracciones de C en base a su grado de oxidabilidad química

Fracción de C		Procedimiento de obtención
C fácilmente oxidable	C _{FO}	KMnO ₄ (0,2M)
C de oxidabilidad intermedia	C _{OI}	K ₂ Cr ₂ O ₇ (25°C) - C _{FO}
C difícilmente oxidable	C _{DO}	K ₂ Cr ₂ O ₇ (105°C) - K ₂ Cr ₂ O ₇ (25°C)
C oxidable total	CO _T	K ₂ Cr ₂ O ₇ (105°C)
C no oxidable	C _{NO}	C _T - CO _T
C total	C _T	Combustión seca (LECO)

Resultados - El contenido de C ligado a los compuestos más humificados del suelo (C_p) varió con la profundidad (0,2-1,1%), en ambos perfiles, conforme el contenido de C_T (0,4-2,4%), representando casi el 60% del C_T medido. Éste valor aumentó considerablemente en los horizontes sómbricos. El contenido de C_{ep} (0,5-2,6%) y de C_{alp} (0,6-5,4%) variaron a lo largo del perfil siguiendo el modelo del C_T, aumentando en los horizontes sómbricos. No obstante, no se puede considerar que el C_p haya migrado a lo largo del perfil asociado a estos minerales. El estudio de las formas de C reveló que la mayoría del C encontrado en estos perfiles (81% del C_T) es oxidable por los agentes químicos utilizados, siendo el C_{OI} la fracción más representativa (48% del C_T). Las diferentes fracciones de C se distribuyeron de manera irregular a lo largo de los perfiles estudiados. El stock de C del perfil AU fue superior que el del perfil AH (4,2 y 2,5 Kg C m⁻²), debido a la gran acumulación de C en los horizontes más superficiales del primer perfil. Por su parte los horizontes sómbricos presentaron valores semejante en ambos suelos. El stock de C, en los primeros 30cm, fue de 5,2 Kg C m⁻² en el AH y de 8,2 Kg C m⁻² en el AU. El C se acumuló entre las fracciones estudiadas de la siguiente manera, en orden decreciente: C_{OI} > C_p > C_{FO} > C_{DO} > C_{NO}, en el AH; y C_{OI} > C_p > C_{NO} > C_{FO} > C_{DO}, en el AU.

Conclusiones - A la luz de los resultados obtenidos, podemos decir que la mayor parte del C de estos perfiles se encuentra ligada a los componentes más humificados del suelo. El C de los suelos estudiados es, potencialmente, sensible a variaciones de las condiciones químicas del entorno, ya que se encuentra en formas de C oxidables, principalmente en la fracción de oxidabilidad intermedia. Se puede concluir que estos acrisoles se perfilan como buenos sumideros de C en ambientes subtropicales. No obstante, debería considerarse la oxidabilidad del mismo antes de realizar cambios considerables en el uso de estos suelos.

Perda de fósforo por drenagem e evolução do teor em fósforo de um Cambissolo sujeito a produção de suínos ao ar livre

Maria do Carmo Horta, Marta Batista, Natália Roque, Filipe Afonso, Sandra Duarte & José Almeida

Escola Superior Agrária, Quinta da Sra. de Mércules, 6000-909 Castelo Branco-Portugal email: carmoh@esa.ipcb.pt

A suinicultura extensiva, caracterizada por um baixo encabeçamento é considerada uma forma de produção mais amiga do ambiente relativamente à suinicultura intensiva. É objectivo deste trabalho avaliar a influência que a produção de suínos ao ar livre pode ter, em determinadas circunstâncias, sobre o conteúdo em P do solo e sobre as perdas de P por drenagem interna contribuindo deste modo para a poluição difusa das águas superficiais.

A unidade experimental na qual decorreu o trabalho situa-se na quinta da Escola Superior Agrária de Castelo Branco – Portugal, consta de uma área total de 2.8 ha 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 cambissolo dístico (FAO, 1998), de textura ligeira, pouco ácido e pobre em matéria orgânica. O declive dos parques varia entre os 5 e os 30 %. Antes da instalação da unidade experimental o solo foi caracterizado nas suas propriedades químicas. Em Fevereiro de 2007 realizou-se uma colheita conjunta de terra e de lixiviados em pontos georeferenciados desta unidade experimental. A água lixiviada foi recolhida em cápsulas de porcelana instaladas a 0,60 m de profundidade. Analisaram-se os seguintes parâmetros nas amostras de terra: Pi, Po, P-Olsen, P-AL e nos lixiviados analisou-se o Pt, Pd.

Os resultados obtidos mostram um aumento em P do solo e uma elevada correlação entre o conteúdo em P do solo e a sua concentração nas águas de drenagem interna. Também evidenciam um comportamento distinto no solo entre as formas de Po e Pi. O Po apresenta uma tendência a acumular-se e a homogeneizar-se no solo, enquanto que o Pi tende a sofrer lixiviação, apresentando uma elevada variabilidade. As zonas onde ocorre maior acumulação de P são também, as zonas onde se verifica um maior transporte de P para as águas de drenagem interna. A concentração em Pt dos lixiviados nestas zonas atinge valores superiores a $0,1 \text{ mg Pt L}^{-1}$, valor considerado limite em termos de impactos negativos sobre a qualidade das águas subterrâneas no que diz respeito ao seu potencial eutrofizante para as águas superficiais.

Retención y fraccionamiento de fósforo en residuos mineros sometidos a inundación

María Nazaret González Alcaraz¹, José Álvarez Rogel¹, Consuelo Egea Nicolás¹ & Francisco José Jiménez Cárcelos²

¹ Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria. ETSIA-UPCT. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena, Murcia (España). mnga83@hotmail.es

² BIOCYMA, Biología, Calidad y Medio Ambiente, Apartado 2050 Molina de Segura, 30500 Murcia (España).

Introducción - Los objetivos de este trabajo fueron establecer los posibles procesos implicados en la disminución de la concentración de fósforo de la solución edáfica, y su fijación a diferentes compuestos del suelo, de dos saladares afectados por residuos mineros.

Material y métodos - Se trabajó con residuos mineros procedentes de dos saladares contaminados (uno con $\approx 35 \text{ g kg}^{-1} \text{ CaCO}_3$ y otro con $\approx 1 \text{ g kg}^{-1}$ de CaCO_3) estableciendo los siguientes tratamientos: macetas sin planta, macetas con *Sarcocornia fruticosa* y macetas con *Phragmites australis*. Las macetas se inundaron tres meses con agua eutrofizada ($\text{NO}_3^- \approx 220 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{PO}_4^{3-} \approx 10 \text{ mg L}^{-1}$ y carbono orgánico soluble $\approx 25 \text{ mg L}^{-1}$), para dejarlas secar luego progresivamente. Semanalmente se realizaron medidas de pH y Eh y se extrajo la solución edáfica para su análisis. Tras el período de secado se analizó el contenido en fósforo en el material vegetal y en el suelo.

Resultados y discusión - Existió una brusca disminución del contenido de fosfatos en la solución edáfica extraída de las macetas, hasta de un 50% en los primeros 20 minutos y hasta de un 95% en las primeras dos horas, tras la adición del agua eutrofizada. Dicha disminución se observó por igual en todos los tratamientos, manteniéndose en niveles muy bajos a lo largo de todo el desarrollo del experimento. La extracción secuencial realizada demostró que la fracción de fósforo más importante en los suelos de ambos saladares, e independiente de la presencia o no de vegetación, fue el fósforo residual (ligado a compuestos orgánicos no hidrolizables) que supuso entre el 40 y el 50 % del fósforo retenido. El fósforo inorgánico se encontró ligado principalmente a los compuestos de Ca y Mg ($\approx 20\text{-}30\%$ del total) en el caso de los suelos con carbonatos y a los óxidos de Al ($\approx 30\text{-}35\%$ del total) en los suelos no carbonatados. En general, las cantidades de fósforo inorgánico ligado a los óxidos de Fe y Mn y las de fósforo intercambiable fueron bastante bajas en ambos saladares ($< 2,5\%$ del total). En cuanto al contenido en P de las muestras vegetales tras el secado, las dos especies ensayadas presentaron comportamientos contrarios independientemente del tipo de suelo: la concentración de P en *Sarcocornia fruticosa* experimentó un incremento en las partes aéreas de la planta y disminuyó en la raíz, mientras que en el caso de *Phragmites australis* el contenido se vio incrementado en las partes subterráneas y disminuyó en las aéreas.

Conclusiones - La fijación de fósforo al suelo fue el mecanismo más efectivo para la reducción de la concentración de este nutriente en el agua eutrofizada. De entre los componentes minerales analizados, los carbonatos son los más importantes en su retención y, cuando estos no aparecen, son los compuestos de aluminio los que retienen la mayor cantidad del fósforo.

Dehydrogenase and Urease activities of a soil from Évora region

M^a Rosário Martins¹, Filipa Santos², Patrícia Candeias² & Júlio Cruz-Morais¹

¹ ICAM, Departamento de Química, Universidade de Évora, 7000 -671 Évora

² Departamento de Química, Universidade de Évora, 7000 -671 Évora

e-mail: mrcmartins@uevora.pt

Enzyme activities are often used as indicator of soil quality, since they can be adversely affected by some pollutants. Dehydrogenase is an endocellular enzyme of intact living cells and its activity is considered an indicator of soil microbial activity and oxidative metabolism. Urease is a cellular and extracellular enzyme closely related to N mineralization potential of soil because it is required to break down urea to liberate the nitrogen used by soil microorganisms and plants.

Reports on the distribution and characterization of dehydrogenase and urease activities in soils of Portugal are scarce, namely concerning on the effect of pollutants on these soils.

This study reports on the kinetics of the dehydrogenase (EC 1.1.1) and urease (EC 3.5.1.5) activities of a soil under *Olea europaea* from Évora region. Dehydrogenase activity was determined according to Von Mersi and Schinner (1991), and urease activity was quantified by the colorimetric method described by Kandeler and Gerber (1988). K_m and V_{max} were determined using different concentrations of p-iodonitrotetrazolium (INT) and urea for dehydrogenase and urease, respectively. The effects of temperature and pH and trace concentrations of Hg^{2+} and Pb^{2+} on both dehydrogenase and urease activities were determined.

Dehydrogenase activity was maximal at 40°C and pH=8,5, showing $K_m=2,3$ mM and $V_{max}= 0,85$ mmol.h⁻¹.g⁻¹. Urease activity was maximal at 37°C and pH=10, showing $K_m=47,9$ mM and $V_{max}= 1,35 \times 10^{-3}$ mmol.h⁻¹.g⁻¹. These activities were inhibited by different concentrations of Hg^{2+} , but only the urease activity was inhibited by Pb^{2+} .

Results of this study are comparable to those reported in the literature for this type of soil (Chaperon and Sauvé, 2007).

Bibliography:

Chaperon, S., Sauvé, S. (2007). Toxicity interaction of metals (Ag, Cu, Hg, Zn) to urease and dehydrogenase activities in soils. *Soil Biol. Biochem.*, **39**: 2329–2338.

Kandeler E., Gerber H. (1988). Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. *Biol Fertil Soils* **6**:68-72.

Von Mersi, W.Schinner, F. (1991). An improved and accurate method for determining the dehydrogenase activity of soil with idonitrotetrazolium chloride. *Biol. Fert. Soils*, **11**: 216-220.

Arsénico en suelos del Valle de los Pedroches (Córdoba)

N. Bellinfante & I.A. Gómez Parrales

Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Universidad de Sevilla. C/ Prof. García González, 2. 41012 Sevilla nicolas@us.es

En trabajos realizados sobre el contenido de elementos trazas en los suelos de Andalucía se puso de manifiesto la existencia de anomalías en el contenido de algunos elementos en distintas áreas, entre otras, la comarca de Los Pedroches, al Norte de la provincia de Córdoba. De entre los distintos elementos se consideró de más interés los contenidos en arsénico, razón por la que centramos el estudio en este elemento.

Para ello se seleccionaron los seis puntos con los contenidos más elevados en As, tomando muestras a dos niveles de profundidad, y utilizando técnicas de análisis total (fluorescencia de rayos X), ensayos de biodisponibilidad y extracciones secuenciales según el método de Tessier.

Los resultados revelaron anomalías en el contenido de As, concentrándose el 80% del elemento en las fracciones menos disponibles y el resto, fundamentalmente, en los óxidos e hidróxidos de hierro. Por otra parte, no se encontró arsénico en los ensayos de biodisponibilidad de ninguna de las muestras estudiadas.

Para intentar confirmar los resultados anteriores se aislaron de las muestras los minerales pesados de las fracciones arena fina y limo, a las que se aplicaron técnicas de microfluorescencia de rayos X y microscopía de electrónica de barrido con microsonda, utilizando electrones retrodispersados; todo ello para confirmar la relación entre el arsénico y los óxidos de hierro.

Los datos obtenidos muestran que el arsénico se encuentra asociado al hierro y al oxígeno con valores que se encuentran en torno al 20 % de arsénico, 40 % de hierro y 30 % de oxígeno. Con estos resultados es posible que la asociación entre los elementos se deba a la formación de arseniato de hierro, y en todos los casos, se confirma que las formas de encontrarse el As en estos suelos lo hacen muy poco disponible.

Previsão do azoto mineralizável do solo: comparação de variantes no método de incubação anaeróbia-extracção

Susana Mendes¹, João Coutinho² & Fernanda Cabral³

¹ ESA Ponte de Lima, Refoios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal (smendes@esapl.pt)

² Centro de Química, Dep Edafologia, UTAD, 5000-901 Vila Real, Portugal

³ Unidade de Química Ambiental, DQAA, ISA, 1349-017 Lisboa, Portugal

Em termos de análises laboratoriais expeditas, a previsão do azoto mineralizável dos solos através de métodos químicos e bioquímicos continua a constituir um tema actual, apesar do muito trabalho de investigação realizado, a nível mundial, nas últimas décadas. Dos métodos propostos, a incubação anaeróbia descrita por Keeney (1982) mantém-se como uma alternativa promissora, em virtude de alguns autores apontarem uma boa relação com os resultados obtidos por métodos de referência. Mais recentemente, Kokkonen *et al.* (2006) propuseram que a incubação fosse conduzida em suspensões fosfatadas que permitissem a libertação de enzimas e substratos para a solução, na presença ou ausência de membranas fixadoras de N-NH₄⁺, embora só tenham apresentado valores referentes ao N-NH₄⁺. O presente trabalho teve, como objectivo, a comparação dos resultados obtidos em três alternativas de suspensão: H₂O, tampão fosfato pH 7 (Na₂HPO₄/KH₂PO₄) e pirofosfato de sódio (Na₄P₂O₇) pH 10, na ausência (meio fechado) ou presença (meio aberto) de uma membrana fixadora de N-NH₄⁺. Nos seis tratamentos efectuados, foram medidos, nos dias 0, 3 10 e 20, os teores de N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N_{org} e C_{org} em solução, bem como a emissão de N-NH₄⁺ nos tratamentos com membrana. Foi utilizado um Cambissolo dístico de granito, neutralizado e pré-incubado a 60% da CMA (textura franco-arenosa; pH_{água} – 6,1; matéria orgânica – 46,8 g kg⁻¹; relação C/N – 12,3), sendo apresentadas as médias de três repetições.

Na suspensão em H₂O, os teores de N-NH₄⁺ em solução foram residuais, sendo o aumento de N_{mineral} conseguido à custa do N-NO₃⁻ (19,0 mg kg⁻¹), mesmo tratando-se de condições de anaerobiose. Na presença de membranas, o teor de N-NO₃⁻ apresentou acréscimos menores (15,4 mg kg⁻¹), mas largamente compensados pela contabilização do N-NH₄⁺ emitido e fixado pelas membranas (38,2 mg kg⁻¹). Os valores de N_{org} e C_{org} tendem a acumular-se em solução após o 3º dia na ausência das membranas, indiciando uma redução no teor de O₂ do sistema fechado. Pelo contrário, os mesmos teores tendem a estabilizar (C_{org}) ou a baixar (N_{org}) entre o 10 e o 20º dia na presença da membrana.

Nas suspensões fosfatadas, os valores de N-NH₄⁺ são potenciados (31,7 a 312,5 mg kg⁻¹), sendo o aumento mais notório no sistema fechado em pirofosfato. Porém, a contabilização do N-NH₄⁺ emitido (até 328,6 mg kg⁻¹) compensa a quantidade total de N-NH₄⁺ no sistema aberto com membrana. Os valores de N-NO₃⁻ são muito variáveis entre datas, decrescendo acentuadamente com o decorrer da incubação no caso do tampão-fosfato e menos acentuadamente na suspensão com pirofosfato de sódio. Também os valores de N_{org} e C_{org} tendem a aumentar desde o início das incubações em sistema fechado, facto que não ocorre no sistema aberto.

Em conclusão, os resultados obtidos apontam para a importância da contabilização do azoto dissolvido na forma de N-NO₃⁻, muito em especial no caso de solos agrícolas com teores elevados neste ião, e para a vantagem da utilização do sistema aberto com membrana fixadora de N-NH₄⁺ em relação ao sistema fechado, originalmente proposto por Keeney (1982).

Keeney, 1982. Nitrogen availability indices. *Methods of Soil Analysis*, SSSA, 711-733

Kokkonen *et al.*, 2006. *Soil Biology and Biochemistry*, **38**: 504-508

Trabalho financiado pela FCT (POCTI/AGG/46559/2002 e SFRH/BD/28176/2006)

Painéis

Sorção de benzo(a)pireno num solo Português

A. S. Teixeira^{1*}, B. Fonseca¹, M. C. R. Peralba² & T. Tavares¹

¹ IBB-Instituto de Biotecnologia e Bioengenharia, Departamento de Engenharia Biológica, Universidade do Minho, 4710 - 057 Braga, Portugal email: teixeiraline@deb.uminho.pt

² Departamento de Química Inorgânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

Os hidrocarbonetos poliaromáticos, HPAs, têm recebido mais atenção desde que foram encontrados pela primeira vez no solo por Blümer, em 1961, devido ao elevado impacto no ambiente e ao seu potencial carcinogénico. A concentração de benzo(a)pireno no solo tem aumentado consideravelmente devido a ampliação de seu uso industrial no último século, como o aumento do trânsito nos grandes centros urbanos e aos frequentes derrames de diesel provenientes de postos de combustível. A importância do estudo do comportamento do benzo(a)pireno no solo deve-se à ocorrência de contaminações de aquíferos e, conseqüentemente, à contaminação de água utilizada para consumo humano. O objectivo deste trabalho é estudar o comportamento do benzo(a)pireno num solo, avaliando as características do solo e o coeficiente de distribuição (Kd) através de isotérmicas de adsorção.

Os ensaios laboratoriais realizaram-se com recurso a vários tubos Falcon, cada um contendo 2 g de solo, uma solução com uma concentração conhecida de benzo(a)pireno e solução 1:1 de água/metanol. Os ensaios de isotérmicas de adsorção foram realizados em triplicado. A quantificação do composto orgânico foi realizada por cromatografia gasosa acoplada a espectrómetro de massa (Varian 4000). Quanto à granulometria do solo, foram realizadas análises através do granulómetro laser (Beckman-Coulter mod. LS23) e agitador de peneiros (Retch mod. AS200 control G).

A percentagem de matéria orgânica presente no solo em estudo e também a sua granulometria, são factores determinantes no processo de adsorção, já que uma percentagem elevada de argila ou matéria orgânica pode contribuir para o aumento da área específica de adsorção e possibilitar uma maior interacção do benzo(a)pireno com o solo. O estudo do equilíbrio de adsorção do benzo(a)pireno no solo mostrou que a curva de adsorção segue os modelos de Langmuir e Freundlich.

Concentración de cobre de equilibrio en suelos dedicados al cultivo de viñedo

Cristina Pérez-Novo, David Fernández-Calviño, Eugenio López-Periago, Juan Carlos Nóvoa-Muñoz & Manuel Arias-Estévez

Area de Edafología y Química Agrícola. Departamento de Biología Vegetal y Ciencias del Suelo. Facultad de Ciencias, Ourense. Universidad de Vigo, 32004 Ourense, Spain email: cperezn@uvigo.es

Cuando un contaminante en disolución entra en contacto con el suelo se alcanza la concentración de equilibrio cuando la concentración de entrada es igual a la concentración de salida. Este es un concepto muy interesante desde el punto de vista de los problemas de toxicidad y de la degradación de los ecosistemas.

En este trabajo se calcula la concentración de cobre de equilibrio en 5 suelos dedicados al cultivo de viñedo a diferentes pHs. Los experimentos se llevaron a cabo con la finalidad de determinar la relación que existe entre la concentración de cobre de equilibrio y las distintas propiedades físico-químicas de las muestras de suelo así como con las distintas fracciones de cobre de los suelos.

La concentración de cobre de equilibrio se determinó numéricamente por regresión lineal representando la concentración de cobre adsorbida frente a la cantidad de cobre añadida inicialmente. El punto de intersección con el eje x es interpretado como la concentración de cobre de equilibrio (cuando no tienen lugar ni adsorción ni desorción, $y=0$).

El cálculo de la concentración de cobre de equilibrio por regresión lineal ofrece resultados satisfactorios a juzgar por los valores de R^2 (entre 0.732 y 1).

Los valores de la concentración de cobre de equilibrio aumentan tanto en las muestras acidificadas como en las alcalinas (con respecto a las muestras no tratadas). En muestras acidificadas los valores se mostraron directamente relacionados con la fracción arena e inversamente relacionados con la fracción arcilla. En las muestras alcalinizadas la capacidad de intercambio catiónica fue la variable más importante. El cobre cambiante explica el 80 y 87% de variabilidad de la concentración de cobre de equilibrio en muestras acidificadas y básicas, respectivamente.

Niveles de cobre en capas superficiales de suelos dedicados al cultivo de viñedo

David Fernández-Calviño, Cristina Pérez-Novó, Eugenio López-Periago, Juan Carlos Nóvoa-Muñoz & Manuel Arias-Estévez

Area de Edafología y Química Agrícola. Departamento de Biología Vegetal y Ciencias del Suelo. Facultad de Ciencias, Ourense. Universidad de Vigo, 32004 Ourense, Spain. email: davidfc@uvigo.es

Para estudiar la concentración y distribución de cobre en los suelos del noroeste de la Península Ibérica, se recogieron 171 muestras de horizontes superficiales (0-20 cm) dedicados al cultivo de viñedo. El muestreo se llevó a cabo en las cinco denominaciones de origen existentes en Galicia y en dos áreas de producción limítrofes como son la D.O Bierzo y la región de los Vinhos Verdes en el Norte de Portugal.

De las 171 muestras, el 64% superaban la concentración de 100 mg kg^{-1} de cobre total, que se considera habitualmente como el límite de fitotoxicidad. Esto es especialmente importante en los suelos estudiados ya que mayoritariamente tienen carácter ácido lo cual favorece la movilidad del cobre. La concentración media de cobre total no era homogénea en todo el territorio. Los suelos de viñedo de Monterrei, Rías Baixas, Valdeorras, Bierzo y Vinhos Verdes presentaban concentraciones medias de cobre significativamente menores ($100, 139, 169, 115$ y 103 mg kg^{-1}) que los de Ribeiro y Ribeira Sacra (248 y 259 mg kg^{-1} respectivamente). Además, en estas dos últimas denominaciones de origen es donde existe un mayor número de suelos que superan los 100 mg kg^{-1} de cobre total, el 100% en Ribeira Sacra y el 88% en Ribeiro.

En el 85% de las muestras de suelo estudiadas, el cobre se encontraba unido mayoritariamente a la materia orgánica del suelo. En el 13% de las muestras la fracción mayoritaria fue el cobre residual, que se corresponde con viñedos jóvenes con bajos contenidos en cobre o con muestras de pH elevado. El cobre cambiante representa el 5% como valor medio del cobre total del suelo; el cobre asociado a la materia orgánica el 48%, el cobre unido a coloides amorfos inorgánicos el 15%, el cobre unido a coloides cristalinos el 12%, mientras que la fracción residual representa como media el 22% del cobre total del suelo.

Speciation of aluminium extracted from selected soils derived from granite using GEOCHEM program

E. Auxtero & M. Madeira

Departamento de Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa e-mail: eauxtero@iol.pt

Soils derived from granite in Portugal, which constitute 30 % of the territory, generally have a wide range of organic C content, with gibbsite or kaolinite as the predominant secondary minerals in the clay fraction. These soils are acidic (pH 3.6-4.2) and may consequently release high quantities of inorganic aluminium (Al) monomers or polymers, which may be toxic to plants and may act as pollutants of sub-superficial water. In this study, forms of Al were determined on twenty two horizons (surface and subsurface) of soils derived from granite in Portugal containing varying amounts organic C (0.3-7 %), using six times extraction with 1 M KCl to remove extractable Al, and with 0.5 M CuCl₂ and 0.33 M LaCl₃ to extract organically bound Al. Soil solution from studied soils was also extracted at field capacity (10 kPa) to estimate the dominant species of Al, using the GEOCHEM program of Parker et al. (1995).

Results showed that soils rich in gibbsite and containing large amounts of organic C (6-7 %) have the highest range of KCl-extractable Al (9-10 cmol kg⁻¹). Highest range of LaCl₃ and CuCl₂-extractable Al, which gave an estimate of organically bound Al, was also observed in these soils (6-9 and 13-23 cmol kg⁻¹, respectively). Soils or horizons rich in gibbsite, but containing very low amounts of organic C (0.3-2 %), showed the lowest range of KCl-extractable Al (4-5 cmol kg⁻¹), and LaCl₃ and CuCl₂-organically extractable Al (1-2 and 2-8 cmol kg⁻¹, respectively). Other soils rich in gibbsite, but containing 5-6 % of organic C, showed intermediate range of KCl, LaCl₃ and CuCl₂-extractable Al (6-7, 4-6 and 8-14 cmol kg⁻¹, respectively). Similar pattern was shown for the concentration of total Al (Al_T), monomeric Al (Al_{mono}) and organically bound Al (Al_{org}) in the soil solution of studied soils, as estimated by the GEOCHEM program. Soils rich in gibbsite and containing large amount of organic C (6-7 %) showed the highest range of Al_T, Al_{mono}, and Al_{org} (4-10, 0.7-0.9, 3-9 µg mL⁻¹, respectively). In soils containing very low amount of organic C (0.3-2 %), lowest range of these concentrations was shown (0.1-5, 0.1-0.6 and 0.02-4 µg mL⁻¹, respectively). Other soils showed intermediate range of Al_T, Al_{mono}, and Al_{org} (1-7, 0.2-0.8 and 1-6 µg mL⁻¹, respectively).

Speciation of Al in the soil solution using GEOCHEM program showed that all studied soils are dominated by Al_{org} and not by Al_{mono} species and their concentrations in the soil solution increase with increasing organic C content. Results showed that amounts of Al removed by studied chloride salt extractants can be a good index to predict liming rates using soil-lime incubation study for reduction of Al in the soil solution. In order to alleviate the toxic effects of Al in plants and to monitor the effects of Al in the quality of sub-superficial water, changes in the concentration of monomeric forms of Al in the soil solution after soil-lime incubation should be further studied.

Estudio de la disolución del suelo en comunidades de *Erica andevalensis* en minas de Riotinto (Huelva, SO España)

E. Buján, A. García-Arrese, M. Velasco-Molina & F. Macías

Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Santiago de Compostela. Rúa Lope Gómez de Marzoa s/n. 15782. Santiago de Compostela. edbujan@usc.es

Erica andevalensis es una especie endémica de la Faja Pirítica Ibérica que crece espontáneamente en áreas mineras degradadas. Está catalogada como en peligro de extinción por la Junta de Andalucía según el Decreto 104/1994 y la Ley 8/2003 de flora y fauna silvestres, lo que implica la obligación de realizar planes para su recuperación. Sin embargo, la restauración de áreas mineras degradadas implica mejoras de las propiedades de los suelos que podrían llevar al desplazamiento de la especie por su menor competitividad en estos medios. Como consecuencia se plantea la necesidad de conocer el rango de condiciones, desde un punto de vista edáfico, que permiten un buen desarrollo de la especie objetivo, con vistas a la preservación de su hábitat. La disolución del suelo se presenta como una herramienta útil para establecer una primera aproximación a la disponibilidad de nutrientes y nivel de exposición a contaminantes.

Este estudio se realizó sobre poblaciones de *E. andevalensis* bien establecidas en escombreras que se encuentran en distintas fases de restauración en el área minera de Riotinto: en Nerva y la mina de la Poderosa. Se extrae la disolución del suelo con agua destilada (relación suelo agua 1:20) después de 5 días de equilibrio y se determinan: pH, C.E., aniones (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , F^-), cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+) y metales (Al, Cu, Pb, Zn y Mn). La especiación de iones solubles se estimó por medio del programa informático SOLMIN88.

Los resultados ponen de manifiesto que *E. andevalensis* crece adecuadamente en un amplio rango de condiciones de la disolución del suelo, tolerando bien fuerzas iónicas de hasta 10^{-2} M, pHs desde hiperácidos (3,4) a neutros (7,0) y concentraciones variables tanto de iones: SO_4^{2-} (4-376), Cl^- (0,5-2,0), NO_3^- (0,01-0,05), F^- (0,02-0,21), Ca^{2+} (0,3-75), Mg^{2+} (0,1-25), Na^+ (0,1-7,5), K^+ (0,1-2,0), NH_4^+ (0,05-0,17) mg l^{-1} ; como de metales: Al^{3+} (0,1-10), Cu (0,01-3,94), Pb (0,01-0,23) Zn (0,01-1,88) y Mn (0,021-2,81) mg l^{-1} . Parece indiferente al catión que domina la disolución, alcanzándose concentraciones de Al hasta 10 mg l^{-1} , lo que demuestra su carácter Al-tolerante.

Fraccionamiento secuencial del aluminio tras la enmienda caliza en los suelos extraácidos de *raña* de la provincia de León (España)

Eduardo Villa Bermejo & Manuel Vidal Bardán

Área de Edafología y Química Agrícola. Universidad de León, (España) email: jevilb@unileon.es

Introducción - La toxicidad asociada al aluminio constituye el principal factor limitante de la producción vegetal en los suelos ácidos, manifestándose particularmente a partir de un $\text{pH} < 5,0$. Bajo estas circunstancias, el aluminio fitotóxico se encuentra mayoritariamente como Al^{3+} . En este estudio se analizan los contenidos de las diferentes formas de aluminio resultantes de la corrección caliza, según la secuencia de extracción propuesta por Soon (1993).

Material y métodos - Los ensayos se llevaron a cabo en los suelos (Acrisol úmbrico-alumínico, FAO, 1998) de la *raña* de Camposagrado (NW de León, España). Los materiales calizos empleados fueron la caliza, dolomita, espumas de azucarería y yeso. La dosis aplicada de cada producto se estimó a partir de su riqueza inicial de CaO y en base a incorporar finalmente 6.000 kg ha^{-1} de CaCO_3 equivalente. El diseño consistió en el establecimiento de unos bloques al azar, resultando en total 20 parcelas de $3 \times 5 \text{ m}^2$. Cuatro parcelas permanecieron como testigos, y el resto, en grupos de cuatro, se enmendaron con yeso, caliza, dolomita y espumas de azucarería. Se muestreó el horizonte Ap, hasta una profundidad de 15 cm (subhorizonte Ap1), en cuatro fechas: dos en marzo y dos en septiembre, y durante los dos años consecutivos a la incorporación de la enmienda. En las muestras de suelo se analizaron, en primer lugar, las formas de Al solubles y fácilmente intercambiables (Al- CaCl_2). Además, se determinó el Al intercambiable y extraído con KCl 1N (Al-KCl); el Al quelado por la materia orgánica y extraído mediante CuCl_2 0,1M (Al- CuCl_2) y, finalmente, el Al extraído con AcONH_4 1N a pH 4 (Al- AcONH_4) que representa las formas de Al adsorbidas sobre la matriz del suelo.

Discusión y conclusiones - En la tabla se presentan los valores medios obtenidos de las formas de Al secuenciadas y correspondientes a los 4 muestreos; las unidades están expresadas en $\text{cmo}(+) \text{ kg l}^{-1}$.

El factor tratamiento resultó diferenciador y significativo ($p < 0,05$) para las cuatro formas de Al estudiadas. En primer lugar, se comprueba que los efectos de las espumas de azucarería, dolomita y caliza resultan muy similares, traduciéndose en una

tratamiento	Al- CaCl_2	Al-KCl	Al- CuCl_2	Al- AcONH_4
testigo	0,160a	1,163a	1,344a	1,154a
caliza	0,025bc	0,063bc	1,031b	1,545b
dolomita	0,029bd	0,056bd	0,841c	1,791c
espuma	0,028bd	0,080bd	0,931bc	1,532b
yeso	0,043e	0,483e	1,422a	1,192a

disminución eficaz de las formas de cambio (Al-KCl) y del Al asociado con la componente orgánica del suelo (Al- CuCl_2). Estos resultados prueban también que la importante disminución que experimenta del Al estimado generalmente como fitotóxico (Al-KCl+Al- CaCl_2) se encuentra estrechamente relacionada con el incremento que experimenta, a su vez, el Al adsorbido sobre la matriz del suelo (Al- AcONH_4). Sin embargo, el tratamiento con yeso resulta menos eficaz en esta conversión entre formas de Al. En cualquier caso, los cuatro productos cálcicos ensayados inducen una disminución significativa ($p < 0,05$) del Al soluble y el más fácilmente intercambiable (Al- CaCl_2) y considerado, por esta razón, como la forma más fitotóxica.

Bibliografía

Soon, Y.K., 1993. Fractionation of extractable aluminum in acid soils: A review and a proposed procedure. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 24(13 y 14): 1683-1708.

Influência do manganés na ocorrência da carência magnésiana no castanheiro

Ester Portela¹, C. Coelho Pires² & José Lousada³

¹ 1. *Dep. de Edafologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Ap 1013, 5001-811 Vila Real eportela@utad.pt*

² 2. *Dep. de Geologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Ap 1013, 5001-811 Vila Real*

³ 3. *Dep. Florestal, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Ap 1013, 5001-811 Vila Real*

Tem sido difícil identificar um valor crítico no solo abaixo do qual ocorrem as carências de magnésio no castanheiro uma vez que têm surgido discrepâncias em certas áreas de Trás-os-Montes, aparentemente associadas ao material originário do solo. Com o objectivo de se identificar as razões dessas discrepâncias efectuou-se um levantamento a nível regional e agregou-se e analisou-se a informação obtida entre 1996 e 2006 num total de 38 soutos (19 soutos com sintomas foliares da carência de Mg e outros tantos adjacentes sem sintomas da carência). Esta amostragem incidiu sobretudo em solos derivados de xistos e grauvaques de diversas formações geológicas. Em ambos os grupos de soutos recolheram-se amostras foliares, no período de 21 de Agosto a 12 de Setembro, e foram determinadas as concentrações de nutrientes. Nos soutos cloróticos foram amostradas as árvores com e sem sintomas de carência de Mg. Colheram-se, igualmente, amostras de solos onde foram determinados diversos parâmetros da fertilidade do solo. Esta amostragem seguiu o mesmo critério, isto é, a recolha foi feita nos dois grupos de soutos, tendo-se amostrado os solos sob o copado de árvores com e sem sintomas de carência de Mg.

A concentração de Mg mais baixa observada em árvores que se desenvolviam em soutos em boas condições de produção foi $0,18 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria seca e o valor mais elevado observado em árvores com sintomas de carência de Mg foi $0,15 \text{ g kg}^{-1}$. Na maioria dos soutos cloróticos foi registado o valor do Mg permutável inferior a $0,20 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de solo. Todavia, nos soutos cujos solos apresentavam teores de Mn extraível superiores a 25 mg kg^{-1} (profundidade 0-20 cm) os castanheiros exibiam sintomas de carência magnésiana para valores do Mg permutável superiores àquele valor e até $0,33 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Os soutos com os teores mais elevados de manganés estão instalados em xistos e grauvaques do Ordovício e do Silúrico e apresentavam teores altos de Mn extraível no solo ($\text{Mn} > 200 \text{ mg kg}^{-1}$). Deste estudo releva-se a importância que as condições ácidas do meio, os baixos teores de Mg^{2+} permutável e da razão $\text{Mg}^{2+}/\text{K}^+$ na ocorrência da carência de Mg. A presença da piroluzite na camada superficial de certos solos, aliada à forte acidez, propicia uma disponibilidade elevada de manganés. Considerando que este poderá ter um efeito inibidor na absorção do Mg, sempre que haja um teor elevado de Mn extraível, haverá necessidade de correcção dos solos para valores do Mg^{2+} permutável até $0,33 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

Efecto de la actividad antrópica en el contenido de metales pesados de los suelos de la marisma de La Ramallosa (Galicia, España)

F.A. Vega, E.F. Covelo & M.L. Andrade*

**Departamento de Biología Vegetal y Ciencia del Suelo, Universidad de Vigo, 36310 Vigo, España.
Fax: 0034986812556. e-mail: mandrade@uvigo.es*

Las marismas son una parte fundamental de los ecosistemas costeros fluviales y estuarinos. Los suelos de marisma tienen, generalmente, altos contenidos de materia orgánica, que procede, no sólo de la vegetación, sino también de residuos agrícolas y urbanos, ejerciendo gran influencia en el comportamiento y destino de los metales pesados. También el estado de oxidación de los suelos afecta a la distribución de algunos metales entre formas disponibles y no disponibles. Los suelos de marisma están expuestos al efecto de diversos contaminantes aportados por actividades humanas y transportados por los ríos y por las corrientes marinas, procedentes de fuentes externas. Las Rías del noroeste de España son ecosistemas costeros de alta productividad biológica y de gran importancia económica. En Galicia, el 40% de la población vive en, o cerca, de las Rías, y las principales zonas industrializadas están también situadas en sus proximidades, lo que implica un alto riesgo de contaminación. La marisma de La Ramallosa está situada en el suroeste de la provincia de Pontevedra (NW España), en la Ría de Vigo y en la desembocadura del río Miñor. Está muy próxima a zonas de densa población y recibe numerosos vertidos agrícolas, urbanos y de pequeñas industrias. La contaminación procede de deposición atmosférica y del vertido de residuos urbanos y agrícolas que provocan el aporte de metales pesados a la marisma, al medio ambiente marino y, consecuentemente, a los suelos.

Los principales objetivos de este estudio fueron determinar el contenido total y disponible de metales pesados en los suelos para evaluar el efecto de la actividad antrópica sobre el estado de contaminación de la zona

Los efectos de los vertidos se estudiaron en muestras de la capa superficial de los suelos recogidas a intervalos cuatrimestrales, durante dos años, en diez puntos de muestreo seleccionados al azar. Se tomaron muestras de suelos contaminados (Fluvisoles típicos) a distancias comprendidas entre 5 y 75 metros de canal del río Miñor y no contaminados (controles) a aproximadamente 200 metros de este canal. Los sitios de muestreo se seleccionaron de modo que los resultados que se obtuviesen pudieran representar la contaminación de la marisma. Se realizó análisis granulométrico y se determinaron pH, capacidad de intercambio catiónico y los contenidos de cationes intercambiables, de materia orgánica, de N total, de P disponible, de carbonatos, de metales pesados (Cd, Cu, Pb y Zn) en forma disponible y concentración total. Se analizó el potencial redox (Eh) "in situ" en cada punto de muestreo a diferentes profundidades (1, 10 y 20 cm.). Se determinó también el índice de geoacumulación y el factor de enriquecimiento. Todos los análisis se realizaron por triplicado y los datos fueron tratados estadísticamente mediante test de mínima diferencia significativa, análisis de correlación y de regresión.

Los resultados obtenidos indicaron la ausencia de cambios significativos en las características de los suelos durante el período de estudio, excepto ligeros incrementos de los contenidos de materia orgánica y de metales pesados, lo que sugiere la existencia de vertidos esporádicos en la zona. Por otra parte, las características generales de los suelos contaminados difieren de los no contaminados, principalmente en el pH, Eh y en los contenidos de materia orgánica y de Cd, Cu, Pb y Zn. Las concentraciones de estos metales en los suelos contaminados exceden a las de los no afectados, a las de los sedimentos costeros de Galicia y a las de los materiales de partida. El predominio de formas insolubles es atribuible a los bajos valores de Eh de los suelos. Se encontró alta correlación negativa entre el Eh y los contenidos totales de Cd, Cu, Pb y Zn y positiva entre estos contenidos y el de materia orgánica. El mayor contenido total de metales pesados se ha encontrado bajo condiciones reductoras, disminuyendo a medida que aumenta la oxidación. Ningún índice de geoacumulación es de clase 0, excepto los de los controles, poniéndose también de manifiesto enriquecimiento de todos los metales, especialmente de Cd y Pb. Todo ello indica que esta marisma está moderadamente contaminada por Cd, Cu, Pb y Zn como consecuencia de la actividad antrópica.

Efeito da presença e posicionamento dos resíduos orgânicos de *Castanea sativa* nas características químicas do solo e na lixiviação de nutrientes

Fernando Raimundo¹, João Coutinho¹, Manuel Madeira² & Afonso Martins¹

¹ Dep. Edafologia, UTAD, Ap. 1013, 5001-911 Vila Real, e-mail: fraimund@utad.pt

² Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa

Dada a importância de uma adequada gestão dos resíduos orgânicos, para garantir a sustentabilidade e resiliência dos sistemas agro-florestais foi instalado um sistema experimental lisimétrico onde se simulou a incorporação dos resíduos orgânicos (folhas e ouriços de castanheiro) ou a sua manutenção à superfície do solo, na dinâmica de lixiviação de nutrientes, particularmente do azoto, e nas características químicas de um substrato terroso. O dispositivo experimental consistiu um total de 60 lisímetros em tubo de PVC com 15,5 cm de diâmetro interno e 50 cm de altura. Os cilindros, expostos às condições ambientais próximas das naturais, foram preenchidos até 30 cm de altura com material terroso e enterrados até essa profundidade no solo. O substrato terroso correspondia ao horizonte C dum solo onde estão instalados povoamentos de *Castanea sativa*, e apresentava textura limosa, baixos teores de C, N, bases de troca e K e P extraíveis. O delineamento experimental constou de 4 tratamentos e 15 repetições. Os tratamentos foram: material terroso sem resíduos orgânicos exógenos, que constitui o controle (CO); material terroso com resíduos na sua superfície (CS), com resíduos incorporados (CI) e com resíduos incorporados e presença de gramíneas (CIV). Em Janeiro 1997 (início do estudo) e em Setembro de 1997 foram colocados em cada lisímetro 30 g e 20 g de resíduos orgânicos, respectivamente; em Setembro de 1998 e Dezembro de 1999 e 2000 foram adicionadas 10 g; terminando o estudo em Janeiro de 2002. Efectuaram-se quatro amostragens do substrato mineral (Setembro de 1997, Setembro de 1998, Janeiro de 2000 e Janeiro de 2002). Os lixiviados dos lisímetros foram colhidos em consonância com os eventos de precipitação. Ao fim de cinco anos, o tratamento CS foi o que apresentou maior volume de lixiviado, evidenciando o efeito que os resíduos colocados na superfície do solo apresentam na redução da evaporação da água do solo. A quantidade de N mineral foi muito menor nos lixiviados dos tratamentos CI e CIV do que nos tratamentos CS e CO, sugerindo a sua imobilização pelos microrganismos. A quantidade de Ca e Mg nos lixiviados não diferiu significativamente entre os tratamentos; a de K foi significativamente menor no tratamento CO do que nos outros. Para a espessura total do substrato mineral (0-25 cm), o tratamento CIV apresentou valores significativamente superiores de C total e N total do que o tratamento CO. O P extraível, Ca, Acidez e Al de troca não apresentaram diferenças significativas entre os vários tratamentos. O K extraível foi significativamente menor no tratamento CO do que nos restantes. O Mg de troca apresentou valores significativamente superiores no tratamento CS do que no CO. O presente estudo indica que a presença de folhada de castanheiro no solo, o seu modo de posicionamento e a existência de gramíneas, têm marcada influência nas características químicas do solo. Assim, a incorporação dos resíduos orgânicos associada à presença de vegetação herbácea no solo, reduz fortemente as perdas de alguns nutrientes por lixiviação.

Evolución de las concentraciones de Zn y Cd solubles en residuos mineros sometidos a 3 meses de inundación

J. Álvarez-Rogel¹, A. María-Cervantes¹ & F.J. Jiménez-Cárceles²

¹ Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria. ETSIA-UPCT. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena, Murcia, España. email: jose.alvarez@upct.es

² BIOCYMA: Biología, Calidad y Medio Ambiente. Consultoría en Medio Ambiente y Calidad. 2050, Molina de Segura. 30500 Murcia, España

Introducción - En este trabajo se presentan resultados de un experimento en el que se estudió la evolución de las concentraciones de Zn y Cd en la solución edáfica de muestras procedentes de saladares afectados por residuos mineros, cuando se someten a periodos largos de inundación.

Materiales y métodos - El experimento se llevó a cabo con dos suelos procedentes de dos saladares con propiedades distintas; uno de ellos con pH \approx 6,5 y $<$ 1 g kg⁻¹ de CaCO₃ –saladar de Lo Poyo- y el otro con pH \approx 7,8 y \gg 35 g kg⁻¹ de CaCO₃ – Marina del Carmolí-. Para cada suelo, se prepararon macetas con *Sarcocornia fruticosa*, *Phragmites australis* (carrizo) y suelo sin vegetación (desnudo). El tratamiento de hidromorfía consistió en tres meses de inundación con agua procedente de la misma zona en la que se había recogido el material vegetal y el suelo, para a continuación dejar secar las macetas progresivamente. Semanalmente se midió el pH, el Eh y los niveles de Zn y Cd en la solución edáfica. Tras el secado se determinaron los niveles de Zn y Cd en raíces y partes aéreas de la vegetación.

Resultados y discusión - Los potenciales redox más bajos se obtuvieron en el Carmolí (hasta -50 mV), mientras que en Lo Poyo no bajaron de +100 mV. El pH ligeramente ácido en las muestras de Lo Poyo aumentó progresivamente hasta 7-7.5 (tanto para suelos desnudos como con vegetación); en el Carmolí descendió ligeramente para *S. fruticosa* (de 7.78 a 7.45), aunque en los tratamientos con carrizo y suelo desnudo fluctuó entorno a 8. Las concentraciones de Zn y Cd en la solución edáfica fueron bastante elevadas, principalmente en el suelo de Lo Poyo (186 mg L⁻¹ de Zn y 1.8 mg L⁻¹ de Cd), posiblemente favorecido por su pH ligeramente ácido. Tanto para el Cd como para el Zn se obtuvieron correlaciones positivas significativas entre el contenido de metal en la solución y el Eh, en ambos suelos, con o sin vegetación, excepto para *Sarcocornia fruticosa* en el suelo procedente de la Marina del Carmolí. Estos resultados indican una inmovilización de estos dos metales en forma de sulfuros conforme el medio se hizo más anóxico. Además, el aumento de pH en Lo Poyo durante las semanas de inundación (que llevó a correlaciones significativas negativas entre el Eh y el pH en Lo Poyo) pudo favorecer la inmovilización de los metales. En la fase de secado las concentraciones de ambos metales tendieron a aumentar, lo que se atribuye a la oxidación de sulfuros formados en la fase anterior.

En cuanto a la vegetación, se observó una importante acumulación de Zn en las partes aéreas del carrizo (tallo y hojas) al final del experimento (\approx 2000 mg kg⁻¹ peso seco), tanto en el Carmolí como en Lo Poyo. *Sarcocornia fruticosa* (Carmolí) acumuló Zn en las raíces, sin observarse una translocación o aumento de concentración en las partes aéreas. Los niveles de Cd en las ambas especies fueron dos órdenes de magnitud menores que los de Zn, acumulándose preferentemente en la raíz sin observarse translocación o acumulación significativa en las partes aéreas.

Conclusiones - Los resultados indican que las condiciones de hidromorfía afectaron a la movilidad de los metales estudiados. Las concentraciones de Zn y Cd solubles fueron extremadamente elevadas (principalmente en los suelos de Lo Poyo) por lo que existe un riesgo de transferencia a la vegetación y la cadena trófica.

Monitorização da qualidade do solo e das águas de drenagem em duas bacias regadas com água da Albufeira de Odivelas (Alentejo) no período de 2005-2007

J.C. Martins¹, I. Oliveira², F.P. Pires¹, H. Catronga², A.S. Araújo¹, M. Varela², T.B. Ramos¹, A. Prazeres¹, A. Castro¹, M.C. Gonçalves¹, C. Guerreiro² & L. Boteta²

¹ Instituto Nacional de Recursos Biológicos, INIA, ex-Estação Agronómica Nacional, Quinta do Marquês, 2784-505 OEIRAS, Portugal, e-mail jcmartins-lx@iol.pt

² Centro Operativo e de Tecnologia do Regadio, Quinta da Saúde, Apartado 354, 7801-904 BEJA

Um regadio só é sustentável quando possibilita a obtenção de produtos agrícolas a custos competitivos sem deixar de ter em conta a protecção do ambiente envolvente bem como a preocupação de que as gerações futuras tenham as mesmas oportunidades de benefício do uso da terra. As áreas regadas carecem do controlo da qualidade da água de rega, do conhecimento do tipo de cultura e das técnicas e estratégias de rega utilizadas pelos agricultores, das características físicas e hidráulicas do solo, do tipo e quantidade de fertilizantes e de fitofármacos aplicados nas parcelas agrícolas e das técnicas de mobilização aplicadas no solo, tendo em vista a prevenção da potencial salinização secundária do solo e potencial degradação das águas de superfície e subterrâneas a jusante das áreas regadas, bem como da erosão do solo provocada pelo escorrimento de água e perda de sedimentos, incluindo partículas de solo, fertilizantes e fitofármacos, para as valas de drenagem, linhas de água e ribeiras de uma determinada bacia hidrográfica. Em duas bacias regadas com água proveniente da Albufeira de Odivelas, uma localizada no Bloco de rega da Infra-estrutura 12 do Sistema Global de Rega de Alqueva (INF 12) e outra no Perímetro Hidroagrícola de Odivelas, ambas situadas no concelho de Ferreira do Alentejo, procedeu-se, nos anos de 2005, 2006 e 2007, à monitorização da qualidade das águas de rega, da solução do solo e de drenagem e ainda do solo de diferentes parcelas agrícolas ocupadas com diferentes culturas, de que se apresentam alguns resultados. Nos três anos em análise, a água de rega apresentou uma condutividade eléctrica (CE) que oscilou entre 0,25 e 0,5 dS m⁻¹, tendo a razão de adsorção de sódio (SAR) oscilado entre 0,8 e 1,5 e os teores de azoto nítrico entre 0,03 e 0,6 mg L⁻¹. O uso desta água na rega não implica qualquer restrição de acordo com as classificações de Ayers & Westcot (1994) e da USSL (Richards, 1954). Entre os vários parâmetros do solo obtidos nas diferentes parcelas agrícolas sujeitas a monitorização, antes e após os ciclos de rega nos 3 anos em apreço, destacamos os referentes aos riscos de salinização, sodicização e contaminação com nitratos. Assim, na bacia INF 12, verificou-se que a CE do extracto de saturação do solo correspondente às camadas superficiais (0-40 cm) mostrou valores relativamente baixos e apenas em duas parcelas apresentou valores entre 1,5 e 2,5 dS m⁻¹. O mesmo sucedeu nas camadas inferiores (> 40 cm) embora se tenham registado valores da ordem dos 3 dS m⁻¹ em três parcelas, em 2006. Quanto ao risco de sodicização, é de assinalar que se encontraram valores preocupantes, entre 7 e 10% para a percentagem de sódio de troca (ESP) nas camadas inferiores das parcelas com milho, melão e beterraba. Os teores de azoto nítrico mais elevados, da ordem dos 10 a 15 mg kg⁻¹, foram obtidos nas camadas superficiais de algumas parcelas com milho, beterraba e tomate, nas amostragens efectuadas após os ciclos de rega. Na bacia do perímetro de Odivelas não se detectou qualquer risco de salinização do solo (CE entre 0,2 e 0,9 dS m⁻¹) quer nas camadas superficiais quer nas inferiores, mas obtiveram-se valores entre 8 e 10% para a ESP nas camadas inferiores, o que indicia haver alguns riscos de sodicização. As águas de drenagem, na bacia INF 12, revelaram valores de salinidade (CE) bastante diversos consoante o local de amostragem, de montante para jusante, e a data de amostragem ao longo do ano. Os valores de CE mais baixos referem-se geralmente ao período da rega (Junho a Setembro) e os mais altos (entre 4 e 7 dS m⁻¹) ao Outono e Inverno, reflectindo o efeito das chuvas no processo de arrastamento de sedimentos e de sais dos solos da bacia, através do escorrimento superficial e subsuperficial para a vala de drenagem. Os teores de azoto nítrico mais elevados (entre 7 e 15 mg N-NO₃ L⁻¹) apenas foram obtidos em algumas amostragens efectuadas nos meses de Julho, Agosto e Setembro como resultado da lixiviação do azoto aplicado por fertirrega. Os valores de SAR (razão de adsorção de sódio) variaram entre os valores extremos de 1,5 e 8, correspondendo os valores mais altos aos meses do Outono e de Inverno. A água de drenagem na outra bacia (Odivelas), monitorizada de Março a Dezembro de 2007, mostrou valores muito baixos de CE (<0,7 dS m⁻¹), de SAR (entre 0,8 e 1,6) e de azoto nítrico (entre 0,1 e 0,6 mg N-NO₃ L⁻¹), decorrentes de, nesta bacia, a cultura regada dominante ser o olival recentemente instalado.

Comparação de metodologias nas incubações aeróbias de solo com correctivos orgânicos

João Coutinho¹, Paula Fidalgo¹, Rui Lagoa¹, Ricardo Alves¹ & Fernanda Cabral²

¹ Centro de Química, Dep Edafologia, UTAD, 5000-901 Vila Real, Portugal (j_coutin@utad.pt)

² Unidade de Química Ambiental, DQAA, ISA, 1349-017 Lisboa, Portugal

A incubação aeróbia laboratorial de solos com ou sem correctivos orgânicos, embora não viável em rotina, é considerada uma metodologia de referência quando se pretende estudar a mineralização de azoto ou propor métodos químicos ou bioquímicos expeditos para a sua previsão. As variantes da incubação aeróbia podem ser conduzidas com base em dois princípios alternativos: (i) sistema fechado, com colheitas destrutivas e no qual se acumulam os produtos finais de reacção da mineralização do azoto; (ii) sistema aberto, no qual se lixiviam, periodicamente, os produtos finais (e intermédios) de reacção da mineralização do azoto. No sistema fechado, a mineralização líquida é traduzida pelos valores actuais de azoto mineral extraído. No sistema aberto, a contabilização é efectuada pelas quantidades acumuladas do azoto lixiviado em períodos subsequentes. O objectivo do presente trabalho consistiu (i) na comparação dos valores de mineralização líquida do azoto obtidos pelos dois sistemas e (ii) na avaliação da importância da contabilização dos produtos intermédios de reacção no sistema aberto. Utilizou-se um Cambissolo dístico de granito, neutralizado e pré-incubado a 60% da CMA, ao qual se aplicou dois correctivos orgânicos: folhada de castanheiro (497 g C kg⁻¹ e 7,45 g N kg⁻¹), numa dose equivalente a 3000 mg C kg⁻¹ de solo, e dejectos de poedeiras (292 g C kg⁻¹ e 27,68 g N kg⁻¹), numa dose equivalente a 85 mg N kg⁻¹ de solo. As incubações foram conduzidas a 25 °C e as colheitas (sistema fechado) ou lixiviações (sistema aberto) foram realizadas durante um período de 182 dias. Nos extractos e lixiviados determinaram-se os teores de N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻. Nos lixiviados foram determinados, também, os teores de N_{org} e C_{org} solúveis. Os resultados respeitam à média de três repetições e consideram os valores líquidos aparentes dos parâmetros em observação, isto é, os valores obtidos no tratamento com correctivo subtraído do valor inicial e do valor respeitante ao tratamento solo sem correctivo, expressos em g por g de N aplicado.

No caso da folhada, a sua aplicação ao solo originou uma acentuada imobilização de azoto mineral, que apresentou valores de 0,66 e 0,54 g por g de N aplicado, respectivamente para os sistemas fechado e aberto. No caso dos dejectos de poedeiras, a mineralização foi avaliada em 0,35 e 0,30 g g⁻¹, respectivamente nos sistemas fechado e aberto. No entanto, apesar das diferenças finais não serem muito expressivas, os resultados mostram uma acentuada diferença a nível da cinética de mineralização/imobilização. Na folhada, o sistema fechado mostra uma imobilização máxima ao 42º dia (1,04 g g⁻¹), seguindo-se, até final, um período de remineralização. No sistema aberto, a imobilização de azoto é contínua durante os 182 dias, embora menos acentuada após o 42º dia. Nos dejectos de poedeiras, a mineralização do azoto no sistema fechado é mais rápida (k=0,037 dia⁻¹), comparativamente ao sistema aberto (k=0,010 dia⁻¹). A contabilização do N_{org} nos lixiviados, que traduz a presença dos compostos intermédios de mineralização, não altera o perfil cinético das reacções, embora acentue o ganho líquido de N solúvel no caso dos dejectos de poedeiras (0,40 g g⁻¹; k=0,016 dia⁻¹) ou a diminuição líquida de N solúvel no caso da folhada (0,59 g g⁻¹). Os valores de C_{org} solúvel nos lixiviados atingiu valores acumulados de 0,65 e 0,95 g C g⁻¹, respectivamente para a folhada e dejectos de poedeiras. Com base na folhada (ocorrência de remineralização líquida de azoto imobilizado), os resultados obtidos sugerem que o sistema fechado poderá conduzir a uma avaliação cinética mais próxima da realidade, embora sujeita a algumas flutuações erráticas, em especial no final da incubação. Por outro lado, não se verificam indícios, no sistema fechado, de inibição da actividade microbiana pela acumulação de metabolitos intermédios de reacção. No sistema aberto, a contabilização dos compostos orgânicos solúveis que são removidos do sistema não contribuiu para a aproximação dos valores deste sistema aos obtidos no sistema fechado.

Trabalho parcialmente financiado pela FCT (POCTI/AGG/46559/2002).

Efecto de la fertilización con quelatos de Cu de origen natural y sintético en el pH y el potencial redox de un suelo calizo inundado

J.M. Álvarez, D. González, A. Obrador & P. Almendros

Dpto. Química y Análisis Agrícola, ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid, Spain. josemanuel.alvarez@upm.es

Los quelatos de Cu, tanto de origen natural como sintético, se están aplicando en la actualidad para corregir la deficiencia de dicho micronutriente en distintos tipos de suelos. La efectividad de los mismos está relacionada con su capacidad para mantener Cu en la solución del suelo. Esta capacidad depende de la estabilidad de los quelatos y de las características físico-químicas del suelo, como pueden ser el pH y el potencial redox (Eh). La disminución del contenido en oxígeno del suelo, bajo condiciones de saturación de agua, puede producir una disminución del Eh y una variación en el pH así como una modificación de la concentración de Cu presente en la solución del suelo. Las diferentes condiciones redox pueden provocar variaciones en la biodisponibilidad de los metales en el suelo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos quelatos de cobre, uno de origen natural (gluconato de Cu, Cu-GLU) y otro de origen sintético (etilendiaminotetraacetato de Cu, Cu-EDTA), en el pH y el Eh de un suelo calizo inundado y relacionar este efecto con las variaciones en la concentración de Cu en la solución del suelo.

El suelo utilizado fue clasificado como Typic Calcixerepts, siendo sus propiedades generales: pH_w, 8,74 (1:2,5 w/v); contenido en arcilla, 12%; C.E., 88 μ S/cm; M.O., 1,29%; N total, 0,05%; P disponible, 6,6 mg/kg; C.I.C., 209 mmol(+)/kg; saturación de bases, 100%; color: seco, 10YR 6/4; húmedo, 10YR 5/6; C.C., 21%. Los fertilizantes Cu-GLU y Cu-EDTA se aplicaron al suelo en diferentes dosis: 0 (control), 5 y 10 mg Cu/kg. Todos los tratamientos se realizaron por triplicado y las diferentes muestras se incubaron durante 7 días en condiciones de inundación (40% de humedad). Tras la incubación se midieron en todas las muestras el pH y el Eh, y se extrajo un volumen de 20 mL de la solución del suelo. Después de filtrar con un filtro de celulosa Albet (0,45 μ m), se determinó la concentración de Cu mediante espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito.

Los resultados mostraron que la aplicación de ambos quelatos produjo un aumento en la concentración de Cu en la solución del suelo con respecto al tratamiento control, siendo bastante mayor dicho aumento en el caso de la aplicación del Cu-EDTA. La aplicación de este quelato produjo un incremento de 0,07 y 0,32 mg Cu/L para las dosis 5 y 10 mg Cu/kg, respectivamente, mientras que la aplicación del Cu-GLU provocó únicamente un aumento de 0,01 y 0,03 mg Cu/L para las mismas dosis. Ninguno de los tratamientos de Cu aplicados produjo una variación significativa del pH. Sin embargo, la aplicación del Cu-EDTA produjo una disminución del Eh con respecto al control de 171 y 197 mV para las dosis de 5 y 10 mg Cu/kg, respectivamente, mientras que la aplicación del Cu-GLU produjo únicamente una disminución de 32 y 75 mV para las mismas dosis.

En resumen, la aplicación a este suelo calizo del quelato sintético Cu-EDTA produjo una reducción del potencial redox mayor que la producida por el quelato de origen natural Cu-GLU, originándose únicamente un incremento apreciable en la concentración de Cu en la solución del suelo cuando fue aplicado dicho quelato sintético.

Estudio de la fertilidad y de los metales pesados en suelos de agroecosistemas tropicales

J. Pastor¹, S. Alexis^{1,3}, C. Vizcaino² & A.J.Hernández³

¹ Dpto. de Ecología de Sistemas, CCMA, CSIC, Madrid. jpastor@ccma.csic.es

² Dpto. de Suelos, CCMA, CSIC, Madrid

³ Dpto. de Ecología, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares.

Se expone el estudio de los suelos de agroecosistemas tropicales ubicados en tres tipos de unidades paisajísticas (bosques nublado, latifoliado y seco) de un territorio marcado por la pobreza de la gente que lo habita en la frontera de República Dominicana-Haití. El desarrollo de una agricultura sostenible en la zona requiere evaluar la fertilidad de los suelos, sabiendo que este es uno de los problemas fundamentales debido al cambio que sufren sus características físicas y químicas cuando se talan los bosques y luego se cultivan. Es muy escasa la información respecto a datos sobre suelos en los países mencionados, y nula para el caso del territorio aludido. Por ello abordamos el estudio de características edáficas de importancia fundamental en un territorio con importantes limitaciones geomorfológicas y edáficas, ya que en muchas zonas las pendientes son fuertes y los suelos someros. Los agroecosistemas estudiados corresponden a los que se encuentran mayoritariamente y constituyen las fuentes esenciales para la alimentación humana y animal: pastos y cultivos de habichuela, maíz, sorgo, plátano&guineo, café, frutales y tubérculos.

Los contenidos de M.O. y N son en general adecuados en los agroecosistemas localizados en la zona del B.l (B.latifoliado), en cambio, son generalmente bajos en el B.s (bosque seco). Los valores de pH son muy ácidos (4,6) en los suelos dedicados a tubérculos, que se localizan en el B.n (B.nublado) y oscilan de 5,6 a 7,6 en los suelos del B.l, y entre 6,9 y 8,1 en el B.s; son así de pH más elevado que muchos de los suelos tropicales. El contenido de P₂O₅ fue bajo solamente en alguno de los grupos de suelos analizados y fue aceptable en los restantes, pero los valores de P disponible son en general bajos en todos los cultivos y paisajes. Los contenidos de K cambiable, van desde niveles medios a elevados en todos los agroecosistemas y los de Ca y Mg cambiables son elevados en todos ellos. Respecto a los metales pseudototales, nos ha interesado ver si en los suelos existían niveles elevados de metales tóxicos, que pudiesen dificultar o impedir su empleo agrícola. En este sentido, destacan los preocupantes valores de Cd, lo suficientemente elevados para excluir a muchos de los suelos para su uso agrícola. Además, los contenidos de Cu, Ni, Mn y Al son también relativa o notablemente elevados. Todos estos datos ponen de manifiesto el origen claramente litogénico de los metales pesados. En cuanto al Fe disponible, los niveles son, en general elevados, aunque son bajos en los cultivos de maíz y frutales. Los contenidos de Mn disponible son elevados o medios y los de Zn son medios. Los de B son todos elevados. En relación a los aniones, destacan los contenidos medios de SO₄, así como contenidos de bajos a indetectables de PO₄. Los niveles más destacables de NO₃ se encuentran en los suelos de habichuela, sorgo, frutales y tubérculos de los B.l y B.n, mientras que los más bajos se presentan en suelos del B.s.

Agradecimientos: al Proyecto CTM2005-02165/TECNO del M^o de Educación y Ciencia y al Programa EIADES de la Comunidad de Madrid.

Clay-based formulations for reducing simazine leaching in soil

Juan Cornejo, Cristina Domínguez, M Carmen Hermosin & Rafael Celis

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC, P.O. Box 1052, 41080 Sevilla, Spain (cornejo@irnase.csic.es)

The environmental problems associated with the use of highly mobile pesticides are a current issue because these compounds are increasingly being detected in ground and surface waters. The wide use of herbicides in soils for agronomical, industrial and sportive purposes are a high risk scenarios for surface and groundwater contamination. Clay minerals are natural materials with a high capacity to adsorb organic compounds. These materials can be used as raw material or modified with inorganic or organic cations as barriers against organic pollutants. Simazine is a widely used herbicide in many soils all over the world being present in different compartment after application. In the present work it has been studied the immobilisation of simazine in different soils around Domingo Rubio pond close to the estuarine of Tinto river in SW of Spain, by the intercalation of reactive barriers of treated clays. Montmorillonite saturated with Fe and cationic surfactants were tested for simazine sorption. After several studies Fe-montmorillonite was selected as clay barrier. Soils columns studied were performed under saturated flow conditions. The results obtained pointed out the potential use of those treated clays for almost complete immobilization of the simazine herbicide in polluted soils diminishing the leaching to surface and groundwaters.

Acknowledgement:

This work has been financed by Junta de Andalucía through the project PE 2005/RNM-523 and Research Group RNM-124.

Redistribución de cobre en suelos ácidos en células de difusión.

M. Paradelo-Pérez, J.C. Nóvoa-Muñoz, M. Arias-Estévez & J.E. López-Periago

Laboratorio de Ciencias do Solo, Universidade de Vigo, Facultade de Ciéncias As Lagoas 32004 Ourense (Spain). email: mparadelo@uvigo.es

Se investiga la redistribución de cobre en suelos ácidos, formados sobre granito y anfibolita mediante experimentos realizados en células de difusión. Los objetivos fueron: cuantificar el transporte de Cu, y medir el cambio de concentración de Cu obtenido con diferentes métodos de extracción selectiva, transcurrido un mes del experimento de difusión. En suelos ácidos ocurrió una redistribución significativa de la concentración de fracciones de Cu que obedece un modelo de difusión con retardo. La humedad y las propiedades de los suelos tuvieron efectos significativos sobre la redistribución del Cu, que estuvo más favorecida en los suelos de granito y con humedad cercana a la saturación. Los resultados experimentales se compararon con los de un modelo de difusión unidimensional, utilizando la ecuación de Freundlich para describir la retención no lineal en adsorción. Este modelo ofreció resultados consistentes con el comportamiento observado en los suelos estudiados, demostrando que el transporte difusivo puede contribuir al transporte de Cu en suelos ácidos.

Origen de sólidos en suspensión y fósforo exportados durante eventos de precipitación en una pequeña cuenca de la Región de Galicia

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

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

El importante papel que los sólidos en suspensión ejercen en el transporte de contaminantes tales como el fósforo, ha despertado un creciente interés en los últimos años. Los sólidos en suspensión se transportan principalmente durante eventos de escorrentía por lo que el efecto más importante de la contaminación por fósforo se produce durante estos. El objetivo de este trabajo consiste en conocer el origen de los sólidos en suspensión y fósforo exportados durante eventos de lluvia de una pequeña cuenca rural (16 km²) ubicada en Galicia (noroeste de España). Para ello se tomaron muestras de agua en el cierre de la cuenca durante cuatro eventos de lluvia ocurridos entre diciembre de 2004 y octubre de 2005. El muestreo se efectuó a intervalos variables de tiempo, lo que ha permitido muestrear eventos completos incluyendo ascenso, descenso y pico de caudal. Las concentraciones de sólidos en suspensión se determinaron por el método gravimétrico. Los contenidos de fósforo total y disuelto (previa filtración a través de 0,45 mm) fueron determinados por ICP-MS. Finalmente, el fósforo particulado se calculó por diferencia entre las fracciones de fósforo total y disuelto. Después de cada evento se realizaron observaciones visuales dentro de la cuenca con el fin de detectar rasgos de erosión y sedimentación, que permitan inferir fuentes de sedimentos y fósforo. Los resultados obtenidos muestran variaciones importantes entre eventos, lo cual se asocia con el tamaño del evento, las condiciones de la superficie del suelo, así como al desarrollo de surcos y cárcavas efímeras. Las concentraciones de sólidos y fósforo (especialmente la fracción particulada) se incrementan notablemente durante los eventos respecto al pre-evento. La relación entre las concentraciones de sólidos en suspensión y fósforo particulado con el caudal están caracterizadas por histéresis positivas, lo que indica fuentes próximas al río. Las investigaciones de campo, permitieron observar que los sedimentos procedentes de surcos y cárcavas efímeras desarrolladas en una parcela desprovista de vegetación, en la cabecera de la cuenca constituyen la principal fuente de sedimentos en la cuenca. El fósforo total y particulado mostró relaciones significativas con los contenidos de sólidos en suspensión, lo que indica el origen erosivo de una parte importante de P, especialmente si se tiene en consideración que la fracción particulada supone más de un 80 % del fósforo exportado en estos eventos.

Aplicação de um método analítico para a determinação simultânea de LAS, NPE e DEHP em solos tratados com lodos de esgoto

M^a del Mar González¹, Juan L. Santos¹, Irene Aparicio¹, Esteban Alonso¹, Regilene A. da S. Souza² & Carlos A. Bissani²

¹ Departamento de Química Analítica, Universidade de Sevilha, C/ Virgen de África 7, 41011, Sevilha, Espanha, ealonso@us.es

² Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.

Nos últimos anos, constata-se considerável incremento na quantidade de lodos produzidos na Europa, incentivado pelo aumento do número de estações de tratamento de águas residuárias urbanas. Esses lodos estão sendo geralmente aplicados nos solos, que, por sua vez, podem estar sendo contaminados devido à presença de compostos orgânicos. Em 2000, a União Europeia publicou um terceiro documento de trabalho que pretende fundamentar as bases de uma futura legislação sobre a aplicação de lodos nos solos [1]. Nesse documento, são apresentados limites de concentrações para oito diferentes famílias de contaminantes orgânicos. Da experiência prévia deste grupo de pesquisa, se conclui que, das oito famílias, os compostos que com mais frequência superam os valores fixados para os lodos são os alquilbenzeno sulfonato linear (LAS), a soma de nonilfenol e nonilfenóis mono- e dietoxilados (NPE) e di(2-etil-hexila)ftalato (DEHP) [2,3].

Neste trabalho, é apresentada a aplicação de um método para a determinação simultânea de LAS, NPE y DEHP em solos tratados com lodos de esgoto. O método consiste na extração simultânea com acetona, mediante uso de ultrassom, e purificação do extrato mediante extração em fase sólida e determinação simultânea mediante cromatografia líquida de alta resolução com detectores de ultravioleta e de fluorescência, ambos com arranjo de diodos. Para os ensaios, foi usado solo procedente de Andalucía (Espanha), apresentando as quantidades de areia grossa de 72,6%; areia fina, 4,5%; silte, 4,1%; argila, 18,8%; matéria orgânica, 0,36%; nitrogênio orgânico, 0,027% e valor de pH de 8,7, ao qual posteriormente foi aplicado lodo de esgoto, em laboratório.

Os autores desejam agradecer o financiamento recebido da Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático de Ministerio de Medio Ambiente, España (proyecto No. A560/2007/2-04.1) para o desenvolvimento destes estudos.

[1] Working Document on Sludge, 3. rd. Draft, European Commission, Brussels, Belgium (2000).

[2] I. Aparicio, J.L. Santos, E. Alonso, Limitation of the concentration of organic pollutants in sewage sludge for agricultural purposes: A case of study in Spain. Aceito para publicação em *Waste Management*.

[3] J. L. Santos, M. M. González, I. Aparicio, A. Santos, F. Álvarez, M. López-Artíguez, D. Olano, S. García, E. Alonso. Presence of organic pollutants in sewage sludge from anaerobic wastewater stabilization ponds. SmallWat07. II International Congress. Wastewater treatments in small communities. Disponível em:

http://www.smallwat.org/pdf/extensive/paper/3paper_oral13.pdf.

Contenido de Cl y Na durante cuatro años en el cierre de una cuenca agroforestal de clima atlántico

P. Sande Fouz, J.M. Mirás Avalos & E. Vidal Vázquez

Facultad de Ciencias. Universidade da Coruña. Campus A Zapateira s/n. 15071 A Coruña, España. E-mail: psande@udc.es

En este trabajo se estudió la evolución temporal de las concentraciones de Cl y Na en la cuenca agroforestal del Río Valiñas durante el período 2003-2006. Esta cuenca posee una extensión de 36,3 km² y se localiza en la provincia de A Coruña (Galicia, España) a pocos kilómetros al sur de su capital.

Se recogieron un total de 447 muestras de agua en el cierre de la cuenca: 193 en 2003, 114 en 2004, 56 en 2005 y 115 en 2006. Las concentraciones de Na se midieron mediante espectrometría con fuente de plasma de acoplamiento inducido (ICP-MS), utilizando un equipo Plasmaquad II, mientras que los contenidos en Cl se midieron por electroforesis capilar (EFC) empleando un equipo WATERS CIA.

El contenido medio anual de Na fue de 15,82 mg/l, fluctuando entre 15,50 mg/l en el año 2006 y 16,83 mg/l en el año 2005, y el de Cl fue de 21,82 mg/l, variando entre 21,46 mg/l en el año 2003 y 22,74 mg/l en el año 2005. Los valores máximos de concentración de Na se midieron en el año 2004 y los de Cl en 2005 mientras que los valores mínimos se registraron en 2004 para el Na y en 2003 para el Cl. Los valores relativamente elevados de Cl y Na se deben a la situación de la cuenca que, aunque no se localiza en el litoral, se encuentra cerca de la costa. Los contenidos más elevados de Na y Cl se registraron a lo largo del trimestre de julio a septiembre durante todo el período de estudio, mientras que las menores concentraciones de Na se observaron durante el trimestre de enero a marzo. Sin embargo, los contenidos en Cl más bajos se midieron entre el trimestre de enero a marzo durante 2003 y 2004, entre abril y junio en 2005 y entre octubre y diciembre en el 2006. Se encontraron correlaciones muy significativas ($p < 0,01$) entre Na y Cl tanto individualmente para cada uno de los años analizados como globalmente para el conjunto del período de estudio, 2003-2006

Efeito da moenda fina das amostras de terra na determinação dos teores de azoto total e carbono total e orgânico

R.M.S. Dias, C.M. Sempiterno & L. Farropas

INRB – ex- Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Tapada da Ajuda, Apartado 3228, 1301-903 Lisboa, e-mail: lqars.terras@mail.telepac.pt

A Norma ISO 11464, relativa à preparação de amostras de terra para análise físico-química, preconiza, para tomas de material inferiores a 2g, que as mesmas sejam submetidas a moenda fina (<0,250mm) de modo a permitir que a homogeneidade da amostra seja tal que a variabilidade dos resultados seja minimizada. Ora, a análise dos teores de azoto total e carbono total e orgânico por combustão seca, num analisador elementar, emprega tomas de terra inferiores a 1g. A fim de avaliar a possibilidade de dispensar aquele moroso passo procedeu-se à quantificação destes elementos em sub-amostras apenas moídas manualmente e crivadas (<2mm) e noutras que, posteriormente à crivagem, foram sujeitas a uma moenda fina. Utilizaram-se, para o efeito, amostras de sete solos de Portugal Continental, derivados de diferentes materiais: (a) arenitos (Podzol – PZ); (b) complexo derivado de xistos e “rañas” (Luvissole férrico – LVfr); (c) dioritos ou gabros (Vertissolo pélico – VRpe); (d) granitos (Cambissolo dístrico – CMdy); (e) calcários (Cambissolo calcárico – CMca); (f) aluviões (Fluvissole – FL) e (g) xistos (Luvissole háplico – LVha).

A determinação do carbono total foi efectuada pelo método da combustão seca num analisador elementar segundo a Norma ISO 10694, o teor de carbono orgânico foi calculado a partir do carbono total deduzindo a quantidade deste elemento que está presente na forma de carbonatos e a determinação do azoto total foi efectuada por combustão seca da amostra num analisador elementar segundo a Norma ISO 13878.

Os resultados obtidos revelaram que o grau de moenda não afectou significativamente ($p>0,05$) os resultados e a moenda fina da amostra não aumentou significativamente ($p>0,05$) a precisão dos mesmos, quer em termos do teor de azoto total quer de carbono total e orgânico, sugerindo ser dispensável a moenda fina das amostras.

Sessão temática 4:

BIOLOGIA E ECOLOGIA DO SOLO

Influencia del grupo de suelo y el uso sobre la reserva de carbono orgánico en clima Mediterráneo.

I.A. Gómez Parrales, M. del Toro Carrillo & N. Bellinfante

Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Universidad de Sevilla. C/ Prof. García González, 2. 41012 Sevilla iangel@us.es

Últimamente, en los países desarrollados, ha crecido la preocupación por el cambio climático y su relación con la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera. De hecho, tras la ratificación del protocolo de Kyoto se ha elaborado una normativa que limita la emisión de gases invernadero a la atmósfera con especial atención al CO₂. En este contexto, los gobiernos y la sociedad en general demandan actuaciones encaminadas a minimizar las emisiones de este gas invernadero y a la eliminación mediante la captura y confinamiento a largo plazo para paliar los efectos del cambio climático.

Desde el punto de vista de captura y almacenamiento el suelo juega un papel importante y así lo han puesto de manifiesto diversos autores (Jordan, *et al.*, 2006; Kamran *et al.*, 2006; Polyakov y Lal, 2007; Takimoto *et al.*, 2007).

El presente trabajo se plantea como un estudio de la influencia que los suelos y su uso pueden tener sobre el almacenamiento de dióxido de carbono.

Se han estudiado 377 perfiles de suelos distribuidos por las provincias de Huelva y Sevilla que corresponden a Arenosoles (AR), Calcisoles (CL), Cambisoles (CM), Fluvisoles (FL), Leptosoles (LP), Luvisoles (LV), Regosoles (RG) y Vertisoles (VR). En ellos se ha la reserva de carbono según la ecuación propuesta por Blatjes en 1996. Se ha realizado la interpolación a profundidades estándares (30, 60 y 100 cm) con el objeto de hacer comparables los resultados. Para el tratamiento de los datos se ha usado el software Statistica 7.0 y se ha realizado el test de Kruskal-wallis y el procedimiento de Tuckey HSD como test post-Hoc.

Del análisis de los datos se desprende que el contenido medio de carbono orgánico se encuentra en torno a 60 T/ha entre 0 y 100cm y en torno a 46 T/ha en los primeros 60 cm. Si se compara la reserva de carbono orgánico para cada tipo de suelo en los dos casos anteriores, se observa que existen diferencias significativas ($p = 0.0000$) y que los valores medios oscilan entre 25 y 97 T/ha de 0 a 100 cm y entre 25 y 58 de 0 a 60 cm. En ambos casos el valor más bajo corresponde al grupo de Leptosoles. Sin embargo, el valor más alto en el primer caso corresponde a Calcisoles y en el segundo a Fluvisoles. Al aplicar el test de Tuckey HSD se observa que las diferencias significativas se presentan entre Leptosoles y el resto de grupos.

En cuanto al uso, existen diferencias significativas, tanto en los primeros 60 cm como en todo el espesor estudiado, observándose dichas diferencias entre los suelos cultivados, los suelos de olivar y aquellos desarrollados bajo vegetación natural.

Por otro lado, se ha comparado la reserva de carbono orgánico de 0 a 100 cm entre los distintos grupos de suelo para cada tipo de uso. Se observa, que sólo existen diferencias significativas para los suelos con vegeación natural ($p = 0.0000$) y para los cultivados ($p = 0.0114$) y que los valores medios oscilan entre las 18 T/ha de Leptosoles bajo vegetación natural y las 91 T/ha de Calcisoles en suelos cultivados.

Finalmente se estudió la distribución del carbono orgánico en profundidad para cada grupo de suelo, observándose que en los Fluvisoles hay un aumento, aunque no estadísticamente significativo, de la reserva de carbono orgánico entre 60 y 100 cm con respecto a los contenidos entre 0 y 30 y 30-60 cm.

Decomposição e dinâmica de nutrientes em duas espécies halófitas no Sapal de Castro Marim

Luiz Carlos Gazarini¹, Maria Paula Simões¹, Maria da Luz Calado¹, Luis Filipe Ferreira¹ & Manuel Madeira²

¹ Universidade de Évora, ICAM, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal, (gazarini@uevora.pt)

² Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, Portugal.

O processo de decomposição e a dinâmica de libertação de nutrientes foi quantificado em folhas de *Atriplex portulacoides* L. e *Limoniastrum monopetalum* (L.) Boiss. e estabeleceu-se a sua relação com parâmetros ambientais.

Os ensaios decorreram no Sapal da Reserva de Castro Marim, ao longo de um ano, utilizando-se a técnica dos sacos de decomposição (“litterbags”).

A taxa de decomposição obtida para *A. portulacoides* foi de $-0,0056 \text{ dia}^{-1}$ (tempo de semi vida = 124 dias) enquanto que a de *L. monopetalum* foi de $-0,0037 \text{ dia}^{-1}$ (tempo de semi vida = 187 dias), tendo a proporção de matéria orgânica remanescente, no final do período de estudo, situado em 8,36% e 21,93%; enquanto que na fase de lixiviação (61 dias) a perda de matéria orgânica foi de 58,9% e de 72,5%; respectivamente. As diferenças observadas entre as espécies no processo de decomposição resultam, fundamentalmente, da morfologia e composição química das folhas, nomeadamente do teor de azoto ($15,60 \text{ mg.g}^{-1}$ para *A. portulacoides* e $6,96 \text{ mg.g}^{-1}$ para *L. monopetalum*) e da relação C:N (32,1 e 71,8 na fase inicial e 18,6 e 14,4 na fase final para *A. portulacoides* e *L. monopetalum*, respectivamente). A evolução do processo de decomposição reflectiu claramente a variação de alguns parâmetros ambientais, como a precipitação, a amplitude de marés e a temperatura. Os maiores decréscimos de matéria orgânica das folhas em decomposição ocorreram nos períodos de precipitação e amplitudes de marés mais elevadas e de temperaturas moderadas.

Relativamente à dinâmica de libertação de nutrientes verificou-se que no período correspondente a fase de lixiviação, ambas as espécies libertaram rapidamente o potássio e o manganês e retiveram o cálcio; enquanto que o azoto, o fósforo e o magnésio foram libertados em *A. portulacoides* e imobilizados em *L. monopetalum*. Na fase de decomposição biológica todos os nutrientes apresentaram diferentes padrões de libertação para as espécies.

Estabeleceu-se a seguinte seriação dos elementos, de acordo com as percentagens residuais finais e por ordem decrescente de mobilidade:

K(2,7%)>Ca(5,3%)>Mg(6,3%)>P(11,1%)>N(14,4%)>Mn(14,9%) para *A. portulacoides* e K(2,9%)>Mg(18,8%)>P(19,6%)>Mn(36,7%)>Ca(39,8%)>N(109,2%) para *L. monopetalum*. O potássio revelou ser o elemento mais solúvel para ambas as espécies, enquanto que os outros elementos foram retidos mais tempo no substrato. Estas diferenças poderão advir das ligações destes elementos à matéria orgânica e, provavelmente, da actividade da comunidade microbiana e dos parâmetros ambientais.

Evolución anual de los valores de carbono después de aplicar lodos de depuradora a un suelo carbonatado en la Comunidad de Madrid.

M.A. Casermeiro Martínez, M.T. de la Cruz Caravaca, L. Garcia-Montero, M.I. Hernando Massanet & I. Valverde Asenjo

Departamento de Edafología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid. Plaza Ramón y Cajal s/n. Ciudad Universitaria. 28040 MADRID casermeiro@farm.ucm.es

El ciclo del carbono está siendo reformulado en los últimos años, sobre todo, por su influencia en el cambio climático. Las actividades humanas son un directo responsable de la generación de gases de efecto invernadero, pero otros fenómenos, como la pérdida natural de carbono por los suelos podrían tener efectos importantes. Una forma eficaz de restituir ese carbono a los suelos podría ser mediante el uso de enmiendas formadas por los lodos de depuradoras de aguas residuales (LDAR). En esta comunicación se presentan los primeros resultados sobre la evolución del carbono en el suelo después de haber realizado una aplicación de dos tipos de lodos a dosis crecientes en un suelo carbonatado de la comunidad de Madrid. Para ello, se han diseñado 3 bloques de 8 parcelas experimentales cada uno. Cada parcela, de 25 m² de superficie, se encuentra separada de la adyacente por, al menos, 5 m para evitar posibles influencias o contaminaciones dentro y entre bloques. En cada parcela se aplicó, de manera aleatoria, un lodo de depuradora diferente, aerobio o anaerobio, en dosis de 40, 80 ó 160 tn. ha⁻¹.

Se ha procedido a realizar un estudio intensivo del ciclo del carbono en suelos. Para ello se muestrea bimensualmente y se analiza el carbono orgánico del suelo a dos profundidades distintas (0-20 y 20-40 cm), siguiendo el método de Walkey & Black, propuesto por I.S.R.I.C. (1993). Además se mide la respiración del suelo utilizando un Li-cor 8100. De manera paralela se está monitorizando la migración de carbono soluble en las aguas subterráneas, así como la dinámica de las poblaciones microbianas.

Los primeros datos muestran diferencias significativas en cuanto a la evolución de los contenidos de carbono en los horizontes superficiales, De hecho parece existir una diferencia significativa entre los bloques en los que existe mayor cantidad de lodo (160 tn/ha) tanto aerobio como anaerobio. En ellos el porcentaje de carbono presente es, aproximadamente, un 1% superior al presente en el suelo sin tratar. Parece, pues, que el carbono aportado por los lodos podría comenzar a incorporarse a la fracción menor de 2 mm del suelo 9 meses después haber realizado la aplicación y sólo con las dosis más altas.

Los primeros resultados obtenidos sobre la respiración del suelo, parecen indicar un muy ligero incremento en la producción de CO₂ en aquellas parcelas que presentan las mayores concentraciones de lodos, tanto aerobios como anaerobios. Estos datos son menores a los que previsiblemente se deberían esperar, quizás debido a las condiciones extremadamente secas de este invierno.

Macrofauna de um ferralsol em recuperação com lodo de esgoto e adubação verde

M.C. Alves¹, A.E. Kitamura¹, E.V. Vázquez² & A. Páz González²

¹ Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, UNESP. Av. Brasil, 56. CEP.15.385-000. Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. mcalves@agr.feis.unesp.br

² Facultad de Ciencias, Universidad da Coruña. A Zapateira. 15071- La Coruña, Espanha.

A utilização incorreta dos solos vem causando alterações nos mesmos, tornando-os cada vez menos produtivos, aumentando assim as áreas com solos degradados. O presente trabalho teve por objetivos estudar a recuperação de um Ferralsol degradado, por meio do uso de adubos verdes e lodo de esgoto, sendo cultivado com uma espécie arbórea nativa de cerrado. Utilizou-se a macrofauna do solo como indicador de sua recuperação. A pesquisa foi instalada em 2004, numa área experimental situada no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, Brasil, nas coordenadas geográficas de 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de latitude Sul, com altitude de 327 metros. As médias anuais da região de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar são de: 1370 mm, 23,5° C e 75 %, respectivamente. O tipo climático segundo Köppen é Aw, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo original é Ferralsol (FA), 1990) muito profundo de textura franco argilo arenosa. A sua fração argila é de baixa atividade e constituída por gibbsita e caulinita (Demattê, 1980). O monitoramento das alterações do solo foi realizado nos anos de 2005, 2006 e 2007. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 5 tratamentos e 5 repetições, sendo também caracterizada uma área controle (solo com vegetação nativa de cerrado). Os tratamentos foram: testemunha - solo exposto (sem manejo); espécie arbórea *Astronium fraxinifolium*; *Astronium fraxinifolium*+*Canavalia ensiformis*; *Astronium fraxinifolium*+*Raphanus sativus* até 2005, depois substituído por *Crotalaria juncea*; e *Astronium fraxinifolium*+*Brachiaria decumbens*+lodo de esgoto (60 t ha⁻¹ a base seca). Na testemunha não foi aplicada nenhuma técnica de recuperação do solo. O preparo inicial do solo foi realizado com subsolagem, gradagem leve e incorporação de 2 t ha⁻¹ de calcário. Os macrorganismos do solo foram avaliados utilizando-se o método de coleta direta, mediante o uso do quadrado metálico de 0,30 m de lado, o qual foi cravado no solo (Vázquez & Alves, 2003). As amostragens foram realizadas entre as linhas de plantio a 0,20 m do colo da planta. Foi coletada uma amostra por parcela para cada camada de solo de 0,00-0,05; 0,05-0,10 e de 0,10-0,15 m, durante três anos consecutivos (agosto/2005, janeiro/2006 e março/2007), também foi avaliada a macrofauna na área com vegetação nativa (cerrado). A avaliação constou da contagem do número de indivíduos e da identificação da Ordem. Os tratamentos adotados estão recuperando as propriedades do solo estudado e, o tratamento com *Astronium fraxinifolium*+*Brachiaria decumbens*+lodo de esgoto foi o que mais se aproximou da condição natural do solo quanto ao número de macrorganismos, a diversidade e equitabilidade, indicando que os tratamentos estão contribuindo positivamente para a sua recuperação.

Referencias

- DEMATTÊ, J.L.I. 1980. Levantamento detalhado dos solos do Campus Experimental de Ilha Solteira (SP). Piracicaba: Esalq, 131p. (Mimeografado).
- FAO. 1990. Soil map of the world. Revised legend. Rome, World Resources Report n 60. 119p.
- VÁZQUEZ, E.V.; ALVES, M.C. 2003. Estudios de la macrofauna de un suelo tropical. In: BIENAL DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL, 15, 2003, La Coruña. Anais... La Coruña: Real Sociedad Española de Historia Natural, p.44.

Painéis

Efeito da gestão do coberto herbáceo e do posicionamento na decomposição das folhas da folhada de sobreiro

Celeste Santos-Silva¹, Manuel Madeira², Luiz Gazarini¹ & Nuno Cortez²

¹ Departamento de Biologia, Universidade de Évora e Instituto de Ciências Agrárias Mediterrânicas, Évora, Portugal, css@uevora.pt

² Departamento de Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal

Estudam-se, com carácter genérico de demonstração, os efeitos da instalação de pastagem melhorada (pastagem biodiversa rica em leguminosas), submetida ao pastoreio de ovinos, na decomposição da folhada e libertação de nutrientes em áreas de montado, no Sul de Portugal. Simultaneamente, avaliou-se a necessidade de renovação de uma pastagem melhorada com 20 anos, igualmente sujeita a pastoreio ovino.

Para o efeito estudou-se a decomposição (método dos “litterbags”) e libertação de nutrientes de folhas da folhada de sobreiro numa área de montado de sobreiro (Herdade dos Esquerdos, Vaiamonte, Portalegre) entre Outubro de 2004 e Dezembro de 2006. As parcelas experimentais foram instaladas numa pastagem melhorada re-semeada regularmente e numa pastagem melhorada à 20 anos, em ambas as situações sob e fora da influência das copas, em áreas de acesso vedado ao gado.

Não se verificaram diferenças significativas ($F=0,156$; $p=0,925$; $n=52$) na decomposição das folhas da folhada de sobreiro, quer em relação às condições do local (pastagem melhorada antiga (PMA) ou re-semeada (PMR)), quer em relação à posição relativa (sob (SC) ou fora (FC) da influência das copas). Contudo, as taxas de decomposição apresentam valores distintos para as situações avaliadas, com valores superiores para a decomposição das folhas nas áreas de pastagem melhorada antiga ($k_{PMA_FC} = -0,49 \text{ ano}^{-1}$, $k_{PMA_SC} = -0,45 \text{ ano}^{-1}$, $k_{PMR_FC} = -0,43 \text{ ano}^{-1}$ e $k_{PMR_SC} = -0,36 \text{ ano}^{-1}$). Relativamente à posição relativa, as folhas fora da influência das copas, nos dois locais, decompuseram-se mais rapidamente que as localizadas sob as copas. A proporção remanescente de MO foi inversamente proporcional à precipitação ocorrida ao longo dos dois anos, para todas as situações experimentais ($r > 0,97$; $p < 0,001$).

Não existiram diferenças significativas entre os padrões de libertação de Ca, Mg e Mn para as quatro situações, verificando-se o inverso para N, P e K, com padrões significativamente diferentes entre PMR_FC e PMA_SC. A proporção remanescente de N e de P ao fim de dois anos foi mais elevada em PMR_SC, apresentando PMR_FC o valor mais baixo.

A manutenção de uma pastagem melhorada biodiversa exerceu um efeito de retardamento na taxa de decomposição das folhas da folhada de sobreiro, verificando-se uma situação idêntica para o posicionamento sob copa.

Efecto de la aplicación de lodo de depuradora en la actividad microbiana de una saprolita en vías de rehabilitación

E. Vidal Vázquez¹, C.A. de Abreu², M.C. Alves³ & J. Paz Ferreiro¹

¹ Facultad de Ciencias. Universidade da Coruña (UDC). Campus de A Zapateira s/n, 15071 La Coruña, España. E-mail: evidal@udc.es

² Centro de Solos e Recursos Ambientais. Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Av. Barão de Itapura 1481, 13001-970 Campinas (SP), Brasil. E-mail: cleide@iac.sp.gov.br

³ Universidade Estadual Paulista. Av. Brasil 5, 15385-000 Ilha Solteira (SP), Brasil. E-mail: mcalves@agr.feis.unesp.br

El uso de lodos de depuradora en agricultura resulta un método efectivo para la eliminación de los restos orgánicos. En los últimos años se han añadido residuos urbanos compostados a los suelos agrícolas con la doble finalidad de mejorar la fertilidad del suelo y eliminar los desechos.

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto que provoca en la actividad microbiana la adición de biosólidos en una saprolita resultante de la excavación de un perfil del suelo que fue revegetado.

El área de estudio se localiza en Selviria-MS (Brasil). El tipo de suelo es un Ferralsol. El diseño experimental consistió en parcelas de 12 x 10 m donde se llevó a cabo un muestreo completamente aleatorio siguiendo un diseño factorial con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en: i) parcela control, ii) adición de 60 Mg ha⁻¹ de lodo en parcelas con *Eucalyptus citriodora* + *Brachiaria decumbens* e iii) adición de 60 Mg ha⁻¹ de lodo en parcelas con *Astronium fraxinifolium* (especie nativa).

En un total de 12 muestras de suelo, de 0-20 cm de profundidad, se determinaron las siguientes variables microbiológicas: carbono de la biomasa microbiana, respiración basal, actividad deshidrogenasa y actividad celulasa.

Los valores medios de biomasa microbiana obtenidos oscilaron entre 176 mg C g⁻¹ suelo, en la zona con plantación de *Eucalyptus* y 244 mg C g⁻¹ suelo en la parcela control. En el caso de la respiración basal los mayores valores de este parámetro se encontraron en la zona de eucaliptal (24,76 mgC-CO₂ g⁻¹ suelo día) y los menores se observaron en la parcela testigo (4,88 mgC-CO₂ g⁻¹ suelo día). Las enzimas analizadas presentaron un grado de correlación muy significativo (r= 0,79). El mayor valor medio de actividad deshidrogenasa correspondió al área control (1,29 ml H g⁻¹ suelo día), que presentó los menores índices de actividad celulasa con una media de 114,75 mg g⁻¹ suelo hora.

Influencia del manejo del suelo en la diversidad y abundancia de la mesofauna de un Ferralsol

E. Vidal Vázquez¹, M.C. Alves², A. Paz González¹ & J.M. Mirás Avalos¹

¹ Facultad de Ciencias. Universidade da Coruña (UDC). Campus de A Zapateira s/n, 15071 La Coruña, España. E-mail: evidal@udc.es

² Universidade Estadual Paulista. Av. Brasil 5, 15385-000 Ilha Solteira (SP), Brasil. E-mail: mcalves@agr.feis.unesp.br

En los sistemas agrícolas los organismos del suelo participan en diversos procesos como la regulación de los ciclos de los nutrientes, la distribución de la materia orgánica y la modificación de la estructura y de las propiedades físicas. El estudio de dichos organismos resulta muy útil para cuantificar el impacto ecológico que pueden producir determinados manejos del suelo.

El objetivo de este trabajo es analizar el efecto que provocan las prácticas agrícolas en la composición y abundancia de la mesofauna edáfica.

El área estudiada es un suelo de cultivo que se localiza en Selviria-MS (Brasil). Para el muestreo de la macrofauna se utilizó un método de recolección directa mediante el uso de cuadrados metálicos de 38 cm de lado. Se estudiaron dos tipos de siembra (convencional y directa) en una parcela dedicada a dos cultivos diferentes (maíz y soja) con dos tipos de abonos verdes (*Crotalaria juncea* y *Pennisetum americanum*) y un área de barbecho. Se consideraron dos profundidades (de 0 a 5 cm y de 5 a 15 cm) con cuatro repeticiones, resultando un total de 96 muestras.

El manejo del suelo (convencional o siembra directa) influyó más sobre la abundancia de individuos que el tipo de cultivo o el abono verde empleado. El número de individuos encontrados en las parcelas con siembra directa fue del orden de seis veces superior al de aquéllas con siembra convencional. En ambos casos el grupo taxonómico más abundante fue el de las lombrices. Además se contabilizó un elevado número de isópteros e himenópteros y, en menor proporción, arácnidos y coleópteros. La mayor abundancia de anélidos se observó en el cultivo de *Pennisetum americanum*; en la capa superficial de las parcelas con siembra directa y entre 5 y 15 cm en las superficies con siembra convencional. Los restantes grupos taxonómicos se encontraron preferentemente entre 0 y 5 cm de profundidad.

Armazenamento de carbono em comunidades de matos do Parque Natural de Montesinho (Nordeste de Portugal)

Felícia Fonseca, Maria Alice Bompastor Ramos* & Tomás de Figueiredo

CIMO e Escola Superior Agrária de Bragança, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal, email ffonseca@ipb.pt

*(*aluna do Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza)*

A concentração de Carbono na atmosfera tem vindo a aumentar e estima-se que duplique no decorrer do presente século. A perspectiva deste aumento tem suscitado o interesse por estratégias de redução das emissões ou pela implementação de práticas que as compensem, nomeadamente o armazenamento de Carbono em reservatórios terrestres. Existem diversas comunidades vegetais, de elevada representatividade espacial, cuja contribuição para a mitigação dos efeitos das alterações climáticas não está devidamente esclarecida. Com este trabalho pretende-se contribuir para o conhecimento do papel das comunidades vegetais qualificadas de matos, que ocupam cerca de um terço dos 75 mil ha do Parque Natural de Montesinho (PNM), no armazenamento de Carbono. De entre estas comunidades as mais representativas são os “estevais” (*Cystus ladanifer*), os “giestais” (*Cytisus striatus*) e os “urzais” (*Erica umbellata*). O delineamento experimental incluiu avaliações em áreas cobertas pelas três comunidades referidas, em diferentes condições topográficas (declive baixo, cerca de 5%; moderado, c. 15%; elevado, c. 25%), com três repetições, num total de 27 parcelas, com uma área de 1m² cada. Em todas as parcelas foi colhida a biomassa vegetal aérea e subterrânea, os resíduos orgânicos depositados à superfície (horizonte O), e amostras de solo nas profundidades 0-5; 5-10 e 10-20cm. Também nas mesmas profundidades colheram-se amostras não perturbadas para determinação da densidade aparente. A biomassa aérea foi separada nas componentes caule, ramos, raminhos, folhas e frutos. Os resultados mostram que, nas condições estudadas, 80 a 90% do Carbono do sistema encontra-se armazenado no solo, verificando-se um acréscimo em profundidade. O contributo da biomassa subterrânea é mais expressivo no caso dos “urzais”, representando mais de 70% do armazenamento de Carbono na biomassa total. A massa total de Carbono por unidade de área segue a sequência “urzais” > “giestais” > “estevais”. O armazenamento global de Carbono é afectado pela topografia, variando positivamente com o declive.

Efeito das técnicas de gestão do estrato arbustivo na dinâmica de nutrientes do solo, em montados do Sul de Portugal

Jorge Nunes¹, Maria Paula Simões¹, Luiz Carlos Gazarini¹ & Manuel Madeira²

¹ Universidade de Évora, ICAM- Instituto de Ciências Agrárias Mediterrânicas, Apartado 94, 7002-554 Évora (jdununes@uevora.pt)

² Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, Portugal.

O abandono das actividades de produção de cereais e pastagens, que tem vindo a ocorrer no sul de Portugal, tem contribuído para a ocupação progressiva de extensas áreas de montado por comunidades de espécies mediterrânicas arbustivas, entre as quais se destaca *Cistus salviifolius* L. As práticas tradicionalmente utilizadas para controlo destas comunidades são o corte e o fogo periódicos, os quais têm implicações importantes no ciclo de nutrientes do sistema montado. De forma a diferenciar as implicações dos diferentes tipos de intervenção no ciclo de nutrientes do solo, procedeu-se ao estudo comparativo do efeito do fogo e do corte, com deposição e incorporação no solo da biomassa cortada, em matos de *Cistus salviifolius*.

Para o efeito instalou-se um sistema de 24 lisímetros com 20 cm de diâmetro por 50 cm de altura. Cada lisímetro foi preenchido com um Leptsolo Eutríco derivado de Gneises (WRB, 2006), colhido Centro de Estudos e Experimentação da Mitra (C. E. E. M.), da Universidade de Évora, conhecido vulgarmente por Herdade da Mitra (38°32'N, 8°01'W), às profundidades de 0-10 e 10-20 cm e limpo de elementos grosseiros (de diâmetro superior a 5 mm). A cada conjunto de 6 lisímetros foi aplicado um dos seguintes tratamentos: deposição à superfície do solo da biomassa arbustiva cortada, incorporação da biomassa arbustiva cortada nos 15 cm superficiais do solo e aplicação de fogo sobre o material arbustivo. Ao conjunto de lisímetros restante (testemunha), não foi aplicado qualquer tratamento. Semanalmente foram recolhidos os lixiviados do solo, tendo-se constituído amostras compostas quinzenais que, após medição do respectivo pH, foram filtradas sob vácuo através de uma membrana de nitrato de celulose com uma porosidade de 0,45 mm de diâmetro, sendo imediatamente congeladas até ao respectivo processamento analítico. Determinou-se a concentração quinzenal do Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , N-NH_4^+ através de cromatografia iónica.

As concentrações catiónicas nos lixiviados do solo diminuíram ao longo do período de estudo, sendo este padrão particularmente evidente para o Ca e para o Mg que, em média, decresceram respectivamente de 160 e 35 mg L^{-1} no início do tratamento para 4 e 1 mg L^{-1} ao fim de um ano. Este padrão é concordante com o observado na decomposição de folhas e ramos da mesma espécie, em estudos anteriormente efectuados no mesmo local. Os valores observados tenderam, em média, a ser mais elevados nos tratamentos com fogo e incorporação, com excepção do K, que apresentou as maiores concentrações nos lixiviados recolhidos no tratamento com deposição e na testemunha.

Os resultados obtidos indicam que a gestão do estrato arbustivo do sistema montado deve ser encarada com alguma prudência, de forma a evitar perdas acentuadas de nutrientes, que ponham em causa a sustentabilidade deste ecossistema agro-florestal.

Distribución de comunidades vegetales por patrones edáficos en el estuario del Tajo

M.T. de la Cruz Caravaca¹, J.R. Quintana Nieto¹, E. Agostinelli², J. Molina Abril² & M.A. Casermeiro Martínez¹

¹ Departamento de Edafología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid. Plaza Ramón y Cajal s/n. Ciudad Universitaria. 28040 MADRID

² Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid. Plaza Ramón y Cajal s/n. Ciudad Universitaria. 28040 MADRID casermeiro@farm.ucm.es

Se presentan los resultados de una serie de catenas en el estuario del Tajo (Portugal) con el objetivo de analizar la distribución de las diferentes comunidades vegetales en función de determinadas propiedades del suelo. En concreto se diferencian las comunidades hidrohálófilas, sometidas a los fenómenos de inundación diaria propio de las mareas, de las comunidades halonitrófilas sometidas a la influencia del mar pero que no se inundan más que de manera ocasional.

El área de trabajo se circunscribe a la desembocadura del río Tajo en Lisboa (Portugal). Se han realizado inventarios florísticos siguiendo la metodología de Braun-Blanquet (1979) en 8 localidades del estuario del Tajo. Al mismo tiempo se han tomado muestras de suelo inalterado utilizando el método del cilindro (Smith and Mullins, 1991) y de los horizontes del suelo (FAO, 1977). Se han determinado las siguientes datos de los suelos: densidad aparente, capacidad de retención de agua, pH, conductividad eléctrica, sales solubles, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, Br⁻, PO₄³⁻, mediante cromatografía de intercambio iónico, Na⁺, K⁺ por espectrofotometría de emisión de llama, Ca²⁺ y Mg²⁺ por espectrofotometría de absorción atómica (ISRIC, 1994). Se ha realizado un análisis canónico de correspondencias (ter Braak & Smilauer 2002).

Los datos sugieren que las comunidades se distribuyen siguiendo fundamentalmente un gradiente de salinidad, asociado a la inundación. Dentro de la llanura de inundación diaria las comunidades de *Sarcocornia perennis* se asocian a los suelos más anegados que presentan además valores más elevados de SO₄²⁻, mientras que las comunidades de *Artrocnemum matrostachyon* se localizan en zonas con mayor contenido en cloruros. Fuera del área de influencia mareal los matorrales halonitrófilos de *Sueda vera*, se asocian con unos niveles más elevados de fosfatos.

Relaciones suelo-vegetación en pinares (*Pinus radiata*) de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Bizkaia)

O. Artieda¹, S. Mendarte², I. Albizu², M. Onaindia³, M.A. Rozas¹, J.A. González² & C. Garbisu²

¹ Universidad de Extremadura. artieda@unex.es

² NEIKER-Tecnalia. Dpto. Agroecosistemas y Recursos Naturales. C/ Berreaga, 1. 48160 Derio-Bizkaia.

³ Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad del País Vasco. Apto. 644. 48080 Bilbao

El uso y manejo de los ecosistemas seminaturales implica un cambio en la estructura de las comunidades vegetales (composición y cobertura de especies). Estas modificaciones afectan también al ciclo de nutrientes, en el cual, las comunidades microbiológicas del suelo desempeñan un papel primordial.

El objetivo de este trabajo fue encontrar vínculos entre los componentes abióticos del suelo (variables físico-químicas), su biodiversidad funcional (actividades enzimáticas microbianas), y la diversidad vegetal en plantaciones de *Pinus radiata*.

En 2007, se seleccionaron 15 parcelas de *P. radiata* (30-35 años) sobre sustratos de rocas calcáreas (4), detríticas (7) y volcánicas (4), dentro de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Bizkaia). En cada una de las parcelas se procedió a la apertura y descripción de una calicata para la caracterización edáfica, determinándose diversos parámetros químicos (pH, saturación de bases, N, P, K o C/N). En cada una de estas parcelas se eligieron 5 subparcelas en las cuales, y tras retirar la hojarasca, se tomaron muestras de los 10 primeros centímetros, las cuales se mezclaron para obtener una muestra compuesta por parcela. En estas muestras se determinaron los contenidos en b-glucosidasa, ureasa, amidasa, fosfatasa ácida y alcalina y arilsulfatasa. En las cinco subparcelas se realizaron inventarios de la vegetación de altura inferior a 1 m.

Para el análisis de los resultados obtenidos se utilizó un análisis de correspondencias canónicas. Los cuatro primeros ejes de dicho análisis explicaron la mayor parte de la variabilidad total presente en las coberturas de las 29 especies de plantas más importantes en términos de frecuencia y cobertura. Los parámetros físico-químicos del suelo contribuyeron a entender la inercia explicada en mayor proporción que las actividades enzimáticas microbianas. La representación de los resultados en el espacio multivariante separó las especies localizadas sobre sustrato (*Quercus ilex*, *Smilax aspera* o *Rubia peregrina*, típicas de encinares cantábricos) de otras sobre suelos detríticos. En este último grupo se marcó un gradiente de fertilidad, situándose *Agrostis capillaris*, *Solidago virgaurea* o *Hypochoeris radiata* en los niveles más altos de P y materia orgánica, y un gradiente de acidez-basidad, con *Teucrium scorodonia*, *Ulex sp.* o *Pteridium aquilinum* sobre suelos más ácidos y con menor saturación de bases.

En conclusión, el sustrato litológico y las actuaciones antrópicas (preferentemente, abonado) explicaron gran parte de la variabilidad presente en la estructura de la vegetación. Por su parte, al menos a la escala del estudio, las actividades enzimáticas, en estos sistemas seminaturales de gran heterogeneidad espacial, contribuyeron de forma marginal a explicar los patrones de vegetación.

Efecto de la forestación en la dinámica de la materia orgánica y la calidad de un suelo semiárido erosionado en Navarra

Oihane Fernández, Iñigo Virto, Paloma Bescansa, María José Imaz & Alberto Enrique

Área de Edafología y Química Agrícola Dpto Ciencias del Medio Natural Universidad Pública de Navarra Campus Arrosadía s/n31006 Pamplona (España) oihane.fernandez@unavarra.es

El desarrollo rural, la agricultura sostenible y las estrategias de conservación ambiental tienen un peso cada vez mayor en la política agraria de la Unión Europea (PAC). La presente reforma de la CAP (Consejo Europeo de Berlín, 1999) da contenido al modelo agrícola europeo de los próximos años que garantiza “una agricultura multifuncional, sostenible, competitiva y presente en todo el territorio europeo”. La Regulación del Consejo EC 1257/1999 establece en este sentido el marco para el apoyo comunitario al desarrollo rural sostenible, promoviendo varios tipos de medidas agro-ambientales y las políticas de repoblación forestal. La adopción de esta regulación ha llevado al desarrollo de una política de forestación de tierras agrarias en las zonas áridas de Navarra, donde las condiciones climáticas ($P = 380$ mm, ETP = 800 mm) y edáficas (bajo contenido de materia orgánica, fertilidad química y física reducida) hacen el barbecho imprescindible y la agricultura poco o nada rentable. Como consecuencia, una importante zona tradicionalmente dedicada al cereal de secano ha sido forestada en los últimos años.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto de la repoblación forestal en la calidad del suelo, a partir de la monitorización de indicadores precoces de esta calidad, y de las fracciones funcionales de la materia orgánica (C orgánico total, materia orgánica particulada (POM) y C ligado a la fracción mineral (CFM)), en dos parcelas situadas en Fustiñana (Navarra). El suelo desarrollado sobre calizas arcillosas del Terciario, es similar en ambas parcelas, de textura arcillosa, rico en carbonatos, no salino y pobre en materia orgánica y nutrientes. En 2005, una de ellas fue forestada con vegetación arbustiva rastrera (*Pistacia lentiscus*, *Lavandula angustifolia*, *Salvia* sp., *Rhamnus* sp., *Juniperus phoenicea*, *Ephedra fragilis*, *Salsola vermiculata*, *Thymus* sp., *Stipa tenacissima*). Dos años después se tomaron muestras de suelo en las dos parcelas (0-5, 5-15 y 15-30 cm), utilizando la parcela no forestada como control en los parámetros estudiados.

La parcela forestada mostró un incremento significativo de la concentración y del contenido total (stock) de C orgánico en las tres profundidades estudiadas, incluso a pesar de la mayor densidad aparente encontrada en la parcela control. Este incremento se reflejó tanto en un enriquecimiento de la fracción POM, como en la fracción CFM. La estratificación en profundidad del C orgánico fue más importante para la concentración de C en la fracción lábil (C-POM) en la parcela forestada siendo la concentración significativamente más alta en la capa superficial del suelo que en profundidad.

La forestación ha provocado por tanto un enriquecimiento en materia orgánica en el suelo, que está relacionada con el tipo de vegetación arbustiva utilizada, y su incorporación al suelo en forma de residuos vegetales lábiles y a través de los exudados radiculares que liberan. El efecto de la ausencia de labores en la parcela forestada se refleja en el índice de estratificación en profundidad de la fracción C-POM.

Estirpes de rizóbio tolerantes a condições extremas de salinidade, alta temperatura e secura do solo

P. Fareleira*, N. Matos, J. F. Marques & E. M. Ferreira

Laboratório de Microbiologia do Solo, L-INIA, Instituto Nacional dos Recursos Biológicos, I.P., Quinta do Marquês, 2784-505 Oeiras, Portugal. paula.fareleira@oniduo.pt*

O uso da fixação biológica de azoto na agricultura pode constituir uma alternativa viável à aplicação de fertilizantes azotados químicos, cujo emprego, para além de poluente do meio ambiente, se torna factor de agravamento de consumos de energia na produção agrícola. A associação simbiótica entre rizóbio e plantas leguminosas é particularmente eficaz como fonte de azoto fixado por via biológica, podendo contribuir de forma importante para o aumento da fertilidade dos solos e a produtividade agrícola. Os sistemas ambientais mais problemáticos para rizóbio encontram-se em solos marginais, com baixos níveis de matéria orgânica e fraca capacidade de retenção de água, associados a baixos níveis de precipitação e extremos de temperatura. Estas características são frequentes em regiões do sul de Portugal, onde a introdução de estirpes de rizóbio bem adaptadas a sobreviver em situações de agressão edáfica poderá ser intrinsecamente importante, tanto para sistemas de produção em regime de sequeiro, como para sistemas de irrigação sob risco de salinização.

O presente trabalho teve como principal objectivo a selecção de estirpes de rizóbio com boa capacidade de sobrevivência saprofítica em solos afectados por condições extremas de secura, temperatura ou salinidade, com vista à sua futura utilização como inoculantes em sistemas de pastagens de luzernas anuais a introduzir em zonas afectadas por condições ambientais desfavoráveis. Neste âmbito, procedeu-se à caracterização de um conjunto de estirpes provenientes de solos xistosos, calcários e graníticos do Alentejo e de areias da Estremadura, avaliando-se a sua tolerância ao stress hídrico, ao sal e à alta temperatura. As estirpes foram isoladas dos solos pelo método de infecção de plantas, usando como hospedeiro a luzerna anual *Medicago polymorpha* cv. Santiago, e subsequentemente caracterizadas do ponto de vista genotípico com vista à sua identificação como *Sinorhizobium*. A eficácia de fixação de azoto foi avaliada pela massa seca de plantas noduladas. A tolerância à salinidade e à temperatura foi avaliada pela capacidade de crescimento em meio de cultura líquido, suplementado com diferentes concentrações de NaCl (30 mM-1,4 M) ou incubado a alta temperatura (40-45°C), medindo-se o aumento da absorvância a 600 nm. A sobrevivência à secura foi avaliada em suporte de solo previamente esterilizado e sujeito a secagem lenta, contando-se o número de células viáveis durante e após o período de secagem. Das doze estirpes analisadas, quatro mostraram capacidade de crescimento na presença de NaCl em concentrações superiores a 1 M e cinco cresceram quando incubadas a 45°C. Oito estirpes sobreviveram na ausência total de água no solo durante 60 dias, algumas tolerando os efeitos conjuntos da secura e da alta temperatura. A caracterização das estirpes quanto à capacidade de fixação de azoto em *Medicago polymorpha* levou à selecção das mais eficazes e adequadas à nodulação deste hospedeiro e, simultaneamente, resistentes aos diferentes tipos de stress.

Diversidade genotípica de estirpes de rizóbio isoladas de diferentes tipos de solo

P.I. Alves¹, A.C. Dourado¹, J.F. Marques, M.T. Barreto Crespo¹ & P. Fareleira*²

¹ Instituto de Tecnologia Química e Biológica, UNL / Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica, Apartado 12, 2781-901 Oeiras, Portugal

² Laboratório de Microbiologia do Solo, L-INIA, Instituto Nacional dos Recursos Biológicos, I.P., Quinta do Marquês, 2784-505 Oeiras, Portugal. * paula.fareleira@oniduo.pt

Os rizóbios constituem um grupo heterogéneo de bactérias do solo que partilham a capacidade de desenvolver nódulos radiculares em plantas leguminosas, no interior dos quais promovem a conversão de azoto atmosférico em compostos azotados utilizáveis pela planta. O estabelecimento da interação entre rizóbio e a planta hospedeira é um processo complexo e altamente regulado, cuja especificidade é condicionada pelos génotipos de ambos os simbiontes. As populações de rizóbio no solo têm normalmente uma estrutura complexa, que pode ser influenciada por uma série de factores bióticos e abióticos, incluindo características do solo, condições ambientais, barreiras biológicas à permuta de genes ou isolamento geográfico, bem como a disponibilidade de nutrientes ou a presença de plantas hospedeiras. Dado que as estirpes de rizóbio, mesmo quando pertencentes à mesma espécie, podem diferir significativamente quanto à eficácia de fixação de azoto e à competitividade para a nodulação, torna-se importante analisar a diversidade genética das populações no solo e avaliar de que forma pode ser afectada por factores ambientais ou condicionar a preferência para a nodulação de determinados hospedeiros. O desenvolvimento de métodos analíticos eficientes para a avaliação da variabilidade genotípica poderá também auxiliar na identificação de génotipos associados a uma boa capacidade de fixação de azoto com um determinado hospedeiro. Várias técnicas de caracterização genotípica baseadas no uso da reacção em cadeia da polimerase (PCR) têm sido amplamente usadas em estudos sobre a diversidade de comunidades naturais de rizobactérias. Uma dessas técnicas, designada por ERIC-PCR, consiste na detecção de sequências altamente repetitivas de DNA genómico (Enterobacterial Repetitive Intergenic Consensus). O M13-PCR é uma técnica similar mas de utilização menos comum, que se baseia na amplificação de sequências genómicas hipervariáveis utilizando um iniciador específico para uma sequência de DNA do bacteriófago M13, não tendo sido até à data aplicado em análises de diversidade de rizóbio.

Neste estudo, ambas as técnicas de M13-PCR e ERIC-PCR foram usadas para a caracterização genotípica de estirpes de rizóbio capazes de nodular luzernas anuais e provenientes de diferentes zonas litológicas do sul e centro de Portugal (xistos, xistos argilosos, granitos, calcários, rochas eruptivas e areias). As estirpes foram obtidas a partir de nódulos de plantas espontâneas, ou isoladas do solo usando como hospedeiro a variedade comercial *Medicago polymorpha* cv. Santiago. A eficácia de fixação de azoto atmosférico foi avaliada pela massa seca de plantas noduladas, previamente inoculadas com cada uma das estirpes. Após extracção, o DNA genómico de cada estirpe foi amplificado por M13-PCR e ERIC-PCR e os fragmentos de DNA resultantes foram separados em gel de agarose. Os perfis de DNA obtidos por cada técnica foram submetidos a análise aglomerativa pelo método de agrupamento segundo a associação média, usando o software Bionumerics. O agrupamento hierárquico dos perfis de M13-PCR mostrou diferenças significativas entre as estirpes e permitiu o estabelecimento de vários grupos genotípicos, cada um incluindo estirpes com diferentes origens geográficas e provenientes de diferentes tipos de solos. As estirpes com maior eficácia na fixação de azoto tenderam a agregar em grupos bem definidos, mostrando que o método possui um bom poder discriminante a nível da afinidade para o hospedeiro. A análise aglomerativa dos perfis de ERIC-PCR resultou na associação dos isolados em grupos substancialmente diferentes. Os dados produzidos pelos dois métodos foram combinados numa análise integrada, no sentido de obter um maior poder discriminatório na avaliação da diversidade genética das estirpes. Os resultados foram analisados no sentido de estabelecer eventuais relações entre os grupos genómicos, o grau de diversidade e as características dos solos nos respectivos locais de origem.

Dinámica de materia orgánica en el Parque Natural El Hondo

Patricia Córdoba Sola, Ignacio Melendez-Pastor, Jose Navarro-Pedreño & M^a Belén Almendro Candel

Grupo de Edafología Ambiental, Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández de Elche. Av. de la Universidad s/n. Edificio Alcudia. 03202 Elche (España).email: pcordoba@umh.es

En el último medio siglo gran parte de Europa ha sufrido grandes transformaciones del territorio. A corto plazo, los cambios de usos del suelo obedecen sobre todo a factores culturales, políticos y socioeconómicos (Vitousek, 1992).

Los contenidos de carbono en el suelo dependen de los principales factores relacionados con la formación del suelo pero pueden ser fuertemente modificados por los cambios en el uso y el manejo de la tierra (FAO, 2002). En los próximos 25 años, para estimar el potencial de captura de carbono en suelos bajo distintos escenarios será necesario distinguir dos aspectos: cuál es la existencia original de carbono en el suelo y cuáles son los cambios en las existencias de carbono (Batjes, 1999).

Se estudió la variación temporal en los contenidos de materia orgánica en el PPNN El Hondo de Crevillente-Elche para suelos superficiales de carrizal, saladar y cultivos forrajeros. Se realizaron dos muestreos (febrero y abril 2007, época de mayor producción vegetal en este área) en siete zonas del Parque Natural: 1) un carrizal monoespecífico (*Phragmites australis*), 2) un carrizal mezclado con *Juncos sp.* y otros hidrófitos, 3) un saladar bien desarrollado, 4) un campo de cultivo con avena (*Avena sativa*), 5) un saladar asentado sobre cultivos recientemente abandonados, 6) un campo de cultivo con alfalfa (*Medicago sativa*), y 7) un campo de cultivo con avena en el primer muestreo, segado y resembrado en el segundo muestreo.

Se determinó el contenido de materia orgánica mediante el método LOI “Loss-on-ignition” (Konen *et al.*, 2002) y se realizó un análisis de la varianza ANOVA ($p < 0,05$) para estudiar la significancia de los cambios temporales en los contenidos en carbono y el tipo de cubierta presente en cada muestreo.

Los resultados obtenidos para los carrizales (zona 1 y 2) se situaron en torno a 30 g kg^{-1} en el primer muestreo, incrementándose a 45 g kg^{-1} aproximadamente en el segundo periodo de muestreo. El saladar estabilizado (zona 3) mostró un LOI de 26 g kg^{-1} que se mantuvo estable en el posterior muestreo (sin ganancia de materia orgánica). El saladar de la zona 5 mostró un LOI de 18 g kg^{-1} para el primer muestreo, incrementándose a 23 g kg^{-1} en el segundo periodo. Todas las zonas de cultivos mostraron un LOI superior en el segundo muestreo. En la zona 4 se determinó un LOI que varió de 18 a 43 g kg^{-1} , manteniéndose esta tónica para la zona 7 que varió de 31 a 52 g kg^{-1} . Finalmente la zona 6 incrementó su contenido de 30 a 40 g kg^{-1} .

Los resultados del análisis de la varianza ANOVA ($p < 0,05$) indican una evolución similar para los carrizales (1 y 2), determinándose únicamente diferencias significativas para la variación temporal. Los cultivos, mostraron diferencias significativas entre zonas en el primer periodo de muestreo, con mayor similitud entre los suelos de la zona 6 y 7, mientras que en el segundo periodo, se encontraron mayores diferencias entre todos los suelos de los cultivos. Todos aumentaron su contenido de materia orgánica entre muestreos. Para los saladares, no se encontraron diferencias significativas entre sí; ambas cubiertas mostraron un comportamiento similar a lo largo del tiempo siendo zonas de baja productividad vegetal.

La gran diversidad de cubiertas y el uso antrópico de las mismas deja de manifiesto las grandes diferencias espacio-temporales en los contenidos de carbono orgánico de estos suelos y las posibilidades de secuestro de carbono que presentan los distintos medios edáficos. Se pone de manifiesto que en zonas con baja productividad vegetal, el contenido de materia orgánica puede ser estable en el tiempo y fácilmente determinado, como en el caso del saladar, mientras que zonas cultivadas o naturales con elevada productividad muestran una mayor variabilidad, incluso en periodos de tiempo relativamente cortos.

Referencias

- Batjes, N.H. (1999). *Management options for reducing CO₂-concentrations in the atmosphere by increasing carbon sequestration in the soil*. ISRIC. Wageningen, The Netherlands.
- FAO (2002). *Captura de Carbono en los suelos para un mejor manejo en la Tierra*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- Konen, M.E; Jacobs, P.M; Lee Burras, C; Talaga, B.J; Mason, J.A. (2002). Equations for Predicting Soil Organic Carbon Using Loss-on- Ignition for North Central U.S. Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66: 1878-1881.
- Vitousek P.M. (1992). Global environmental change: an introduction. *Annual Review Ecology and Systematics*, 23: 1-14.

Sessão temática 5:

FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DAS
PLANTAS

Mineralização do azoto e do carbono num fluvissoilo submetido a diferentes condições de salinidade e adubação azotada

A. Prazeres, P. Fareira, M.C. Gonçalves & J. C. Martins

Unidade de Ambiente e Recursos Naturais, Instituto Nacional dos Recursos Biológicos, I.P., Quinta do Marquês, 2784-505 Oeiras, E-mail: acoprazeres@hotmail.com

Os efeitos da salinidade e da sodicidade nas propriedades físico-químicas do solo e no crescimento das plantas são processos já muito conhecidos. No entanto, o seu efeito nos processos microbianos do solo permanece relativamente desconhecido. Uma vez que a matéria orgânica e a actividade microbiológica estão concentradas na camada mais superficial do solo, qualquer alteração a este nível poderá ter profundas implicações no sistema solo-planta. Os processos de mineralização da matéria orgânica no solo desempenham um papel chave nos ciclos biogeoquímicos dos elementos e na reciclagem de nutrientes no solo. A mineralização do carbono consiste na oxidação de compostos orgânicos pelos organismos metabolicamente activos do solo e resulta na libertação de CO_2 , constituindo a principal forma de retorno do carbono terrestre à atmosfera. Juntamente com a nitrificação, a mineralização do azoto no solo pode contribuir de forma importante para a produção das formas azotadas assimiláveis pelas plantas. A avaliação destes processos de mineralização pode, não só fornecer indicações sobre o estado fisiológico ou o potencial catabólico das populações microbianas do solo, como ajudar a prever a disponibilidade de nutrientes e auxiliar a gestão da fertilização, no sentido de otimizar a produtividade das culturas e minimizar os efeitos negativos nos ecossistemas e na qualidade ambiental. Embora seja conhecido que a salinidade da água de rega pode afectar a disponibilidade de azoto para as culturas, existem dados contraditórios quanto aos efeitos dos sais na mineralização do azoto, o que sugere a necessidade de estudos mais detalhados.

O presente estudo, efectuado no âmbito do projecto Nitrosal (PTDC/AGR-AAM/66004/2006), teve como objectivo avaliar o efeito de diferentes gradientes de salinidade e fertilização azotada na actividade microbiológica de decomposição da matéria orgânica, através da medição de taxas de mineralização do azoto e do carbono do solo. Os ensaios de campo foram realizados num Fluvissoilo de textura mediana em Alvalade do Sado, onde foi instalado um sistema de rega gota-a-gota em Fonte Tripla Linear que permitiu conjugar diversas combinações de sal e fertilizante azotado numa área reduzida, utilizando o sorgo como cultura demonstrativa. As taxas de mineralização de carbono e de azoto foram quantificadas em amostras de solos (0-10 cm) colhidas no início e no final do ciclo de rega, durante ano de 2007, em quatro modalidades com diferentes combinações de salinidade e fertilização azotada: 1) salinidade máxima ($3,9 \text{ dSm}^{-1}$) e fertilização azotada máxima ($\text{N-NH}_4\text{NO}_3$, 23 gm^{-2}); 2) água de rega não salina ($0,3 \text{ dSm}^{-1}$) e fertilização azotada máxima ($\text{N-NH}_4\text{NO}_3$, 23 gm^{-2}); 3) salinidade máxima ($3,9 \text{ dSm}^{-1}$) sem fertilização azotada; e 4) água de rega não salina ($0,3 \text{ dSm}^{-1}$) sem fertilização azotada. As taxas de mineralização do carbono foram avaliadas pela quantidade de CO_2 produzido por amostras de solo a 70% da capacidade de campo, ao longo de 28 dias de incubação a temperatura controlada. As taxas de mineralização do azoto foram calculadas a partir do aumento do teor em azoto inorgânico nas mesmas amostras e no mesmo período de incubação, quantificando o azoto nítrico e o azoto amoniacal, respectivamente pelos métodos de redução de Cd e de Berthelot, em aparelho de fluxo contínuo segmentado automático.

Os resultados indicam um aumento das taxas de mineralização do carbono no final do período de rega, mais acentuado nos tratamentos sem fertilização azotada, independentemente da salinidade. As taxas de mineralização do azoto revelaram tendência inversa, sofrendo diminuições em todos os casos, à excepção do tratamento com teor máximo de fertilização azotada e sem adição de sal, em que se manteve constante. Os resultados são discutidos em termos da razão C/N e outros parâmetros químicos do solo em cada modalidade de tratamento.

Caracterização de compostos e de materiais orgânicos para a formulação de substratos para viveiros

C. Cunha-Queda¹, M.-C. Morais Forte¹, H.M. Ribeiro¹ & M.H. Almeida²

¹ *Departamento de Química Agrícola e Ambiental,*

² *Departamento de Engenharia Florestal*

Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda 1349-017 LISBOA, PORTUGAL
crisqueda@isa.utl.pt

A turfa é o material orgânico mais utilizado para a preparação de substratos para viveiros. No entanto, é um recurso limitado, não renovável e caro e, por isso a utilização de materiais alternativos à turfa, como compostos ou outros materiais orgânicos é uma opção viável; contudo, estes materiais deverão ter propriedades físicas, físico-químicas, químicas e biológicas adequadas para este uso.

No presente trabalho procedeu-se à caracterização físico-química e biológica de produtos obtidos a partir da compostagem de diferentes resíduos orgânicos, lamas de estações de tratamento de águas residuais (ETAR), fracção orgânica de resíduos sólidos urbanos (RSU), resíduos verdes de parques e jardins. Foram ainda caracterizados outros materiais como pó de cortiça e um substrato utilizado em viveiros.

A caracterização físico-química e biológica foi baseada nos seguintes parâmetros: humidade, matéria orgânica, relação C/N, pH condutividade eléctrica, elementos minerais, estabilidade, actividade respiratória, pesquisa de infestantes e fitotoxicidade (através do índice de germinação e de crescimento).

A apreciação global dos resultados obtidos mostra que composto com maior limitação foi o composto obtido a partir da fracção orgânica de RSU devido ao valor de pH, à elevada condutividade eléctrica e aos baixos valores de índice de germinação e de crescimento verificados. Os compostos que apresentaram maior potencialidade para serem utilizados na formulação de substratos foram os compostos obtidos a partir de lamas de ETAR e de resíduos verdes de parques e jardins.

Gestão da fertilização azotada em couve Penca de Mirandela (*Brassica oleracea*, var. *costata*) recorrendo a fertilizantes que libertam os nutrientes de forma condicionada

Helga Santos, M. Ângelo Rodrigues, Luís Dias & Margarida Arrobas

CIMO – Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal angelor@ipb.pt

A couve Penca de Mirandela foi recentemente certificada e tem sido objecto de promoção pelas autoridades locais com a organização de feiras e concursos. O ciclo cultural típico desta couve inicia-se no Verão com a instalação dos viveiros, sendo a transplantação efectuada no final desta estação. A colheita ocorre próximo do fim do Outono, tendo como pico de consumo a época natalícia. O ciclo cultural deste vegetal torna difícil a gestão da fertilização azotada. As taxas de crescimento mais elevadas, e também as maiores necessidades de azoto, ocorrem no Outono, quando o risco potencial de lixiviação de nitratos é já bastante elevado. Neste contexto, fará todo o sentido equacionar-se o uso de fertilizantes que condicionem a libertação de azoto. Neste trabalho são apresentados resultados de um ensaio de campo com couve tronchuda que decorreu em Bragança, em que se utilizaram fertilizantes que libertam N de forma condicionada: Floranid (Flo) (adubo de libertação lenta, Isodur/IBDU), Basacote (Bas) (adubo revestido por polímero), Entec (Ent) (adubo com inibidor da nitrificação, DMPP). Foi também utilizada ureia e incluída uma modalidade testemunha. Os fertilizantes foram aplicados na dose de 120 kg N ha⁻¹. A ureia foi aplicada integralmente em fundo (Uf) e fraccionada a 50% (Uf+c). Os quantitativos dos outros nutrientes foram ajustados usando adubos simples. Os tratamentos foram dispostos num delineamento experimental completamente casualizado com três repetições. A produção registou diferenças significativas, tendo-se obtido os valores 173, 223, 241, 254, 270 e 307 g/couve, respectivamente nas modalidades T, Bas, Flo, Uf+c, Ent e Uf. A concentração de N nos tecidos e o N exportado seguiram tendência semelhante. O azoto aparentemente recuperado foi de 20, 48, 51, 53 e 56 % nas modalidades Bas, Flo, Ent, Uf e Uf+c, respectivamente. O teor de nitratos no solo durante a estação de crescimento, revelou excessiva variabilidade experimental não discriminando entre tratamentos. A reduzida eficiência de uso do azoto, particularmente de Bas, indica que uma análise mais detalhada ao efeito residual dos fertilizantes será necessária, para se apontarem estratégias adequadas de fertilização desta cultura.

Disponibilidade de azoto resultante da utilização de resíduos orgânicos na fertilização do milho

J. P. Carneiro¹, J. J. Freire², J. Coutinho³ & H. Trindade⁴

¹ Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade (CERNAS) - Escola Superior Agrária de Castelo Branco, Q^{ta}. da Sra de Mércules, Ap. 119, 6001-909 Castelo Branco, jpc@esa.ipcb.pt

² Escola Superior Agrária de Castelo Branco, Q^{ta}. da Sra de Mércules, Ap. 119, 6001-909 Castelo Branco

³ Centro de Química - UTAD, Ap. 1013, 5001-801 Vila Real

⁴ Centro de Investigação e Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas (CITAB) - Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, Ap. 1013, 5001-801 Vila Real

Na camada 0-15cm de um Fluvissole, e durante o ciclo cultural de milho destinado à produção de silagem, foi avaliada a evolução dos teores N mineral e acompanhada a cinética de mineralização proporcionadas por diferentes resíduos orgânicos (lamas de depuração urbanas - Ldep, compostado de resíduos sólidos urbanos - RSU e chorume de bovinos - Ch) utilizados na fertilização da cultura. Para além dos tratamentos com incorporação de resíduos, foi considerada uma modalidade em que se praticou uma adubação tradicional (Ad trad), e outra em que não se procedeu a qualquer aplicação de fertilizantes (Controlo). Deste modo, foi instalado um ensaio de campo compreendendo 5 tratamentos, cada um com 3 repetições, tendo-se utilizado talhões de 45 m². Os resíduos foram aplicados numa quantidade equivalente a 170 kg N ha⁻¹, as mesmas unidades de N doseadas na fertilização tradicional, as quais foram aplicadas com adição de adubo na forma de sulfato de amónio, em fundo, e de nitroamoniaco em cobertura (90 e 80 kg N ha⁻¹, respectivamente). Para a determinação dos teores e formas de N mineral no solo, e da mineralização/imobilização verificada entre início de Junho e de Setembro, foram efectuadas 7 amostragens e 7 incubações *in situ*, recorrendo-se para este último efeito a frascos de vidro enterrados junto ao local do ensaio.

Até à realização da adubação de cobertura na Ad trad, as lamas de depuração permitiram a ocorrência de teores de N mineral semelhantes ($P > 0,05$) aos proporcionados pela utilização de adubo mineral (cerca de 50 mg N kg⁻¹ solo seco), tendo contribuído para tal resultado as diferentes unidades de N aplicadas em fundo, em ambas as situações. Aproximadamente 50 dias após o início do ensaio, os teores determinados na Ldep já não eram superiores aos medidos no Controlo (3-4 mg N kg⁻¹ solo seco). Com a utilização de chorume observou-se, durante o 1º mês, uma disponibilidade de N mineral próxima de 50% da conseguida na Ad trad, enquanto que com a incorporação de compostado de RSU, a disponibilidade de N em formas absorvíveis, ao longo de todo o ensaio, foi sempre muito próxima da verificada na modalidade Controlo (< 16 mg N kg⁻¹ solo seco).

A incorporação de resíduos promoveu o processo de imobilização em determinados períodos, tendo-se registado uma mineralização líquida mais acentuada entre os 20 e os 40 dias de ensaio. Nesse período, e em relação ao Controlo, registaram-se valores de mineralização líquida superiores com a incorporação de resíduos, em 5, 7 e 10 mg N kg⁻¹ solo seco, na RSU, Ch e Ldep, respectivamente. Os valores de mineralização líquida aparente medidos com a utilização dos diferentes resíduos orgânicos foram quase sempre negativos durante o ensaio, de forma particularmente evidente quando se incorporou compostado de RSU. No final, os valores apurados foram de -4, -10 e -26 mg N kg⁻¹ solo seco, na Ldep, Ch e RSU, respectivamente, resultados que indiciam a necessidade de ter que decorrer mais tempo de incorporação para que a transformação do N orgânico destes produtos venha a ocorrer de forma mais expressiva, mesmo quando incorporados à sementeira de uma cultura de Primavera-Verão regada.

Trabalho parcialmente suportado pela FCT (SFRH/BD/29808/2006) e pelo projecto POCTI/AGG/46559/2002

Adubos revestidos de microrganismos benéficos aumentam a eficiência da adubação química

João Castro Pinto

CUF – Adubos de Portugal. Apartado 88. 2616-907 Alverca do Ribatejo. Portugal. castropinto@cuf-adp.pt.

O revestimento de adubos químicos granulados com microrganismos benéficos previamente isolados do solo, é um novo conceito de adubação que resulta de 4 anos de experimentação da CUF – Adubos de Portugal. Os microrganismos benéficos estabelecem uma forte sinergia com os nutrientes dos adubos, interagem com as raízes das plantas, e transformam a matéria orgânica do solo em húmus. O resultado directo dos adubos revestidos de microrganismos benéficos é uma maior disponibilidade de nutrientes na solução do solo, o que provoca uma maior desenvolvimento radicular e o conseqüente aumento da exsudação de açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos para a rizosfera, cuja energia estimula toda a vida microbiana do solo. Esta vida microbiana activada faz aumentar não só a disponibilidade de nutrientes, como também liberta fitohormonas e substâncias indispensáveis à fisiologia vegetal – auxinas, citocininas, flavonóides, vitaminas, etc. – que estimulam o crescimento das raízes, e contribui activamente para a supressão de agentes patogénicos do solo. Simultaneamente, a população de microrganismos benéficos intervém directamente nos processos de decomposição da matéria orgânica e formação de húmus, com os inerentes benefícios ambientais: estabilização do pH, prevenção da lixiviação de nutrientes para os lençóis de água subterrâneos, quelatização de metais pesados, etc. Os adubos revestidos de microrganismos benéficos, são mais eficazes porque 1) Os seus nutrientes são mais absorvidos pelas plantas, 2) Têm menores perdas no solo, 3) Os microrganismos benéficos têm uma acção directa no desenvolvimento radicular e vegetativo das culturas, proporcionado plantas melhor nutridas, mais vigorosas e produtivas, 4) Originam maiores produções comparativamente com adubos similares sem microrganismos benéficos, 5) Permitem a utilização de menores doses de adubo.

Existem dois tipos de microrganismos benéficos para revestirem adubos químicos, em função da sua formulação. Os adubos contendo fosfatos naturais parcialmente solubilizados são impregnados por uma solução que contém 68 espécies diferentes de microrganismos benéficos, bioestimulantes e compostos bioquímicos. Os adubos à base de fosfatos naturais de Gafsa são revestidos por um concentrado de bactérias solubilizadoras do fósforo do género *Pseudomonas putida*. Os benefícios agrónómicos dos adubos revestidos de microrganismos benéficos, são comprovados por diversos resultados dos ensaios de campo. A título de exemplo, registam-se os aumentos de produção proporcionados pelos adubos Fertifos impregnados de microrganismos benéficos - cenoura (Alcochete, 2005): 3,7 t/ha (+4%); cenoura (V.N.M.Fontes, 2007): 7,3 t/ha (+13%); batata (Montijo, 2005): 7,5 t/ha (+36%); batata (Cantanhede, 2006): 6,0 t/ha (+28%); batata (Montijo, 2007): 2,9 t/ha (+7%) – e os aumentos de produção dos adubos Fertigafsa revestidos de bactérias solubilizadoras de fósforo – cevada (Aljustrel, 2006): 0,13 t gão/ha (+3%); triticale (Elvas, 2006): 0,4 t m.s./ha (+13%); forragem (Alvalade, 2006): 0,7 t m.s./ha (+7%); forragem (Mont.-O-Novo, 2006): 0,3 t m.s./ha (+4%); forragem de gramíneas (Zambujeira, 2007): 0,7 t m.s./ha (+17%); pastagem (Mora, 2006): 0,3 t m.s./ha (+3%); batata (Montijo, 2005): 3,2 t/ha (+16%). Na maioria destes ensaios verifica-se um aumento dos teores de nutrientes na matéria seca da biomassa produzida, e maiores extracções de azoto, fósforo e potássio, fruto da maior eficiência da adubação.

Compostagem da fracção sólida do chorume com palha de azevém (*Lolium multiflorum* L.) e com tojo (*Ulex europaeus* L.)

L. M. Brito¹, A. L. Amaro¹, I. Mourão¹ & J. Coutinho²

¹ Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima Tel: (+351) 258 909 740 Fax: (+351) 258 909 77 E-mail: miguelbrito@esapl.pt

² Centro de Química, Dep. Edafologia, Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro, ap. 1013, 5000-911 Vila Real

A separação do chorume das explorações leiteiras, em sólidos e líquidos, e a compostagem da fracção sólida (FSC), pode ser um método de tratamento do chorume eficaz, económico e adequado ao ambiente, com a vantagem de se obter um composto estabilizado, com isenção de odores ou microrganismos patogénicos, de fácil manuseamento e, portanto, com elevado valor comercial. No entanto, para se obter um composto da FSC de elevada qualidade, com baixos riscos ambientais durante a compostagem, são necessários avanços tecnológicos que permitam garantir a higienização do composto, através de elevadas temperaturas durante a fase termófila da compostagem e, simultaneamente, reduzir ao mínimo a necessidade de arejamento, e assim, diminuir os riscos de volatilização de amoníaco, e de outros gases azotados. Com este propósito, a FSC de uma exploração de pecuária leiteira intensiva foi compostada com adição de doses crescentes (0%, 25%, 33% e 50% v/v) de palha de azevém (*Lolium multiflorum* L.) e de tojo (*Ulex Europaeus*), em pilhas estáticas, com apenas três revolvimentos, respectivamente aos 28, 56 e 112 dias de compostagem, para avaliar o efeito da mistura destes resíduos vegetais com a FSC, no processo de compostagem e nas características dos compostos finais. As temperaturas no centro das pilhas e do ambiente exterior foram medidas em cada minuto com termístores e registaram-se os valores médios horários. Realizaram-se oito colheitas de quatro amostras individualizadas por cada pilha para análise química, nos seguintes dias de compostagem: 0, 14, 28, 56, 84, 112, 140 e 168. A temperatura aumentou no tratamento só com FSC até à temperatura máxima diária de 65 °C, alcançada após o primeiro revolvimento da pilha. No entanto, as temperaturas máximas foram alcançadas muito mais cedo, e foram mais elevadas, nas pilhas com palha ou tojo, registando-se 68 °C numa pilha com palha (25% v/v) e 74 °C numa pilha com tojo (33% v/v). O teor inicial de humidade da FSC (74,6%) diminuiu com a adição das doses crescentes de tojo ou palha de azevém durante o processo de compostagem. No entanto, o teor de humidade foi superior a 40% em todas as pilhas até 84 dias de compostagem, não tendo sido necessário, por isso, proceder a qualquer operação de rega das pilhas. O pH foi sempre alcalino, variando, para o conjunto das 7 modalidades de compostagem, entre o máximo de 9 e o mínimo de 7,5. O teor inicial de MO (respectivamente: 909, 895 e 962 g kg⁻¹ para a FSC, a palha e o tojo) diminuiu em todas as pilhas até um valor mínimo de 784 g kg⁻¹, alcançado na pilha exclusivamente com a FSC após 168 dias de compostagem. Mais de metade da MO das pilhas foi mineralizada num período de 2 meses de compostagem, mais rapidamente nas pilhas com tojo. No final da compostagem, a mineralização ultrapassou 600 g kg⁻¹ na pilha exclusivamente com a FSC sendo este valor inferior nas pilhas com palha de azevém em comparação com tojo. Apesar da adição destes materiais às pilhas de compostagem da FSC ter aumentado as taxas de mineralização, provavelmente porque contribuíram para uma maior difusão do oxigénio para o interior da pilha, a MO potencialmente mineralizável e o teor de N nos compostos finais foram inferiores. Durante a compostagem, o teor de N na matéria seca aumentou com a diminuição da MO, de forma curvilínea, entre o mínimo de 13 g kg⁻¹ na pilha com a FSC sem mistura, no início da compostagem, até ao valor máximo absoluto de 36 g kg⁻¹ alcançado no final da compostagem, também nesta pilha. A razão C/N das misturas com FSC diminuiu de forma semelhante para todas as pilhas, desde valores iniciais de 32 a 38, até valores de 12 a 16 no final da compostagem. A baixa temperatura, a baixa razão C/N e a baixa concentração de NH₄⁺, em combinação com o aumento da concentração de NO₃⁻ dos compostos finais, indicaram que estes estavam estabilizados. O elevado teor de MO (784-832 g kg⁻¹) e de N total (28-35 g kg⁻¹) e a baixa condutividade eléctrica (72-116 mS m⁻¹) sugerem que os compostados da FSC podem ser utilizados como correctivos orgânicos do solo com benefícios agrónómicos e ambientais. Apesar de este estudo mostrar que a FSC pode ser compostada sem qualquer mistura com outros materiais, a utilização de palha e de tojo contribuiu para melhor garantir a higienização do compostado.

Indicadores de fertilidade e de contaminação por metais pesados e microrganismos fecais em solos sob pastagem no Alentejo, por aplicação de lama residual urbana e fertilização mineral

M.G. Serrão¹, J.C. Martins¹, P. Fareleira¹, M.A. Castelo Branco¹, A. Varela¹, H. Domingues¹, M. Fernandes¹, F.P. Pires¹, A. Guerreiro¹, J.B. Ramos¹ & A.M. Campos²

¹ L-INIA, INRB, I.P., Quinta do Marquês, Av. da República, 2784-505 OEIRAS. E-mail: gserrao@netcabo.pt

² DRAPAL, Quinta da Malagueira, Apartado 83, 7001 ÉVORA

Avaliaram-se os efeitos da aplicação de lama residual urbana (LRU), de tratamento secundário, e da fertilização mineral, durante três ciclos culturais (2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007) de pastagens, em alguns indicadores de fertilidade e de contaminação do solo com metais pesados e bactérias de origem fecal, em dois Campos experimentais, localizados na Herdade do Revez (Aljustrel) e na Herdade da Criméia (Ourique). Os solos pertencem às famílias Px e Ex, no Campo do Revez, e à família Sr, no Campo da Criméia. O esquema experimental foi em *split-plot*, com dois grandes talhões, correspondentes a dois tipos de pastagem (natural - PN e semeada - PS), subdivididos, no Campo do Revez, em três talhões de 0,5 ha, referentes a três tratamentos (sem fertilização, aplicação de LRU e adubação) e, no Campo da Criméia, em quatro talhões de 0,5 ha, relativos a quatro tratamentos (sem fertilização, aplicação de LRU, aplicação de LRU+calagem e adubação+calagem). No Campo do Revez, aplicaram-se cerca de 13 t/ha de uma mistura de LRU de duas ETAR (Alvito e Vila Nova de Baronia) e no Campo da Criméia, aplicaram-se cerca de 7 t/ha da LRU da ETAR de Ferreira do Alentejo. Nas três LRU, os teores de metais pesados eram inferiores aos valores-limite impostos pela legislação. A adubação, à instalação das pastagens, incluiu N, P, K, Zn e Mo, em ambos os Campos, e também Cu no da Criméia. No final de 2006, aplicou-se P e K. A mistura de sementes integrou espécies de leguminosas anuais e de gramíneas vivazes. As pastagens foram pastoreadas com 6 ovinos/talhão, nos três anos, no Campo do Revez, e apenas em 2006 e 2007, no Campo da Criméia. Entre 2004 e 2007, colheram-se amostras compósitas de terra (0-15/20 cm), nos talhões dos Campos, antes da aplicação dos fertilizantes (Setembro 2004) e cerca de um mês e meio, um ano, dois anos e cerca de três anos após a incorporação dos mesmos no solo. Os valores de pH em água e teores de M.O. total, N total, P e K “assimiláveis”, cátions de troca, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn total (extraíveis por água régia) e Cu e Zn “assimiláveis” foram comparados estatisticamente. Efetuou-se a prospecção de indicadores de contaminação fecal (bactérias coliformes e *Enterococcus*) em 6 amostragens de terra (0-5/10 cm), nos dois Campos, nas modalidades (mod.) com e sem aplicação de LRU. Compararam-se os efeitos significativos da interação dupla Tipo de pastagem x Tratamento de fertilização, na média das datas de amostragem, nos teores de M.O. total, P Riehm e Mg de troca dos solos dos dois Campos, nos teores de K Riehm e K de troca, no Campo do Revez, e no valor de pH, no Campo da Criméia. No solo do Campo do Revez, os maiores acréscimos induzidos pela LRU nos teores de N total e Mg de troca e os aumentos resultantes da adubação nos teores de K Riehm e de K de troca estão de acordo com as diferenças nas quantidades dos nutrientes N, K e Mg veiculadas ao solo pela LRU e pela adubação. No Campo da Criméia, a aplicação da LRU, associada à do correctivo, incorporou mais N, Ca, Mg, Cu e Zn ao solo do que a adubação mais calagem, enquanto o P e o K foram adicionados em quantidades inferiores. A calagem elevou, em ambos os tipos de pastagem, o pH médio para níveis próximos de 6, sendo o maior incremento registado na mod. PS+LRU+Calagem. Os maiores acréscimos induzidos pela LRU no teor de M.O. total de ambos os solos, em relação à adubação, explicam-se pela quantidade elevada de M.O. contida na dose utilizada. O maior efeito da LRU, em relação à adubação, no teor de P “assimilável”, no Campo do Revez, e os aumentos similares de P “assimilável” com adubação e aplicação da LRU, no Campo da Criméia, podem atribuir-se à presença nas LRU de formas solúveis de P em quantidades apreciáveis e à mineralização de compostos orgânicos de P ao longo do tempo. Em ambos os Campos, os teores totais de metais pesados no solo foram, em todas as amostragens, inferiores aos valores-limite legislados. No Campo do Revez, os valores mais elevados de Cu “assimilável”, embora adequados, ocorreram nas mod. onde se aplicou LRU, enquanto, no Campo da Criméia, foi a adubação

efectuada que induziu os maiores incrementos. Os teores de Zn “assimilável”, no Campo do Revez, subiram para níveis adequados pela adubação, e para níveis altos pela aplicação de LRU. No Campo da Criméia, os teores de Zn “assimilável” foram muito baixos, ao longo do período experimental, nos dois tipos de pastagem. O Zn veiculado pelo adubo teve um efeito no solo mais imediato do que o fornecido pela LRU. A aplicação das LRU aos solos dos Campos induziu aumentos imediatos dos níveis populacionais dos microrganismos indicadores de contaminação fecal, relativamente aos talhões sem fertilização, nos dois tipos de pastagem, sugerindo contaminação do solo por bactérias entéricas. Porém, as colheitas seguintes revelaram decréscimos progressivos das populações dos indicadores nas mod. em que o resíduo foi adicionado, atingindo níveis idênticos aos observados nas respectivas testemunhas.

Cambios en los contenidos de Cu y Zn en diferentes suelos del área metropolitana de A Coruña (NO España) debidos a la adición de compost

P. Sande Fouz, J.M. Mirás Avalos, A.I. Roca Fernández & E. Vidal Vázquez

¹ *Facultad de Ciencias. Universidade da Coruña. Campus A Zapateira s/n. 15071 A Coruña, España. E-mail: psande@udc.es*

La aplicación de compost y otros productos orgánicos mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo. Sin embargo, existe la necesidad de minimizar los efectos negativos de estos compuestos orgánicos en el medio ambiente. Además, la fertilización orgánica y mineral aportan sistemáticamente determinados metales pesados a los suelos agrícolas. En las áreas con una carga ganadera importante, Cu y Zn son incorporados regularmente al suelo mediante el abonado orgánico y el pastoreo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la adición de compost sobre los contenidos en Cu y Zn de diferentes suelos del área metropolitana de A Coruña (NO España).

Las muestras se recogieron en 49 parcelas durante los años 2000 y 2001, a 20 de estas parcelas se les añadió compost procedentes de residuos sólidos urbanos y al resto no. El contenido total de estos elementos se midió por dos técnicas: una semicuantitativa, fluorescencia de rayos X, con el equipo SIEMENS SRS 3000 y otra cuantitativa después de la digestión ácida con ácido nítrico y determinación posterior mediante espectrometría de masas plasma, ICP-MS, usando el equipo Plasmaquad II. La disponibilidad de estos elementos se evaluó mediante extracción con el agente quelante DTPA y la solución ácida Mehlich-3 y la determinación se llevó a cabo por ICP-MS empleando el equipo Plasmaquad II.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con y sin compost en cuanto a los contenidos de Cu y Zn disponibles determinados tras extracción con DTPA. Sin embargo, si se observaron diferencias cuando estos elementos se habían estimado tras extracción con Mehlich-3. Los contenidos totales de Cu y Zn presentaron un amplio rango de variación, en algunos casos llegaron a superar los valores de referencia. Además, se puso de manifiesto una correlción significativa entre los contenidos de Cu y Zn. Estos resultados sugieren que tanto Cu como Zn han podido ser añadidos paulatinamente durante muchos años con la fertilización orgánica tradicional, de forma diferencial. Los valores medios de Cu y Zn extraídos con el agente quelante DTPA fueron más elevados en los suelos con compost. Por el contrario, en los suelos con compost, la solución Mehlich-3 extrae por término medio un contenido más elevado de Cu y Zn que el agente quelante DTPA.

Painéis

Desorción de fósforo en un suelo de olivar con repetidas aplicaciones de alperujo

A. López-Piñero¹, A. Albarrán², J.M. Rato³, D. Cabrera¹, S. Flores¹, D. Peña¹ & S. Fernández¹

¹ Área de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura. Avda de Elvas S/N 06071, Badajoz (España). pineiro@unex.es

² Área de Producción Vegetal. Escuela de Ingenierías A. Universidad de Extremadura. Ctra de Cáceres S/N, 06071, Badajoz (España)

³ Escola Superior Agraria de Elvas, Instituto Politécnico de Portalegre (Portugal). Av. 14 de Janeiro, S/N 7350-903, Elvas (Portugal)

La pérdida de materia orgánica es una de las principales formas de degradación que presentan los suelos de olivar. El hecho de que las almazaras se sitúen próximas a los olivares, con el consiguiente ahorro en transporte, convierte a este tipo de explotación en idónea para el aprovechamiento agronómico del alperujo y sus derivados. Desde un punto de vista ambiental y de manejo de nutrientes es importante conocer la influencia que la aplicación continuada de enmiendas orgánicas ejerce en la desorción del fósforo (P). El objetivo de este trabajo es determinar el impacto que la aplicación continuada (5 años) de alperujo ejerce sobre la desorción de fósforo en un suelo degradado de olivar. Las muestras utilizadas proceden de una experiencia desarrollada en un olivar con dos tratamientos (0 y 60 Mg ha⁻¹). Se han considerado nueve tiempos de desorción (0.5, 1, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h) y cinco relaciones líquido/sólido (20, 60, 120, 240 y 480). Para ambos tratamientos en un periodo de extracción dado, la cantidad de P desorbida incrementó en función de la relación líquido/sólido. Se concluye que en fuertes periodos de lluvia o con una excesiva aplicación de agua de riego, la cantidad de P desorbida en los suelos con repetidas aplicaciones de alperujo puede representar hasta diez veces más que la producida en los que no incorporan dicha enmienda, incrementándose el riesgo de pérdidas de P por escorrentía o lixiviación.

Produção, azoto exportado e azoto residual no solo em alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em vasos quando sujeita à aplicação de vários fertilizantes que retardam a libertação de azoto

André Perotto¹, Margarida Arrobas², Luís Dias², Sérgio Ruivo², Helga Santos², Antónia Cordeiro², Isabel Ferreira², Norberto Bonifácio² & M. Ângelo Rodrigues²

¹ *Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.*

² *CIMO – Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal angelor@ipb.pt*

As marcas comerciais de fertilizantes ‘especiais’ têm aumentado muito na última década. Este aspecto tem vantagens, pois ficam disponíveis mais soluções fertilizantes para os diferentes condicionalismos agroecológicos. Contudo, uma excessiva proliferação de marcas dificulta o trabalho dos técnicos e agricultores, na medida em que nem sempre é fácil encontrar informação sobre estes fertilizantes para além daquela que fornece a empresa que os comercializa. O sector hortícola é particularmente visado no marketing das empresas de fertilizantes ‘especiais’. Neste trabalho apresentam-se resultados de um ensaio em vasos em que foram usados fertilizantes que libertam os nutrientes de forma condicionada: Floranid (Flo) (adubo de libertação lenta, Isodur/IBDU); Basacote (Bas) (adubo revestido por polímero); Entec (Ent) (adubo com inibidor da nitrificação, DMPP); Fertigran (Fer) (orgânico com 50 % de matéria orgânica e 3,5 % N); e Nitrolusal (Nit). De cada fertilizante foram usadas doses equivalentes a adubações de 60 e 120 kg N ha⁻¹. Foi também incluída uma modalidade testemunha (T). De cada tratamento foram incluídas seis repetições. Os quantitativos dos outros nutrientes foram ajustados usando adubos simples. A produção de alface variou significativamente entre 1.4 e 5.4 g MS/planta, nas modalidades T e Flo a 120 kg N ha⁻¹. Os adubos Flo e Ent tiveram comportamento semelhante a Nit, dando indicação de que podem ser usados em culturas de ciclo curto. A produção no tratamento Bas, na dose de 120 kg N ha⁻¹, foi de 2,2 g MS/planta, valor superior a T, equivalente a Fer mas muito inferior a Nit, Ent e Flo. Basacote disponibilizou pouco N, não sendo um fertilizante apropriado para culturas de ciclo curto. Os indicadores clorofila SPAD, teor de N nos tecidos, N exportado e N aparentemente recuperado (NAR) estiveram em consonância com os resultados da produção de alface. Os valores máximos e mínimos de NAR foram obtidos com Nit (79,9 %) e Bas (11 %), respectivamente. A concentração de nitratos no solo, três meses após o fim do ciclo, foi significativamente mais elevada em Bas relativamente a T, mas não foi superior aos restantes fertilizantes.

Estudio de la aplicación de SPCH como fertilizante y enmienda orgánica en un suelo vitícola.

C. Larrieta¹, N. Gómez², F. Pavón², N. Domínguez², A. Benito², M. Pérez², E. García-Escudero², J. M^a Martínez¹ & I. Martín^{1*}

¹ Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agroalimentario de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Gobierno de La Rioja). Ctra. Logroño-Mendavia NA-134 Km. 87.8. Finca Valdegón. Apdo. de correos 433. 26071 Logroño (La Rioja). España. suelos.cida@larioja.org; * nutricion.cida@larioja.org

² Centro Tecnológico de Investigación del Champiñón. Ctra. De Calahorra, Km. 4. 26560 Autol (La Rioja). Correo de contacto: direccion@ctich.com

En la actualidad, La Rioja genera anualmente 306.000 Tm de sustrato postcultivo de champiñón (SPCH), los cuales se han estado acumulando en vertederos, habitualmente a cielo abierto, y donde la lixiviación producida es una fuente de contaminación de aguas subterráneas. En la agricultura actual se están utilizando ampliamente diversos tipos de SPCH para mejorar las características físicas del suelo y reponer las pérdidas de materia orgánica, aumentar la disponibilidad de fósforo y potasio intercambiable, así como mejorar la capacidad de retención de agua y la porosidad del suelo.

En este trabajo se evalúa la aplicación anual de SPCH como enmienda orgánica y/o fertilizante para la viticultura. El SPCH puede utilizarse tras el cultivo de champiñón, previa limpieza de plásticos, o ser sometido a un proceso de compostaje durante 90 días, tiempo en el que es volteado frecuentemente en condiciones aerobias, se adiciona madera como estructurante y finalmente se criba para desmenuzarlo y homogeneizarlo con la eliminación del estructurante que no haya sido incorporado al material en ese tiempo. El resultado es un material orgánico más estabilizado, homogéneo y cuyas características físicas permiten un mejor manejo de cara a la aplicación.

Se lleva a cabo un diseño experimental con tres bloques y cinco tratamientos en un *Haploxerepts típico* situado en La Rioja (España). Se estudia la aplicación de dos tipos de SPCH: [F: SPCH "Fresco", sin tratamiento tras su utilización, R: SPCH Recompostado tras su uso] y tres cantidades netas [T: 0 kg·ha⁻¹, F08 y R08: 8.000 kg·ha⁻¹ y F25 y R25: 25.000 kg·ha⁻¹ (material seco)]. El estudio se realiza en una parcela de *Vitis vinifera cv. Tempranillo* injertada sobre Richter 110 de dieciséis años de edad y 3.135 vides·ha⁻¹. Se evaluó la distribución en el perfil del suelo de materia orgánica mediante el método Walkey y Black, N (N-org + N-NH₄⁺) mediante el método Kjendhal, pH, conductividad eléctrica (C.E.) en extracto 1:5, la fracción extraíble de P, K⁺, Na⁺, SO₄²⁻, Fe, Mn, Cu, Zn, y B mediante el método Mehlich III y Ca²⁺ y Mg²⁺ según el método COHEX. La determinación posterior se realiza con ICP-OES. Los resultados se analizaron estadísticamente mediante un análisis general de varianza (ANOVA) para un factor y un test de Duncan a p<0,05 de separación de medias.

Efeito da aplicação ao solo de água-ruça, bagaço de azeitona e um composto sobre os teores de azoto total e mineral e carbono orgânico

C.M. Sempiterno & R.M. Fernandes

INRB – ex- Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Tapada da Ajuda, Apartado 3228, 1301-903 Lisboa, e-mail: csempiterno.lqars@mail.telepac.pt

A indústria de extracção de azeite gera grandes quantidades de águas-ruças e de bagaços susceptíveis de produzir efeitos negativos no meio ambiente. Existem várias soluções para o tratamento/valorização destes resíduos dos lagares, mas não existe uma solução óptima. O melhor processo depende de muitos factores, e das condições específicas de cada local. A aplicação ao solo, em bruto ou após um processo de compostagem, poderá assegurar um destino final para estes resíduos e ao mesmo tempo permitir a valorização agrícola de alguns dos seus componentes.

Neste estudo, avaliaram-se os efeitos da aplicação ao solo de uma água-ruça e de um bagaço provenientes de um lagar com sistema de extracção de três fases, bem como de um composto resultante da mistura destes subprodutos com outros resíduos vegetais de origem diversa (agrícola e jardins) sobre os teores de azoto total, nítrico e amoniacal, de carbono orgânico e sobre a relação C/N no solo. Estabeleceram-se dois ensaios em vasos utilizando dois solos de características físico-químicas distintas: um Cambissolo calcárico - CMca e um Cambissolo dístrico - CMdy. Os ensaios foram delineados em blocos completos casualizados com três repetições, considerando dez tratamentos experimentais: uma testemunha e três níveis de aplicação de cada um dos três produtos mencionados, equivalentes a 80, 160 e 240m³/ha.

Os resultados obtidos revelaram que a aplicação de bagaço e de composto ao solo provocou um aumento significativo ($p \leq 0,05$) nos teores de carbono orgânico, de azoto total e também na razão C/N de ambos os solos. A aplicação de água-ruça e de bagaço provocou um decréscimo significativo ($p \leq 0,05$) nos teores de azoto nítrico no Cambissolo calcárico, mas, o mesmo não se verificou quando se aplicou o composto. Os resultados sugerem que, a técnica da compostagem poderá ser benéfica relativamente ao bagaço e à água-ruça dado que o produto obtido não apresenta o problema de reduzir o teor de azoto no solo disponível para as plantas e conduz a um enriquecimento do solo em matéria orgânica.

Influência da rega gota-a-gota enterrada com e sem a introdução de ar na humidade do solo, no azoto nítrico disponível e na produção de alface em estufa

Carina Rejane Pivetta¹, Rui Manuel Machado², Arno Bernardo Heldwein¹, Leandro Dalbianco³ & Maria do Rosário G. de Oliveira²

¹ Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul - Brasil (crpivetta@bol.com.br)

² Instituto de Ciências Agrárias Mediterrânicas, Universidade de Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal.

³ Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul - Brasil.

A injeção de ar no solo, através da rega gota-a-gota enterrada, pode favorecer a respiração das raízes e a actividade microbiológica do solo, melhorando a nitrificação e proporcionando consequentemente a formação de um microambiente mais favorável ao crescimento das plantas. Este trabalho teve como objectivo estudar a influência da rega gota-a-gota enterrada, a 10 cm de profundidade, com e sem injeção de ar, na humidade do solo, na disponibilidade de azoto nítrico e na produção de alface cultivada em estufa. Para o efeito realizou-se um ensaio em blocos casualizados com dois tratamentos (rega gota-a-gota enterrada com e sem introdução de ar) e quatro repetições. Para a introdução de ar utilizou-se um injectador "Mazzei". O ensaio decorreu numa estufa da herdade experimental da Mitra da Universidade de Évora, com plantas de alface da variedade "Mention", com cerca de 40 dias, transplantadas com raiz protegida. Semanalmente, foram aplicados em fertirrega 0,560g/m² de azoto. O teor de humidade à superfície (0-5 cm) não foi afectado pelos tratamentos e, com excepção do período inicial, apresentou níveis próximos ou iguais a zero. Os teores médios de NO₃⁻-N na profundidade de 10 a 20 cm tenderam a ser mais elevados no tratamento com injeção de ar. Aos 38 dias, após a transplantação, os níveis médios de NO₃⁻-N foram de 14,87 e 8,20 ppm respectivamente, no tratamento com e sem a introdução de ar. Na condição do ensaio a produção comercial não foi significativamente afetada pelos tratamentos.

Palavras chave: rega gota-a-gota enterrada, introdução de ar, azoto nítrico, *Lactuca sativa* L.

A fertilização e a produção sustentada de *Eucalyptus globulus*

Carlos Arruda Pacheco¹, Ana Costa Dias¹ & José Tomé²

¹ Dep. Ciências Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa E-Mail: capacheco@isa.utl.pt

² Dep. Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia.

Num campo experimental de *Eucalyptus globulus*, localizado no centro de Portugal (Coruche), seleccionámos os compassos 2x1, 3x3 e 4x4 e o clone CA19 para a realização dos estudos relativos à fertilização, teores em C, N, P e K no solo e na folhada. Para o efeito, ao longo de 9 anos, monitorizámos as parcelas de estudo tendo uma recebido 6 meses após plantação, uma adubação suplementar de cobertura com incorporação no solo superficial de 100-150-150 kg/ha de N-P-K. A outra parcela, com os mesmos compassos, não recebeu esta adubação suplementar. Regularmente a empresa proprietária fertilizava, por via aérea, toda a plantação.

Os solos são derivados de arenitos muito heterogéneos quanto à granulometria dos minerais quartzosos e ao grau de cimentação destes por óxidos de ferro, apresentam ainda bolsadas ou apenas veios de material mais fino, estes muito favoráveis à penetração de raízes nas camadas litológicas. Podem classificar-se como Antrossolos atendendo às profundas alterações provocadas no perfil do solo pelo arranque dos cepos do eucaliptal e subsolagem profunda do solo (ca 0,7 m), a qual antecedeu a nova plantação.

Dezoito meses após a plantação, iniciámos a monitorização dos teores em nutrientes e carbono tendo, para o efeito, subdividido a espessura do solo de 0,6 m em 3 camadas de igual profundidade. Em cada uma das sub-parcelas seleccionadas foram obtidas 10 amostras, sendo cada uma delas formada pelo material – solo resultante de 3 sondagens ($\varnothing = 60$ mm) realizadas ao longo de 1 m linear e equidistantes de 0,5 m. Os locais amostrados foram referenciados para que 3 e 6 anos após a primeira colheita pudéssemos repetir a recolha de novas amostras de solo em pontos equidistantes dos anteriores. As colheitas foram realizadas sempre nos meses de Abril/Maio. No laboratório, determinaram-se os teores em C, N, P e K de todas as amostras de solo recolhidas, num total de 540.

Ao oitavo ano recolheu-se e quantificou-se toda a biomassa acumulada sobre a superfície do solo e, laboratorialmente, determinou-se a sua composição em C, N, P, K, Ca, Mg e Na.

Os resultados deste estudo permitem retirar as seguintes conclusões:

- O plano de fertilização geral e especial aplicados revelaram-se insuficientes para manter os teores em NPK no solo;
- A fertilização influencia a composição da folhada, sendo a do bloco melhor fertilizado mais rica em N, P, K, e Ca quando comparada com a do bloco que recebeu uma fertilização mais baixa;
- A biomassa vegetal acumulada à superfície do solo apresenta, aproximadamente, em kg/ha os seguintes valores: P < 1 kg, K < 3 kg, N < 30 kg, Ca < 90 kg e Mg < 7 kg.
- Os teores em C decrescem no período pós instalação (decréscimo médio anual de ca 0,3 g C/kg) mas o balanço final é positivo, em todas as camadas, mas sobretudo na primeira, com o crescimento médio anual de ca 0,8 g/kg, 6 anos após a primeira recolha.
- Os teores em N seguem a mesma tendência do C.
- Os teores em K são decrescentes ao longo de todo o período de estudo, sendo o balanço bastante negativo em todos os blocos, compassos e camadas;
- Os teores em P apresentam a mesma tendência negativa do K, sendo o balanço positivo apenas na primeira camada do bloco fertilizado.

Fertilización nitrogenada mediante el uso de cubiertas vegetales de leguminosas

Cristina Alcántara^{1*}, Rosa Carbonell¹, Milagros Saavedra¹, Antonio Jiménez² & Rafaela Ordóñez¹

¹ IFAPA-CICE Junta de Andalucía. Áreas de Protección de Cultivos y Recursos Naturales y Producción Ecológica. Avda. Menéndez Pidal s/n. Apdo. 3092. 14080 Córdoba. España. Email: maria.c.alcantara@juntadeandalucia.es

² Diputación de Córdoba. Área de Medio Ambiente y Promoción Agropecuaria. Ctra. de Alcolea, km. 396, Córdoba, España

Uno de los mayores desafíos dentro de una Agricultura Sostenible en relación a la conservación y mejora del suelo es el empleo de cubiertas vegetales. Esta afirmación unida a la necesidad de buscar formas alternativas de fertilización compatibles con el Medio Ambiente, han promovido el uso de leguminosas como cubiertas vegetales, especialmente en los sistemas de producción ecológica y en zonas vulnerables a la contaminación por nitratos. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar el incremento o disminución de nitratos en el perfil superficial del suelo sembrado con 7 cubiertas vegetales leguminosas en relación a un testigo con hierba espontánea. El estudio se realizó durante la etapa de crecimiento de las cubiertas y posteriormente cuando se segaron y se dejaron sobre el suelo formando un mulching. El diseño experimental fue bloques al azar con 4 repeticiones y parcelas elementales de 20 m². Hubo diferencias entre especies en cuanto a la capacidad fijadora de nitrógeno, así como entre los distintos estados fenológicos de las cubiertas. Los contenidos de nitratos fueron menores en las parcelas con cubierta que en el testigo cuando las cubiertas estuvieron en pleno desarrollo vegetativo, sin embargo la aportación de nitrógeno con respecto al testigo fue más alta después de floración y muy superior en algunas especies como los yerros cuando la cubierta se segó y se dejó sobre el suelo alcanzando valores un 35% superiores al testigo. Esta capacidad fertilizante de los yerros supuso un aporte final de nitratos de 83,35 Kg ha⁻¹.

Fraccionamiento de zinc en un suelo débilmente ácido después de un cultivo de maíz fertilizado con quelatos de zinc

D. González, J. Novillo, P. Almendros & J.M. Álvarez

Dpto. Química y Análisis Agrícola, ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid, Spain. josemanuel.alvarez@upm.es

La disponibilidad del micronutriente Zn y su movilidad en los suelos están relacionadas con sus formas químicas y no con su contenido total. Por medio de la especiación química se puede conocer el estado en que se encuentra el metal añadido mediante distintas fuentes. En los últimos años, se han desarrollado numerosos fertilizantes que contienen quelatos de Zn para corregir su deficiencia, especialmente en plantas altamente sensibles como es el caso del maíz (*Zea mays*, L.). En la actualidad está siendo estudiada su efectividad agronómica en los cultivos, resultando aconsejable también la valoración del efecto residual de los quelatos usados.

Empleando maíz de ciclo corto, como planta testigo, se llevó a cabo un experimento en invernadero utilizando un suelo clasificado como Aquic Haploxeralf. Algunas de las propiedades físico-químicas del suelo fueron: pH, 6,28 (1:2,5 p/v); textura USDA, franco-arcillo-arenosa; M.O., 1,12%; N total, 1,10%; P disponible, 13 mg/kg; C.I.C., 104 mmol(+)/kg; saturación de bases, 56% y óxidos Fe libres (Fe_2O_3), 0,8%. Después de la siembra, se aplicó una fertilización de base de 150 mg N/kg, 75 mg P/kg y 75 mg K/kg. Los fertilizantes aplicados contenían la fuente de origen natural Zn-aminoácidos (Zn-AA) y la de origen sintético Zn-DTPA-HEDTA-EDTA (Zn-CHEL), siendo las dosis ensayadas 0 (control), 10 y 20 mg Zn/kg. Cada tratamiento fue realizado por triplicado. Después del cultivo, se tomaron muestras de suelo y se llevó a cabo el fraccionamiento secuencial del Zn efectuado en seis fracciones: SA-Int, soluble en agua más intercambiable, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 1 M pH 7,0; OC, orgánicamente complejada, NaOCl 0,7 M pH 8,5; OxMn, óxidos de Mn, $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ 0,1 M pH 2,0; OxFeAm, óxidos de Fe amorfos, $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,2 M + $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,2 M pH 3,0; OxFeCris, óxidos de Fe cristalinos $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,2 M + $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,2 M + el ácido ascórbico 0,1 M; Res, residual. En las cinco primeras fracciones, la relación suelo: extractante utilizada fue 1:10 (p/v), mientras que la fracción residual fue calculada por diferencia entre el Zn total (digestión ácida en horno microondas con HNO_3 :HF conc.) y la suma de las cinco primeras.

La concentración total de Zn en el suelo control fue de 40,15 mg Zn/kg, resultando ser el orden de las fracciones de Zn el siguiente: Res (35,27), OxFeCris (1,56), OC (1,35), SA-Int (0,83), OxFeAm (0,74), OxMn (0,40). Los dos quelatos aplicados producen grandes incrementos, con respecto al control, en las concentraciones de las dos primeras fracciones, alcanzándose con Zn-CHEL incrementos ligeramente superiores a los obtenidos con Zn-AA. Así, para la fracción SA-Int (potencialmente más disponible para la planta), los mayores incrementos producidos fueron 2,87 y 5,54 mg Zn/kg, para las dosis 10 y 20 mg Zn/kg respectivamente. Para la fracción OC, los mayores incrementos fueron 2,24 y 5,88 mg Zn/kg para las dosis indicadas anteriormente. Así mismo, los aumentos obtenidos en las demás fracciones fueron similares para ambas fuentes de Zn y cada dosis aplicada, alcanzándose como máximo los siguientes: OxMn, 0,52; OxFeAm, 0,99; OxFeCris, 0,82; Res, 7,94 mg Zn/kg.

Teniendo en cuenta las cantidades de Zn que permanecen en el suelo en las formas soluble en agua e intercambiable, debido a la alta estabilidad de los dos quelatos en este suelo, no sería necesaria la adición de micronutriente para la realización de un nuevo cultivo. Por otra parte, sería conveniente la estimación de las posibles pérdidas de metal que se podrían producir por lixiviación.

Cattle slurry treatment by mechanical and chemical separation: effect on N₂O emissions, mineral N dynamics and grass yields after application to grassland

David Fangueiro¹ & David Chadwick²

¹ Instituto Superior de Agronomia, UIQA, TU Lisbon, Tapada da Ajuda, 1349-017 – Lisboa, Portugal email: dfangueiro@isa.utl.pt

² North Wyke Research, Okehampton EX20 2SB, UK.

Intensive dairy farming in NW Portugal is based on zero-grazing with all the dairy cattle parked in covered and cemented cattle. As a consequence, high amounts of cattle manure and especially cattle slurry are produced. Slurry storage implies large investments in equipments and slurry spreading has also high costs. Furthermore, the fields area may not be enough to apply all the slurry produced on the farm and it may be necessary to export this surplus. As a solution, slurry treatment, namely separation by mechanical and chemical methods, allows reducing the slurry storage needed and lead to valuable slurry fractions that can be applied to field or used for fertigation as well as compost and/or biogas production.

In the present work, five fractions of dairy cattle slurry were obtained using a combined separation system and applied to grassland in order to compare the effect of each fraction relatively to the untreated slurry (US) on the nitrous oxide emissions (N₂O), the soil mineral N dynamics and the grass yield.

The untreated slurry was first subjected to mechanical separation with a farm screw press separator to obtain a solid (SF) and a liquid fraction (LF), which was then subjected to chemically enhanced settling for 48 hours after addition of 200 mg l⁻¹ of a flocculating agent, the cationic polyacrylamide (VTAF94[®]) generating two more fractions: a supernatant (PAM-sup) and a sediment (PAM-sed) fraction. The solid fraction was used in a fresh form (FSF) and in a 3 month-composted form (OSF). These 5 slurry fractions and the US were applied manually to small plots (1 m by 1 m) set up on an established sward of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L) at equal application rates of 40 m³ ha⁻¹ for the liquid effluent and 40 ton ha⁻¹ for the solid effluent. Fluxes of N₂O were measured using the closed-chamber technique in conjunction with a photoacoustic infrared spectrometer/trace gas analyser. Soil samples were taken in each treatment and control (not amended) on days 1, 3, 8, 10 and 14 after application and analysed in terms of NH₄⁺ and NO₃⁻ content. The grass was harvested manually two month after application of the slurry fractions to estimate the yields.

Higher contents of mineral N were observed in treatments amended with LF, OSF, PAM-sed and PAM-sup relatively to the US treatment during the first 15 days after application. The NH₄⁺-N soil contents were significantly different between treatments only during the first 8 days and followed the order: LF ≈ PAM-sup > US ≈ PAM-sed > SFF ≈ OSF ≈ Control. The soil NO₃⁻-N contents were similar in all treatments except the SFO where much higher amounts were found.

An increase of the N₂O emissions relatively to the control was observed immediately after application of the US and liquid slurry fractions (LF, PAM-sed and PAM-sup) whereas no effect was observed with the solid fractions (OSF and FSF). Nevertheless, the N₂O emissions observed in the LF, PAM-sed and PAM-sup treatments were lower than those observed in the US.

The grass yields obtained were significantly higher after PAM-sup and OSF application than in the US treatment. All other slurry fractions led to yields similar to those obtained in the US treatment.

It can be concluded that slurry separation is a good tool for slurry management since it generated fractions that led to higher yields and to lower N₂O emissions immediately after application.

Utilização de um compostado como alternativa aos fertilizantes orgânicos comerciais na produção biológica de alface “Baby Leaf”

Henrique Ribeiro¹, David Fangueiro¹, Ernesto Vasconcelos¹, Rita Ventura¹, Cristina Cunha-Queda¹, João Coutinho² & Fernanda Cabral¹

¹ UIQA, Instituto Superior de Agronomia, UTL, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa (henriqueribe@isa.utl.pt)

² C. Química, Dep Edafologia, UTAD, Ap. 1013, 5001-911 Vila Real,

A agricultura biológica (AB) aparece hoje como uma boa alternativa para minimizar os problemas ambientais associados à agricultura convencional. No entanto, algumas culturas hortícolas necessitam de elevadas quantidades de azoto disponível num curto período de tempo, pelo que é geralmente necessário recorrer a fertilizantes orgânicos comerciais (FOC) que o disponibilizem de forma relativamente rápida. Contudo, a filosofia subjacente à AB e razões de natureza económica aconselham a que os FOC sejam substituídos, na medida do possível, por materiais compostados produzidos na própria exploração agrícola.

Este estudo teve por objectivo comparar o efeito da aplicação de um compostado (produzido numa exploração agrícola) e de um FOC (autorizado em AB), nas características do solo e na produção de alface “Baby Leaf”. Realizou-se um ensaio em vasos com a camada arável de um arenosolo câmbico proveniente da região de Odemira e as seguintes modalidades: i) testemunha sem fertilização; ii) 20 ton ha⁻¹ compostado (CP20t); iii) 1000 kg ha⁻¹ FOC (FOC1000); iv) 20 ton ha⁻¹ compostado + 250 kg ha⁻¹ FOC; v) 20 ton ha⁻¹ compostado + 500 kg ha⁻¹ FOC; vi) 20 ton ha⁻¹ compostado+1000 kg ha⁻¹ FOC; vii) 20 ton ha⁻¹ compostado + 2000 kg ha⁻¹ FOC.

A aplicação estreme de compostado (CP20t) permitiu um aumento de produção, relativamente à testemunha, de apenas 15% contra os 38% obtidos com a aplicação 1000 kg de FOC. Nos tratamentos combinados, o aumento da produção variou entre 26 e 78% estando directamente relacionado com a quantidade de FOC aplicada ($r^2 = 0.993$). Destaca-se ainda o facto de a produção na modalidade FOC 1000 ter sido igual à obtida na modalidade em que se combinou 500 kg FOC com 20 t de compostado. Relativamente à exportação de nutrientes, verificou-se que, em todos os tratamentos, as plantas exportaram menos de 15% do N e P total aplicado pelos fertilizantes, excepto na modalidade FOC1000 (37%). Observou-se ainda que na modalidade em que se fez a aplicação de apenas FOC (FOC1000) a exportação de K e Mg pelas plantas foi superior à quantidade veiculada pelo fertilizante.

Relativamente às características do solo no final do ensaio, verificou-se que a modalidade com aplicação estreme de FOC (FOC1000) apresentou, relativamente às restantes modalidades teores de K extraível e K de troca inferiores, teor de matéria orgânica inferior e teor de cobre extraível superior.

Os resultados obtidos indicam que a aplicação continuada de FOC estreme poderá, a longo prazo, provocar alguns efeitos negativos, como a redução do teor de matéria orgânica e a depleção de K e de Mg no solo, enquanto que a utilização estreme de compostado parece não fornecer a quantidade de nutrientes necessária para se obterem produções rentáveis. No entanto, já uma aplicação combinada de FOC e compostado poderá mitigar os problemas associados à sua aplicação estreme, assegurando produções elevadas, veiculando quantidades apreciáveis de K e Mg e contribuindo para a acumulação de matéria orgânica no solo. Por outro lado, atendendo aos custos elevados dos fertilizantes orgânicos comerciais, a utilização de compostados produzidos na própria exploração agrícola poderá reduzir os custos de produção.

Lodos secados térmicamente como fuente de materia orgánica en agricultura: efectos sobre la biomasa microbiana y las actividades enzimáticas de suelos enmendados

I. Haller, J.C. García-Gil & A. Polo

Centro de Ciencias Medioambientales (C.S.I.C.) Serrano 115 dpdo. 28006 Madrid
i.haller@cma.csic.es

La aplicación de lodos de depuradoras sobre suelos degradados mediterráneos viene siendo una alternativa recomendable siempre que estos materiales cumplan con las especificaciones que vienen siendo implantadas por las normativas europeas. Las nuevas tecnologías de tratamiento están generando un producto deshidratado en forma granulada que facilita su aplicación, si bien se trata de materia orgánica sin una estabilización biológica, salvo la eliminación de patógenos al realizarse a temperaturas superiores a 90°C.

En el presente trabajo se realiza un análisis de los efectos que produce la aplicación de un lodo secado térmicamente (LT) a dosis de 30 y 60 t ha⁻¹ en un Luvisol cálcico, sobre el C de la biomasa microbiana y las actividades enzimáticas implicadas en el metabolismo microbiano (deshidrogenasa) y en el cierre de los ciclos biogeoquímicos del C (β -glucosidasa), N (proteasa-N- α -Benzoil-L-Arigininamida) y P (fosfatasa neutra), durante un experimento de incubación de 16 semanas, tomándose muestras secuencialmente en el tiempo. La aplicación del LT se realizó mediante dos manejos: en superficie y homogeneizado con el suelo, para comparar la influencia del sistema de aplicación sobre los procesos biogeoquímicos estudiados. El mismo suelo sin enmendar se utilizó como control. Los tratamientos se acondicionaron hasta alcanzar el 70% de su capacidad de retención hídrica con agua destilada y se incubaron en una cámara INCUCCELL Mod. 404 (MMM Medcenter GMBH) a una temperatura de 28°C, en oscuridad y sin cultivo. Las pérdidas de humedad de las muestras de suelo se controlaron para mantener constantes las condiciones establecidas para las mismas, reponiéndose periódicamente con agua destilada. La toma de muestras se ha realizado a los 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8 y 16 semanas del comienzo de la incubación.

La adición del LT ha provocado durante las primeras semanas una revitalización general del sistema, produciendo incrementos significativos en el C de la biomasa microbiana y en las actividades enzimáticas, siendo mayor en la dosis de 60 t ha⁻¹ que en la de 30 t ha⁻¹ y el control. Estos resultados constatan que la incorporación del LT, tanto en superficie como homogeneizado con el suelo, estimula la activación del metabolismo microbiano, si bien los parámetros estudiados siguen una tendencia decreciente, como consecuencia de la mineralización de los sustratos más fácilmente biodegradables que se han incorporado con el LT y del descenso de la biomasa microbiana activa, hasta alcanzar en las últimas semanas del experimento una optimización de los recursos energéticos del sistema. El tipo de manejo de aplicación del LT no ha determinado de forma significativa una influencia en la actividad biogeoquímica desarrollada en los suelos enmendados, si bien en ambos casos y a la dosis de 60 t ha⁻¹ han mantenido diferencias significativas con el resto de tratamientos, no constatándose ningún indicio de inhibición causada por la incorporación de elementos tóxicos con el LT.

Valorización de restos postcosecha y sus efectos sobre las propiedades y características del suelo.

J. Moreno Cornejo & A. Faz Cano

Gestión de Aprovechamiento y, recuperación de Suelos y Aguas. Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52 CP 30203 Murcia-España. Phone: 968 325634. E-mail: jennifer.moreno@upct.es

La superficie agrícola en la Región de Murcia ha experimentado en los últimos años un notable ascenso, especialmente el regadío en la Comarca Agraria del Campo de Cartagena donde se desarrollará el estudio. El principal problema que se plantea en esta área es la contaminación difusa de origen agrícola. El uso excesivo de fertilizantes provoca un exceso de nutrientes que contaminan tanto acuíferos como aguas superficiales, este último es el caso de la laguna costera del Mar Menor. Al mismo tiempo, y como consecuencia del proceso productivo agrícola, se originan gran cantidad de restos agrícolas que, actualmente, y en la mayoría de los casos, no tienen salida alguna siendo desecados primero y quemados mas tarde con la subsiguiente contaminación atmosférica que esto genera.

Con este estudio se pretende conseguir, primero, una valorización de los restos agrícolas de postcosecha de manera que exista un reciclado de los nutrientes devolviendo así al suelo una parte de lo que las plantas extraen, principalmente nitrógeno y, segundo, una reducción en el uso de fertilizantes intentando establecer unas dosis adecuadas.

En el experimento se pretende comparar la fertilización convencional y la fertilización con los restos orgánicos representativos de la zona como es el melón. El cultivo que se implantará después será de brócoli. Para ambos casos las parcelas se dividen en subparcelas de 5 x 6 m, con un total de 12 subparcelas cada una – 4 tratamientos por triplicado-. Los tratamientos serán, blanco con una dosis de 0 kg N/ha/año, una dosis de 170 kg N/ha/año que es la establecida por la Directiva relativa a la protección de las aguas contra la contaminación de origen agrícola (91/676/CEE), una dosis de 255 kg N/ha/año que es un valor intermedio del rango que da la orden de Producción Integrada en Brócoli de la Región de Murcia y finalmente una cuarta dosis de 383 kg N/ha/año siguiendo la proporción y que es la que más se asemeja a la utilizada en campo por los agricultores.

Con este estudio esperamos poder evaluar el efecto que produce la aplicación de restos vegetales sobre las propiedades y características fisico-químicas del suelo teniendo en cuenta las necesidades del cultivo y el tipo de suelo así como determinar la dosis óptima de aplicación.

Variabilidad de la adsorción de metalaxil en suelos enmendados con residuos postcultivo de champiñón

J.M. Marín-Benito¹, M.S. Rodríguez-Cruz¹, M.J. Sánchez-Martín¹, M.S. Andrades² & M. Pérez Clavijo³

¹ Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca. (IRNASA-CSIC). Apdo. 257, 37071 Salamanca, e-mail: jesusm.marin@irnasa.csic.es

² Dpto. Agricultura y Alimentación, Universidad de La Rioja, Madre de Dios, 51, 26006 Logroño

³ Centro Tecnológico de Investigación del Champiñón. Ctra. Calahorra km 4, 26560 Autol, La Rioja

Los residuos postcultivo de champiñón (RPCH) se producen en gran cantidad en la Comunidad de La Rioja, por lo que el proceso de valorización o el aprovechamiento de los mismos en sectores distintos a los que se han producido, sin poner en peligro la salud humana y el medio ambiente, es de gran interés. Una posible utilización podría ser como enmienda orgánica en suelos con problemas de empobrecimiento en materia orgánica (MO), tales como los suelos de cultivo de algunas zonas de La Rioja y en especial suelos dedicados al cultivo del viñedo. Sin embargo, la aplicación de estos residuos, con alto contenido en MO sólida y líquida, al suelo puede influir sobre la dinámica (adsorción, movilidad y degradación) de pesticidas aplicados al mismo con el posible impacto ambiental en la contaminación de suelos y/o aguas subterráneas por estos compuestos. El objetivo de este trabajo fue estudiar la adsorción-desorción del fungicida metalaxil en tres suelos de viñedo de parcelas experimentales de La Rioja, sin enmendar y enmendados con RPCH fresco y compostado, evaluando la variabilidad de la adsorción en los horizontes superficial y subsuperficial de los suelos sometidos a estos tratamientos. El metalaxil es un fungicida muy utilizado en La Rioja que presenta una alta solubilidad en agua y una baja hidrofobicidad, lo cual hace que sea un compuesto potencialmente móvil en el suelo. Se tomaron muestras de suelo en tres puntos de las parcelas experimentales, sin enmendar y enmendadas *in situ* con RPCH fresco y compostado a una dosis de 25 o 40 t/ha tanto en el horizonte A (superficial) como en el horizonte B (subsuperficial). El estudio de adsorción-desorción de metalaxil por los suelos se llevó a cabo mediante la técnica de "batch" en el equilibrio. Las isotermas de adsorción obtenidas se ajustaron a la ecuación de Freundlich ($r \geq 0.98$ para la adsorción y $r \geq 0.95$ para la desorción). Los valores de n_f de las isotermas de adsorción fueron próximos a 1, fluctuando en un amplio margen, sobre todo para los suelos del horizonte B. Los valores de K_f de adsorción oscilaron entre 0.67 y 0.26 para el horizonte A y entre 0.44 y 0.14 para el horizonte B. En general, la adsorción por los suelos del horizonte A fue mayor con respecto a los del horizonte B, y los valores de K_f más elevados correspondieron a los suelos enmendados con los RPCH fresco y/o compostado debido posiblemente al incremento en MO que origina la adición de esta enmienda al suelo. Los valores de los coeficientes de histéresis H indicaron que la adsorción fue más irreversible desde los suelos subsuperficiales que desde los superficiales. Los valores de las constantes K_{fd} oscilaron entre 2.68 y 0.62 ($K_{fd_{15}}$) y entre 4.18 y 1.05 ($K_{fd_{25}}$). Se encontró una correlación lineal positiva significativa entre las constantes de adsorción K_f y la MO de los suelos ($r=0.787$, $p<0.05$ para el horizonte A y $r=0.586$, $p<0.1$ para el horizonte B). Además se observó una correlación lineal positiva significativa entre los valores de K_f y el contenido en arcilla de los suelos ($r \geq 0.675$, $p<0.05$). Los valores de los coeficientes de distribución (K_d) para una concentración inicial de pesticida en solución de 15 $\mu\text{g/ml}$ oscilaron entre 0.19 y 0.62 ml/g para el horizonte A y entre 0.13 y 0.41 ml/g para el horizonte B, siendo los valores más elevados para los suelos enmendados con los RPCH fresco. Los valores de K_d mostraron una variabilidad moderada (coeficientes de variación %). Se encontró una correlación lineal positiva significativa entre los valores de K_d y la MO de los suelos ($r=0.926$, $p<0.001$ para el horizonte A y $r=0.676$, $p<0.001$ para el horizonte B). Además se observó una correlación lineal positiva significativa entre los valores de K_d y el contenido en arcilla de los suelos ($r=0.443$, $p<0.05$ para el horizonte A). Esto indica que la MO y el contenido en arcilla influyen en mayor o menor grado en la adsorción-desorción de metalaxil en los suelos de las parcelas experimentales estudiados. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la adición de los RPCH al suelo da lugar a un incremento de la adsorción de metalaxil por los suelos de las parcelas enmendadas. Este incremento en la adsorción (referido al valor de K_f) fue de 1.5 veces en los suelos enmendados con una dosis relativamente baja de RPCH, respecto a los suelos sin enmendar. En consecuencia la adición de los RPCH al suelo puede influir en la persistencia y/o movilidad de metalaxil. Así, dependiendo de la dosis de residuo añadida, la movilidad de metalaxil podría disminuir con la consiguiente repercusión ambiental en las aguas superficiales y subterráneas.

Influencia de la dosis de enmienda orgánica empleada en la rehabilitación edáfica de una cantera de yeso

M. Albert, J.M. Castillejo, S. Abad, A. García & R. Castelló

Instituto de Ciencias Agrarias, Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) c/ Serrano, 115 – bis, 28006. Madrid (España)
marta.albert@cma.csic.es

La rehabilitación de canteras de yeso a cielo abierto resulta compleja debido a la pérdida intrínseca del suelo original y a la necesidad de adecuar los materiales de sustitución (*Soil-forming materials, SFMs*) como sustrato para el desarrollo de las plantas. Una limitación frecuente de los *SFMs* es su pobre estructura y su bajo contenido en nutrientes, derivado principalmente de un contenido bajo en materia orgánica. El desarrollo edáfico puede acelerarse a través del uso de enmiendas orgánicas. En este sentido, la adición al suelo de residuos compostados ha sido considerada como el método más efectivo para llevar a cabo con éxito la rehabilitación en condiciones semiáridas. No obstante, la composición de las comunidades vegetales depende en gran medida de la dosis de enmienda orgánica aplicada al suelo, por lo que el éxito de la rehabilitación está determinado por el tratamiento empleado. La estrategia de restauración se basa principalmente en el uso de una enmienda orgánica subsuperficial (compost) y la adición de tierra vegetal.

Se realizó un experimento de campo de cuatro años de duración en dos materiales distintos (finos de yeso y material estéril) para evaluar el efecto de la adición de residuos urbanos compostados sobre la evolución de las propiedades químicas del suelo en las capas superficial y subsuperficial. Los cambios producidos en el contenido de Carbono orgánico total (COT), N (Kjeldahl), P, K, Ca, Mg y Na disponibles fueron evaluados usando una herramienta estadística multivariante (análisis discriminante), comparándose después con los perfiles edáficos de suelos yesíferos autóctonos. Se ha establecido que el Nitrógeno y el Fósforo son los principales nutrientes que limitan el desarrollo del suelo en los estados iniciales de la rehabilitación de una escombrera minera. El presente estudio ha demostrado que tanto el factor temporal como la dosis de enmienda orgánica favorecen el incremento de los contenidos de ambos elementos. Por otro lado, los contenidos en Sodio asimilable, de gran preocupación en la utilización de compost de residuos urbanos, se han visto disminuidos claramente con el tiempo.

Estudos nutricionais de variedades de uva de mesa em parral alto: efeito na qualidade da produção

M.E. Correia¹, M.F. Candeias², F. Gama¹, P.J. Correia¹ & M. Pestana¹

¹ *Centro de Desenvolvimento de Ciências e Técnicas de Produção Vegetal (CDCTPV) Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal, fpestana@ualg.pt.*

² *Laboratório da DRAPALG – Unidade de Solos e Nutrição Vegetal, Largo de Sto. Amaro, 8800-703 Tavira, Portugal*

Com o objectivo de avaliar o estado nutricional e a produção de três variedades de uva de mesa ('Cardinal 80', 'Blush Seedless' e 'Red Globe'), quando conduzidas em parral alto, foi estabelecido um ensaio que decorreu num solo vermelho de calcário friável (Vc) existente no Centro de Experimentação de Tavira da Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve (DRAPALG). Ao longo do ensaio foram registados, semanalmente, a evolução dos estados fenológicos. Os teores minerais foram determinados no pecíolo e no limbo de folhas colhidas na plena floração e no pintor. No final do ensaio, comparou-se a produção total e média por variedade, tendo sido a qualidade da produção avaliada através do peso e volume médio dos bagos e do índice de maturação.

A 'Cardinal 80' destacou-se na precocidade e foi a variedade que produziu maior número de cachos, apesar ter registado a maior percentagem de perdas. Por outro lado 'Red Globe' apresentou a maior produção total por planta, com menor número de cachos e consequentemente com maior heterogeneidade. A menor produção da 'Blush Seedless' deveu-se a cachos e bagos menores.

Mobilidade do boro na oliveira

Margarida Arrobas, M.Carmo Oliveira & M. Ângelo Rodrigues

CIMO – Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, 5301-855 Bragança
email: marrobas@ipb.pt

O boro pode ser gerido a partir de aplicações de adubos sólidos ao solo, adubos de aplicação foliar ou combinando ambas as estratégias. Contudo, a informação técnica disponível sobre a eficácia das diferentes opções, doses e datas de aplicação mais adequadas ou comportamento das cultivares é manifestamente insuficiente. No caso das aplicações foliares, as questões mais pertinentes prendem-se com dúvidas que existem sobre a capacidade da oliveira, ou das suas diferentes cultivares, em retranslocar o boro entre os tecidos. Na prática, interessa saber se o boro aplicado por via foliar sobre folhas maduras pode ser retranslocado para botões florais e jovens rebentos.

O objectivo deste trabalho é dar um contributo para o conhecimento sobre a mobilidade do boro na oliveira (*Olea europea* L.) nas cultivares Negrinha (N), Cobrançosa (C), Santulhana (S), Madural (M) e Verdeal (V), partindo de aplicações de boro ao solo e por via foliar.

O ensaio foi conduzido nas estufas da Escola Superior Agrária de Bragança, usando estacas com cerca de oito meses, das cultivares referidas. Para cada cultivar foram constituídos 3 lotes de 30 plantas com os tratamentos i) boro aplicado ao solo (1 mg/kg^{-1})(B_s); ii) boro aplicado por via foliar (solução 0,04% B p/v) (B_f) iii) tratamento sem boro (B_0). O boro foliar foi aplicado por duas vezes espaçadas em 30 dias, na metade inferior das estacas, após ter sido coberta a parte superior com plástico e cobertas as superfícies dos vasos com polietileno, afim de evitar a contaminação do substrato com solução proveniente da escorrência das folhas. Passados 60 dias foram colhidas 3 sub amostras para análise de cada tratamento dos tecidos i) ápices; ii) folhas mais novas; iii) folhas mais velhas e iv) caules correspondentes às partes mais novas. O material foi seco, moído e nele foi determinado o boro pelo método azometina-H, após calcinação da amostra com CaO.

Como principais resultados destacam-se os seguintes: verificou-se uma resposta significativa generalizada das cultivares à aplicação de boro ao solo ou por via foliar, embora se tenha verificado comportamento diferenciado das cultivares na quantidade de B absorvida. Assim, C manifestou-se como a cv mais eficiente na absorção de boro, por ter acumulado maior quantidade de B nos diferentes tecidos analisados, sem diferenças estatísticas significativas para B_0 (máxima concentração de $39,4 \text{ mg kg}^{-1}$ nas folhas mais novas em B_0). As variedades M e V acumularam menor quantidade de B relativamente às restantes (máxima concentração registada 24 mg kg^{-1} nos ápices de V em B_f). Os tecidos que constituem destino preferencial do boro aplicado são os mais jovens (ápices e folhas mais novas). Os caules e as folhas mais velhas são mais pobres em B, o que evidencia a capacidade de translocação do boro nesta espécie. O boro aplicado por via foliar resultou numa maior concentração em B nos tecidos mais novos das cv's S e V, embora sem diferenças estatisticamente significativas para os teores correspondentes à modalidade B_s .

Análise comparativa do diagnóstico do estado nutritivo em boro da oliveira a partir de folhas colhidas em Julho e em Janeiro

Margarida Arrobas¹, João Lopes², Francisco Pavão³, José Cabanas¹ & M. Ângelo Rodrigues¹

¹ CIMO – Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, 5301-855 Bragança email: marrobas@ipb.pt

² Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte, Mirandela, Portugal

³ Associação de Olivicultores de Trás-os-Montes e Alto Douro, Mirandela, Portugal

Em Trás-os-Montes o boro assume relevância similar, ou mesmo superior, à dos macronutrientes. Neste trabalho analisa-se a relação entre a concentração de B nas folhas e a produção de azeitona para duas datas de amostragem comuns: ao endurecimento do caroço e no repouso vegetativo. As experiências de campo decorreram durante os anos de 2003 a 06 em dois olivais de sequeiro nas regiões de Mirandela e Bragança. A colheita de folhas foi efectuada em Julho e Janeiro de cada ano. Em Dezembro efectuou-se a colheita da azeitona. As produções revelaram pronunciados ciclos de safra e contra safra. Em Bragança, por exemplo, durante os quatro anos as produções médias variaram entre 3.6, 28.1, 5.5, e 22.7 kg/árvore. As diferenças na produção por árvore foram particularmente elevadas. Na colheita de 2004 em Bragança, por exemplo, as produções variaram entre 1.2 e 52.7 kg/árvore. A concentração de B nas folhas também variou significativamente entre árvores individuais. A partir de 16 nuvens de pontos obtidas da relação entre a concentração de B nas folhas e a produção, foram conseguidas 10 relações lineares significativas. O número de relações lineares significativas foi usado como medida da qualidade da capacidade de diagnóstico já que, se existe uma relação linear significativa, entende-se que a variabilidade experimental é menor. Com base neste critério, a data de amostragem de Julho originou diagnósticos ligeiramente melhores que a de Janeiro, com seis e quatro relações lineares significativas, respectivamente. Contudo, esta diferença parece não ser suficiente para se excluir o repouso vegetativo como data viável de diagnóstico do estado nutritivo em boro, como sugere alguma bibliografia internacional. A concentração foliar de boro apareceu, de forma consistente, mais elevada em Julho. A média dos dados de todos os anos e dos dois olivais indicam uma diferença de 4.3 mg B kg⁻¹. Esta diferença parece ser de ter em conta na interpretação dos resultados, especialmente quando os valores se aproximam da zona de deficiência.

Propiedades de suelos agrícolas asociadas a la aplicación de lodos de depuradora como enmendantes: comarca del alto vinalopó

Marta Fernandez, Ignacio Gómez, Jose Navarro-Pedreño, Alfonso Lag, Juan Luis Martínez* & Victor Nieto*

Grupo de Edafología Ambiental, Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández de Elche. Av. de la Universidad s/n. Edificio Alcudia. 03202 Elche (España). marta.fernandez@umh.es

*PROAGUAS COSTABLANCA S.A.

La eliminación de residuos constituye uno de los mayores problemas en la sociedad actual. En España, el número de plantas depuradoras de aguas residuales ha crecido de forma espectacular, generando un residuo al que se ha de encontrar un destino adecuado.

Según informes publicados por la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea, la aplicación de lodos de depuradora en la agricultura es y seguirá siendo la mejor opción ambiental y económica para el tratamiento de estos residuos (*Geoscopia*, 2002).

Dicha utilización es una alternativa sostenible ya que permite al medio edáfico el aprovechamiento de elementos beneficiosos por su alto contenido en materia orgánica y en diversos nutrientes (Loehr *et al.*, 1979). Proporcionando además, una solución a la problemática existente con respecto a la erosión, la dependencia de productos químicos, carencias orgánicas, minerales y microbiológicas.

Este trabajo analiza los efectos de la aplicación de lodos de depuradora y estudia las variaciones físico-químicas en suelos agrícolas. Se tomaron 770 muestras de suelos control (sin aplicación de lodo), y 374 muestras de suelos enmendadas (aplicación de lodos), todas pertenecientes a la Comarca del Alto Vinalopó, en la provincia de Alicante (sureste de España).

Se realizaron analíticas de pH, conductividad eléctrica, carbonatos, caliza activa, materia orgánica, nitrógeno total (N-Kjeldahl), fósforo, macronutrientes (Ca, Mg, K, Na), micronutrientes (Fe, Mn; Cu y Zn, fracción extraíble en DTPA) y metales pesados (Ni, Cr, Pb, Cd; Cu y Zn, fracción total).

Se aplicaron estadísticos descriptivos a todas las muestras. Se determinó los valores medios del suelo agrícola sin aplicación de lodos y el un suelo con aplicación, observándose un mayor valor en el suelo enmendado de los parámetros de conductividad eléctrica, nitrógeno total (N-Kjeldahl), fósforo asimilable, macronutrientes (K, Mg), micronutrientes en extracto DTPA (Fe, Mn, Cu, Zn), y en general de los metales pesados. Por otro lado, se observó una disminución en el valor de pH, el contenido de carbonatos y caliza activa, y macronutrientes (Ca y Na).

Referencias

- Aguilar, M.A., Ordoñez, R. y González, P. (1999). *Capacidad de aportación de macronutrientes de un lodo de depuradora a un cultivo de ray-grass y calidad de los lixiviados*. Eds. R. Muñoz-Carpena, A. Ritter, C. Tascón. ICIA 1999. ISBN 84-699-125-5.
- Andrade, M.L., Marcel, P., Reyzábal, M.L. y Montero, M.J. (2000). *Contenido, evolución de nutrientes y productividad en un suelo tratado con lodos residuales urbanos*. Edafología. Volumen 7-3, pp 21-29.
- boletín internet Geoscopia (2002). *El uso de lodos en suelos agrícolas, la mejor opción económica y ambiental*.
- Loehr, R.C., Jewell, W.J., Novak, J.D., Clarkson, W.W., Friedman, G.S. (1979). *Land application of wastes*. Van Nostrand Reinhold, New York.

Recycling pig slurries for agricultural practises

Melisa Gómez Garrido^{1,2}, Angel Faz Cano², Ana Belen Olivares Martinez^{1,2} & Vicente Climent Talavera^{1,2}

1 Federation of Agrarian Cooperatives of Murcia. (FECOAM). Caballero Street , 13 Murcia. Spain email:melisa.gomez@upct.es

2 Technical University of Cartagena (UPCT). Research Group Sustainable Use, Management and Reclamation of Soil and Water (GARSA). Paseo Alfonso XIII, 52 Cartagena. Spain

In the pork industry from the European Union, Spain is the second largest pig producer after Germany. As a consequence, residues, especially slurries, are produced and being accumulated due to an intense way of pig production in the farms. In the Region of Murcia, about 4 million tons of slurries are generated annually (40 million at national level in Spain), particularly in the municipality of Lorca where the highest pig production is concentrated. The proximity of agricultural lands to Lorca farms makes it an ideal location due to minimal costs of transportation for the slurries. Through a proper management they can be used in agricultural soils as an organic fertilizer following the dose recommended by the “Good Agricultural Practices of the Region of Murcia Guidelines”, what means that the maximum volume of pig slurries that can be applied should not exceed 170 kg of N per hectare and year.

Based on the experiences of the Research Group Sustainable Use, Management and Reclamation of soil and water from the Technical University of Cartagena, and the strong interest for solving the problem of slurries final disposal, the Local Government of Murcia, through the Department of Animal production and fisheries, and the Federation of Agrarian Cooperatives of Murcia, this project was launched in 2007 trying to coordinate in a sustainable use the slurries that can be safely used for horticultural production.

To start with, through federations and cooperatives, we got in contact with participants with problems in the management of slurries and farmers who will wish to improve the fertility of their soils. Representative samples are taken and physical-chemical analyses of slurries, soils, plants and water are carried out in order to evaluate the influence of the use of pig slurries in soil-plant-water system.

Efeito da aplicação do composto com a *Eichhornia crassipes* e resíduos agro-industriais como substrato e fertilizante orgânico para a horticultura biológica

Paula Simões¹ & M.C. Magalhães²

¹ Instituto Superior de Agronomia, pafls@sapo.pt

² CERNAS, Escola Superior Agrária de Coimbra, mcsm@esac.pt

O jacinto de água (*Eichhornia crassipes*) é uma planta aquática, flutuante e exótica que se desenvolve muito bem nas regiões de clima quente. Apresenta um desenvolvimento acelerado quando não existem limitações nutricionais, situação proporcionada pela poluição de efluentes urbanos, agrícolas e industriais. Este desenvolvimento tem vindo a devastar vários ecossistemas aquáticos, nomeadamente lagoas e represas. Dado que a compostagem se tem revelado uma boa alternativa na gestão, tratamento e valorização de resíduos orgânicos biodegradáveis pretendeu-se, num trabalho integrado no Curso de Mestrado em Agricultura Biológica (RUPEA), estudar o efeito da introdução do jacinto de água numa pilha de compostagem constituída por resíduos agro-industriais (estrume de galinha e casca de eucalipto) e avaliar o composto obtido. Este trabalho refere-se ao estudo da aplicação do composto, quer como fertilizante orgânico quer como substrato, para produção de plantas hortícolas. O estudo do comportamento do composto na produção de plantas, realizou-se através de um ensaio com placas alvéoladas, em que se utilizaram sementes de alface (*Letuca sativa* L. cv. Maravilha de Inverno); os parâmetros estudados foram a taxa de emergência, o número de plantas a transplantar e a taxa de mortalidade ao fim de 30 dias. Para estudar o efeito da aplicação ao solo do composto obtido com o jacinto de água, também a alface (*Letuca sativa* L. cv. Maravilha de Inverno Roxa) foi a cultura utilizada. Os parâmetros estudados foram o número de alfaces colhidas, o número de folhas emitidas por planta, o peso aéreo e radical e a qualidade da biomassa de alface produzida. Os resultados foram comparados com os obtidos com um substrato e um correctivo comercial (Levington M2 e o Biofertil), respectivamente. Os resultados indicam que o jacinto de água tem potencial para ser uma boa matéria-prima para a produção de um composto com boas qualidades de substrato e correctivo orgânico, na medida em que a sua aplicação, nas condições deste trabalho, conduziu a uma maior taxa de emergência ao fim de 8 dias, a uma menor taxa de mortalidade ao fim de 30 dias (de forma significativa) e a um maior peso médio foliar e radical (este último também de forma significativa). Na análise foliar não se verificaram diferenças significativas entre os correctivos estudados, mas o composto com jacinto de água foi o que conduziu a uma menor acumulação de nitratos. Também não foram detectados metais pesados nas folhas de alfaces em nenhum dos tratamentos.

Influência do azoto aplicado na disponibilidade de azoto nítrico no solo, na densidade radical e na produção de cebolas de dias médios em condições mediterrânicas

R.M.A. Machado, S. Shahidian & M.R.G. Oliveira

Instituto de Ciências Agrárias Mediterrânicas, Universidade de Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal. email: rmam@uevora.pt

Este trabalho teve como objectivo estudar a influência da quantidade de azoto aplicada, na disponibilidade de azoto nítrico no solo, na densidade radical e na produção de cebola de dias médios, em condições mediterrânicas. O ensaio decorreu na herdade experimental da Mitra (38°57' N, 8°32' W, 200 m) e foi delineado segundo o método dos blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram: 4 níveis de adubação azotada (0, 37, 74 e 121 kg ha⁻¹) repartidos por quatro aplicações. A rega foi feita com base nos valores médios da tensão da água do solo, registada diariamente através de sensores "Watermark", quando esta era \geq a 25 kPa procedeu-se a uma rega, que variou entre os 3 a 6 mm. Para o efeito utilizou-se um sistema de rega por aspersão, em que a distância entre aspersores e ramais adjacentes foi igual a 11 m. Aos 32, e aos 67 dias após a plantação, a concentração de NO₃-N na profundidade de 0 a 10 cm aumentou com o nível de azoto ($P < 0,001$). Aos 96 e 127 dias após a plantação, os valores médios de NO₃-N aumentaram nos diferentes tratamentos, apesar da última aplicação de azoto ter sido realizada aos 78 dias após a plantação. Este comportamento está relacionado com o aumento da nitrificação e com o facto de durante os últimos estádios de alargamento do bolbo, o azoto ser translocado das folhas para o bolbo e a sua absorção do solo ser reduzida. Os níveis de azoto aplicados não afectaram a densidade radical (cm cm⁻³) nas diferentes datas de medição e profundidades ($P > 0,05$). Do comprimento radical, medido sob a linha de cultura, 60% a 90% concentrou-se nos primeiros 10 cm. A produção comercial de bolbos aumentou de forma quadrática com a quantidade de azoto aplicado, tendo alcançado nos tratamentos 121 e 74 kg ha⁻¹ de azoto respectivamente, a produção média de 6,59 e 5,12 kg m² as quais não foram significativamente diferentes.

Influência do controle de infestantes e da fertilização no crescimento e concentração de nutrientes em pinheiro bravo

Rui Xavier¹ & Ana Luísa Pires²

¹ “URZE”, Associação Florestal da Encosta da Serra da Estrela, 6290 Gouveia

² Dep. Edafologia, UTAD, 5000-911 Vila Real (alpires@utad.pt)

Para determinar o interesse do controle da vegetação do sob coberto juntamente com a aplicação de N, P e K no crescimento e concentração de nutrientes em pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Ait.) escolheu-se um pinhal instalado em 1996 em Seia, onde, em 2002, foram aplicados cinco tratamentos: testemunha (T); corte e remoção da vegetação do sob coberto (CR); corte, remoção da vegetação do sob coberto e aplicação de N, P e K (CRF); corte e destocamento da vegetação do sob coberto (CD); corte, destocamento da vegetação do sob coberto e aplicação de N, P e K (CDF). Os tratamentos foram aplicados em blocos casualizados com três repetições. A área média das parcelas é de 782 m² e o n^o médio de árvores por parcela é de 115. A determinação da altura, do diâmetro a 20 cm e do diâmetro à altura do peito foi efectuada em Julho de 2002, altura da instalação dos tratamentos, em Março de 2003, em Janeiro de 2004 e em Fevereiro de 2006 e de 2007. Posteriormente calculou-se a área basal e o volume.

Entre 2002 e 2007, e em relação a todos os parâmetros dendrométricos considerados, verificou-se que os acréscimos ocorridos no tratamento CDF foram superiores ($p < 0,05$) aos dos outros tratamentos. Os menores crescimentos verificaram-se na Testemunha e/ou no Tratamento CR. Em geral, não houve diferenças significativas entre os tratamentos CD e CRF. Os resultados indicam, assim, que a remoção da vegetação do sob coberto, para por exemplo ser utilizada em centrais de biomassa, deverá ser considerada apenas se forem adicionados fertilizantes (tratamento CRF) a fim de se evitarem efeitos negativos no crescimento.

A concentração de N, P e K nas agulhas em 2003 e 2004 aumentou com a aplicação dos adubos, embora de forma não significativa. Em 2006, só a concentração de P continuava a ser ligeiramente superior à dos outros tratamentos.

Influência da aplicação de chorumes a um solo franco arenoso, na lixiviação de azoto

S. O. Pires, C. M. d S. Cordovil*, L. Ferreira

Inst Sup Agronomia, Dep Química Agrícola e Ambiental, 1349-017 Lisboa, Portugal
**Email: cms@isa.utl.pt*

A excessiva produção de chorumes de suinicultura, potencialmente poluentes, tem conduzido à necessidade de se encontrarem soluções que permitam a valorização destes materiais minimizando os riscos de poluição de solos e águas. Um método de tratamento que permite a redução do potencial de poluição, é a digestão anaerobia. Os materiais assim obtidos, para além do aproveitamento energético, podem também ser utilizados na agricultura, para aplicação ao solo. Esta prática permite, para além de outros aspectos, a incorporação de matéria orgânica ao solo melhorando a sua estrutura. Nas zonas mediterrânicas, os solos são em geral pobres em matéria orgânica, pelo que a aplicação de resíduos orgânicos pode contribuir significativamente no aumento do seu teor. Por outro lado, nestas zonas, os chorumes produzidos são muito diluídos (1.5-2,5 % sólidos totais e 67% de sólidos voláteis), o que torna economicamente pouco viável o processo da digestão. Assim, a mistura dos chorumes com outros substratos antes da digestão, nomeadamente restos de fruta, pode melhorar o rendimento do processo, bem como permitir o aproveitamento de resíduos produzidos noutras fontes. Para além disso, os chorumes digeridos e co-digeridos obtidos, contêm quantidades interessantes de nutrientes, nomeadamente azoto, para a nutrição das plantas. Apesar das vantagens, o risco de lixiviação de nitratos mantém-se e deve ser avaliado. Com vista a avaliar o potencial de lixiviação de chorumes de suinicultura, fresco, digerido e co-digerido, após a aplicação a um solo franco arenoso cultivado com milho, conduziu-se um ensaio em vasos de Kick-Brauchmann. Os diferentes chorumes foram aplicados em adubação de fundo, de forma a adicionar ao solo as quantidades correspondentes a 75, 100 and 125 kg N ha⁻¹. Para comparação e controlo, foram repetidas as modalidades mas utilizando-se como tratamento o fertilizante mineral nas mesmas quantidades. Procedeu-se a uma aplicação de fósforo em adubação de fundo e a uma adubação de cobertura com azoto, em todas as modalidades e tratamentos. A aplicação de chorumes ao solo, conduziu a uma maior produção de milho ($p < 0.05$), tendo-se simultaneamente verificado uma redução da quantidade de nitrato lixiviado nestas mesmas modalidades.

Previsão do azoto mineralizável em correctivos orgânicos aplicados ao solo: utilização do método de incubação anaeróbia-extracção

Susana Mendes¹, João Coutinho² & Fernanda Cabral³

¹ ESA Ponte de Lima, Refoios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal (smendes@esapl.pt)

² Centro de Química, Dep Edafologia, UTAD, 5000-901 Vila Real, Portugal

³ Unidade de Química Ambiental, DQAA, ISA, 1349-017 Lisboa, Portugal

A previsão do azoto mineralizado/imobilizado a partir de correctivos orgânicos aplicados ao solo, através de métodos químicos e bioquímicos, constitui uma necessidade para o correcto planeamento da nutrição azotada em sistemas de agricultura que recorram à aplicação destes correctivos, nomeadamente o designado Modo de Produção Biológico (MPB). Esta necessidade decorre de interesses técnicos, económicos e ambientais que se relacionam com o necessário equilíbrio quantitativo e temporal entre as necessidades das culturas e as disponibilidades de azoto no solo. Aqueles métodos, porém, têm sido desenvolvidos e testados para solos em *quasi*-equilíbrio, isto é, na ausência de aplicação recente de correctivos orgânicos. O presente trabalho teve, como objectivo, a aplicação da metodologia de incubação anaeróbia descrita por Kokkonen *et al.* (2006), originalmente proposta para solos, considerando já as principais conclusões por nós obtidas em trabalho igualmente apresentado neste Congresso (*Previsão do azoto mineralizável do solo: comparação de variantes no método de incubação anaeróbia*). Foram utilizados dois correctivos orgânicos: a) folhada de castanheiro, numa dose equivalente a 3000 mg C kg⁻¹ de solo, do qual se pode antecipar uma imobilização líquida de azoto mineral no solo; b) dejectos de poedeiras, numa dose equivalente a 85 mg N kg⁻¹ de solo, do qual se pode antecipar uma mineralização líquida de azoto orgânico no solo. Efectuou-se a comparação de três alternativas de suspensão: H₂O, tampão fosfato pH 7 (Na₂HPO₄/KH₂PO₄) e pirofosfato de sódio (Na₄P₂O₇) pH 10, sempre na presença de uma membrana fixadora de N-NH₄⁺. Nos dias 0, 3 10 e 20, foram medidos os teores de N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N_{org} e C_{org} em solução, bem como a emissão de N-NH₄⁺ fixada na membrana. Foi utilizado um Cambissolo dístico de granito, neutralizado e pré-incubado a 60% da CMA. Os resultados respeitam à média de três repetições e consideram os valores líquidos aparentes dos parâmetros em observação, isto é, os valores obtidos no tratamento com correctivo subtraído do valor inicial e do valor respeitante ao tratamento solo sem correctivo.

Nas três suspensões testadas, os valores aparentes de N-NH₄⁺ emitido na presença da folhada foram nulos, pelo que a sua aplicação não contribuiu para a redução das emissões originadas pelo solo, mesmo em situações de forte alcalinidade. Com os dejectos de poedeira, as emissões aparentes de N-NH₄⁺ são significativas e crescentes da H₂O para o pirofosfato, de acordo com a alcalinidade do meio e o teor de N-NH₄⁺ veiculado pelo correctivo (3,5 g N kg⁻¹). Quanto à evolução do N mineral em solução, os resultados obtidos em pirofosfato indicam um progressivo decréscimo no tratamento com dejectos de poedeira. Este decréscimo (0,77 g N por g de N adicionado), embora anulado pelo N-NH₄⁺ volatilizado, não é coerente com as características do correctivo e é mesmo ampliado pela contabilização do N_{org}. Também o C_{org} sofre uma forte redução (0,83 g C por g de C adicionado) até ao 20º dia. Igualmente no caso da folhada, a redução de N mineral atinge valores inesperados (5,58 g N por g de N adicionado) e só parcialmente compensados pelo aumento de N_{org}. Já os resultados obtidos nas suspensões em H₂O e tampão fosfato, embora diferentes em valor absoluto, são coerentes com os valores encontrados em incubações aeróbias, pelo que a sua utilização parece promissora, desde que o sistema anaeróbio permaneça em equilíbrio com a atmosfera exterior e inclua uma membrana fixadora de N-NH₄⁺.

Kokkonen *et al.*, 2006. *Soil Biology and Biochemistry*, **38**: 504-508.

Trabalho financiado pela FCT (POCTI/AGG/46559/2002 e SFRH/BD/28176/2006)

Efecto del encalado con caliza magnesiana y espuma de azucarería sobre la fertilidad química de suelos ácidos dedicados al cultivo de *Vitis vinifera* cv. Mencía.

V.M. García-Martínez, M.A. Olego Morán, R. Benavente Rubio & E. Garzón Jimeno

Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria – Universidad de León Avda. Portugal, 41 24071 León Telf.: 987291834 e-mail: vmgarm@unileon.es

Entre la gran variedad de suelos dedicados al cultivo del viñedo aparecen aquellos cuyas características extremas, respecto a alguna de sus propiedades, limitan la producción, así como la calidad de los vinos obtenidos. Entre los factores limitantes de la producción vitícola, bajo condiciones de acidez del suelo, destaca la escasez de bases y otros nutrientes esenciales como P y Mo, así como la marcada fitotoxicidad inducida por el exceso de Al y Mn que saturan el complejo de cambio. La corrección tradicional de este problema consiste en la aplicación de enmiendas calizas (caliza, dolomita, yeso, espumas de azucarería, etc.).

Durante dos años se ha estudiado y comparado el efecto diferencial que sobre las propiedades químicas del suelo tienen dos materiales encalantes, espuma de azucarería y caliza magnesiana, evaluando la acción correctora de problemas nutricionales en el cultivo de *Vitis vinifera* cv. Mencía. Para abordar los objetivos propuestos se han incorporado tres dosis de los materiales enmendantes, conformando un total de 21 subparcelas de ensayo, situadas en un viñedo incluido en la Denominación de Origen Bierzo (León).

Mediante muestreos periódicos, coincidentes con los estados fenológicos del cultivo, se han analizado las variaciones experimentadas por todas las bases del complejo de cambio, las variaciones en la reacción actual y potencial, así como las del porcentaje de saturación de aluminio, y todas con relación a la evolución ocurrida en las subparcelas que han actuado como control. Además, se ha cuantificado la eficiencia de los dos materiales como desplazantes del aluminio iónico presente en el suelo. Por último se analizó el efecto que la corrección sobre la acidez ha provocado en la disponibilidad de micronutrientes.

Utilización de un fertilizante biotecnológico como enmienda orgánica en suelos básicos dedicados al cultivo de viñedo.

V. M. García-Martínez, M.A. Olego Morán, R. Benavente Rubio & E. Garzón Jimeno

Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria – Universidad de León Avda. Portugal, 41 24071 León Telf.: 987291834 e-mail: vmgarm@unileon.es

Se detecta una pérdida de fertilidad orgánica en los suelos dedicados al cultivo de viñedo, debida a la disminución en la incorporación de materia orgánica, principalmente estiércoles semihechos o maduros, que repercute en la formación del complejo arcillo-húmico. Esta disminución propicia la aparición de deficiencias nutricionales de micronutrientes y facilita mayores pérdidas de otros nutrientes por fenómenos de lixiviación.

En este trabajo se plantea evaluar el estado nutricional de suelos básicos dedicados al cultivo de viñedo a los que se ha incorporado un fertilizante biotecnológico. El tratamiento de los suelos con este abono orgánico tiene como fin corregir posibles problemas nutricionales y/o mantener el estado de fertilidad de dichos suelos.

El diseño experimental de estas pruebas de campo consta de tres repeticiones de cada una de las dosis del material enmendante, así como el control que no ha recibido aporte del mismo. El número de subparcelas de ensayo se ha elevado a un total de 15.

El seguimiento de la evolución nutricional en el suelo se ha llevado a cabo mediante el muestreo con barrena de todas las subparcelas de ensayo, a una profundidad, de 8 – 35 cm, en los diferentes estados fenológicos del cultivo.

Se ha constatado que el uso y aplicación del fertilizante ha repercutido favorablemente sobre los parámetros físico-químicos y biológicos de los suelos dedicados al cultivo de la vid, caracterizados por la presencia de un endopedión calcáreo.

Sessão temática 6:

**SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE USO DA
TERRA. NOVOS DESAFIOS**

Influência das técnicas de instalação da vinha no desenvolvimento radicular e na alimentação hídrica da vinha: casos de estudo

Carlos Arruda Pacheco¹ & Ana Costa Dias²

¹ *Dep. Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, E-Mail: capacheco@isa.utl.pt*

² *Dep. Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia.*

Em Portugal, por norma, os empresários vitícolas procedem à mobilização profunda (0,5 m < p < 1 m) do solo, independentemente do tipo, espessura e natureza dos horizontes em causa. O pretendido afofamento do solo é realizado mais frequentemente com charrua ou subsolador.

Neste trabalho, são apresentados dois casos de estudo, ambos relativos a vinhas adultas, localizadas em encostas de declive suave (2 a 6%), em solos francos e argilo-limosos derivados de arenitos e argilitos com incrustações calcárias e argilosos expansíveis de gabrodioritos.

No primeiro caso, a instalação da vinha envolveu o rompimento do solo com charrua até à profundidade de 0,7 a 0,9 m. No segundo caso, o subsolador atingiu a profundidade dos 0,6 a 0,7 m afectando numa situação a camada Cca e na outra não.

Para as quatro situações acima identificadas são apresentados resultados relativos ao padrão de distribuição radicular da videira até 3 m de profundidade, bem como a contribuição das camadas litológicas na alimentação hídrica da planta. A morfologia radicular da videira foi caracterizada pelo método do mapeamento, em filme de plástico, das intersecções radiculares em planos verticais e horizontais e posterior quantificação. A água do perfil pedolitológico foi quantificada, pelo método neutrónico, até aos 3 m.

Do diagnóstico às quatro situações acima tipificadas podemos concluir que:

- A ruptura dos solos argilosos com argilas expansíveis, com charrua e/ou subsolador, é uma operação sem consequências sobre o padrão de distribuição radical da videira e, portanto, inútil, mas com custos económicos e ambientais elevados;
- A ruptura com charrua em solo de textura franca alterou negativamente o padrão de distribuição radical na espessura 0,2 a 0,8 m, e teve consequências muito negativas sobre o humedecimento das camadas litológicas e padrão de distribuição radicular destas;
- O padrão de distribuição radicular da videira mostra-nos que a concentração de raízes é máxima nos horizontes antrópicos decrescendo abrupta ou progressivamente, conforme os casos, com a profundidade até cerca dos 3 m;
- A concentração de raízes decresce com o aumento da massa volúmica do solo, mas aquelas podem colonizar e extrair muita água em camadas litológicas argilosas e/ou argilo-limosas de moderada expansibilidade e massa volúmica no intervalo de 1,8 a 1,9 Mg/m³ ou camadas litológicas de arenito cimentado e massas volúmicas da mesma ordem de grandeza, mas apresentando descontinuidades em forma de lentículas, de cores cinzento – esverdeadas, nas quais se localizam as raízes;
- A contribuição em água das camadas litológicas localizadas entre 1,5 a 3,0 m de profundidade é da maior importância na alimentação hídrica da videira durante os meses quentes e secos de Julho e Agosto.

Efeito da ripagem prévia seguida de armação do terreno em vala e câmara na sobrevivência, crescimento e potencial hídrico foliar das espécies *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco e *Castanea sativa* Mill. em jovens povoamentos florestais

F. Fonseca¹, A. Martins², T. de Figueiredo³, C. Nogueira⁴ & A. Guerra⁴

¹ CIMO - Escola Superior Agrária de Bragança, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal, e-mail: fjonseca@ipb.pt

² Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-911 Vila Real, Portugal, e-mail: amartins@utad.pt

³ CIMO - Escola Superior Agrária de Bragança, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal, e-mail: tomasfig@ipb.pt

⁴ Participação no projecto

Na região mediterrânica, onde o período seco é longo e com riscos de se intensificar no futuro, a disponibilidade de água constitui o principal factor limitante à sobrevivência e ao crescimento vegetal. Nestes ambientes, é frequente encontrar solos com fraca capacidade de suporte radical, elevado conteúdo de elementos grosseiros e baixo teor em matéria orgânica, o que tende a limitar o armazenamento de água no perfil do solo, pelo que o sucesso das plantações passa nessas situações, por uma melhoria local da disponibilidade de água através de técnicas de preparação do terreno. Estas, quando conduzidas de forma apropriada, podem beneficiar a sobrevivência e crescimento inicial, e posteriores crescimentos em diâmetro e altura, em comparação com áreas não mobilizadas, por aumento da espessura de enraizamento e redução da competição. Com o propósito de contribuir para o esclarecimento do efeito da ripagem prévia do solo na resposta das plantas (aqui traduzida pelo crescimento em altura e diâmetro, sobrevivência e potencial hídrico foliar), efectuou-se um estudo em povoamentos mistos de *Pseudotsuga menziesii* (PM) e *Castanea sativa* (CS) instalados com diferentes intensidades de ripagem prévia seguida de armação do terreno em vala e câmara, nos seguintes tratamentos: sem ripagem; (SR); ripagem localizada (RL); ripagem contínua (RC). Na avaliação do crescimento e mortalidade das espécies PM e CS, foi observado o estado das plantas e realizadas medições da altura total da parte aérea e diâmetro do caule ao nível do solo de todas as plantas, imediatamente após a plantação e aos 12, 24, 27, 30, 36, 39, 42 e 72 meses. Contabilizou-se a mortalidade antes e depois do período estival, por contagem das plantas mortas, no ano da plantação (2002), nos anos das retanchas (2003 e 2004) e no ano 2005. O potencial hídrico foliar de base, foi medido antes do nascer do sol nas cinco melhores árvores por tratamento e em duas folhas por árvore, no período estival dos anos 2003, 2004 e 2005. Nos tratamentos SR e RL a mortalidade é inferior a 35%, atingindo valores de cerca de 45% no tratamento RC, sendo sempre mais elevada na espécie PM. No tocante aos parâmetros de crescimento das árvores (altura e diâmetro), a intensidade da ripagem mostrou influência negativa, particularmente na espécie CS, seguindo a sequência SR>RL>RC. Os potenciais hídricos foliares de base situam-se acima de -1,00 MPa e, como tal, dentro das condições naturais da vegetação arbórea, mostrando forte dependência do acréscimo do teor de humidade do solo, resultante das precipitações estivais. Quer a taxa de sobrevivência, quer os crescimentos em altura e diâmetro, mostram boa relação com a espessura efectiva, mas mostram-se independentes da ripagem, segundo a sequência SR>RL>RC. Os resultados colocam em evidência a importância da melhoria das condições de enraizamento em profundidade nos primeiros anos de estabelecimento das plantas, e mostram a ineficácia da ripagem prévia neste processo, o que se traduz na possibilidade de redução de custos e de diminuição de impactes da mobilização no solo.

Mejora del balance de nitrógeno en el suelo en olivares bajo agricultura de conservación

F. Márquez¹, R. Ordóñez², R.M. Carbonell² & M.A. Repullo¹

¹ Asociación Española de Agricultura de Conservación/Suelos Vivos. Centro Alameda del Obispo. Apdo. 3092. 14080-Córdoba. fmarquez@aeac-sv.org

² Área de producción ecológica y recursos naturales. IFAPA. Centro Alameda del Obispo. Apdo. 3092. 14080-Córdoba.

El nitrógeno, principal elemento fertilizante, se ha convertido en uno de los mayores problemas de la agricultura actual. Este hecho motivó que las administraciones europeas promulgaran la Directiva 91/676 relativa a la contaminación producida por nitratos de origen agrícola. Este elemento en primera instancia beneficioso para el desarrollo y productividad de las plantas, se ha convertido, fruto de los graves procesos de escorrentía y erosión que sufren los cultivos manejados mediante labranzas, en uno de los principales contaminantes de los cursos fluviales y aguas subsuperficiales.

El olivar es un cultivo con escasa cobertura de suelo, que normalmente se sitúa en orografía abrupta, el 76% de los olivos adultos se enclavan en pendientes comprendidas entre el 8 y 16%. Gran parte de las comarcas olivereras poseen un clima mediterráneo, caracterizado por su largo estiaje con temperaturas elevadas, seguido de un periodo relativamente húmedo con abundancia de lluvias intensas. Estas características motivan que en los olivares labrados se registren importantes tasas de escorrentía, que arrastran grandes cantidades de este anión especialmente móvil en el agua, que se convierte en uno de los principales contaminantes de ríos y embalses. También es común la lixiviación de este elemento hacia capas profundas en los sistemas de laboreo, lo que provoca la contaminación de acuíferos.

En este trabajo se ha llevado a cabo un estudio comparativo de la concentración de nitrógeno, tanto en agua como en suelo, en dos sistemas de manejo, cubiertas vegetales y laboreo convencional. Para ello, se ha realizado una campaña de muestreo de dos años en tres campos experimentales situados en la provincia de Córdoba. Se han instalado microparcels de captura de escorrentía y sedimentos, recogiendo tras cada evento de lluvia la escorrentía y erosión medida por las mismas, además, se toman muestreos de suelo a distintas profundidades y muestras de residuo vegetal, a fin de conocer sus contenidos en nitrógeno y poder realizar un balance de este anión.

Se ha observado como la disminución en la escorrentía aportada por las cubiertas vegetales, reduce de manera muy importante la contaminación de las aguas por este anión. Los aumentos en la infiltración en los sistemas de agricultura de conservación, podrían generar un incremento del lavado de nitrógeno. Sin embargo los resultados muestran como esta situación no sucede, ya que las mejoras estructurales conseguidas con las cubiertas vegetales favorecen la retención de este elemento en los poros, translocándolo las raíces de las plantas hacia capas superficiales.

Efeito das pastagens melhoradas biodiversas na produtividade e na qualidade do solo em montados do Sul de Portugal

J. Nunes¹, N. Cortez², C. Alexandre³, M. Carneiro⁴, A. Fabião⁴ & M. Madeira²

¹ ICAM- Instituto de Ciências Agrárias Mediterrânicas, 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 Geociências, Universidade de Évora, 7002-554 Évora

⁴ Departamento de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa

Os montados de sobre (*Quercus suber* L.) e de azinho (*Quercus rotundifolia* Lam.) constituem sistemas em que as árvores ocorrem espaçadamente distribuídas na paisagem, condicionando uma forte diferenciação de condições ambientais entre as áreas influenciadas pelas árvores e as não afectadas por essa influência, com implicações nas características do solo e na vegetação herbácea. Para além disso, 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 do solo, bem como o seu baixo teor em C orgânico e em nutrientes. Por estas razões, tem sido manifesta a necessidade de encontrar formas de gestão que conduzam à recuperação da qualidade do solo e que constituam uma via de valorização económica e ambiental dessas áreas. A introdução de vegetação herbácea com uma forte componente de leguminosas pode aumentar a produtividade da vegetação e, desse modo, aumentar a incorporação de C no solo e melhorar as condições de fertilidade deste (Robert, 2001). Nesta comunicação apresentam-se os resultados de um estudo de 3 anos (2004-2007) que visou avaliar o efeito das pastagens melhoradas ricas em leguminosas, na produtividade, na qualidade do solo e do meio ambiente em áreas de montado submetidas ao pastoreio de ovinos, no Sul de Portugal. O estudo de monitorização da produtividade da vegetação herbácea e da qualidade do solo decorreu na Herdade dos Esquerdos (39° 07' N, 7° 29' W), Monforte, numa região de clima mediterrânico, com temperatura anual média de 15,2 °C e precipitação média de 531 mm, em áreas de Regossolos ou Cambissolos (WRBSR). Para a avaliação da biomassa da vegetação herbácea produzida em cada um dos diferentes tratamentos, foram escolhidas aleatoriamente 4 árvores com diâmetro de copa superior a 10 m. Foram colocadas gaiolas de protecção sob a copa e fora da sua área de influência para cada uma das árvores escolhidas. A biomassa herbácea foi amostrada em Abril, Julho e Dezembro de 2005 e de 2006, e em Abril de 2007. Os solos foram amostrados no início e no final do período de estudo para a determinação do teor de carbono e azoto orgânicos, de fósforo e potássio extraíveis e de bases de troca e dos valores de pH, às profundidades de 0-10 e 10-20 cm, colhendo-se em cada parcela de cada tratamento 6 amostras para cada uma das profundidades, 3 sob a copa das árvores e 3 fora da sua influência. O comportamento do N do solo, foi estudado recorrendo ao método da mineralização sequencial *in situ*, nas áreas sob e fora da acção do coberto das árvores, em pastagens melhoradas com 20 anos de instalação e em pastagens naturais. Verificou-se que o valor da biomassa produzida na pastagem melhorada foi superior ao da pastagem natural. No entanto, a biomassa nas áreas sob a copa foi, em geral, inferior à das áreas fora da acção do coberto arbóreo. Tal como é norma para as curvas de produção de pastagens em condições de clima mediterrânico, os picos de biomassa ocorreram na Primavera. O solo das áreas sob coberto, nos dois tipos de pastagem, na camada 0-10 cm, apresentou valores de carbono e azoto orgânicos, de fósforo e potássio extraíveis e de bases de troca, superiores aos do solo das áreas fora da influência da copa. Nos tratamentos com pastagem melhorada esta diferenciação estendeu-se, nalgumas das características avaliadas, à segunda profundidade de amostragem. As quantidades acumuladas de N mineralizado ($N-NH_4^+ + N-NO_3^-$), durante o período de estudo, foram de 377,6 e 215,0 kg ha⁻¹ no solo das áreas fora da influência da copa, e de 601,4 e 338,1 kg ha⁻¹ no solo das áreas sob coberto, respectivamente, nos tratamentos com pastagem melhorada e nos tratamentos com pastagem natural.

Os resultados sugerem que a introdução de pastagens melhoradas biodiversas em sistemas do tipo “montado” permitem aumentar o seu potencial produtivo e melhorar a qualidade do solo, contribuindo assim para uma maior sustentabilidade destes sistema agro-florestais. Todavia, na gestão deste tipo de sistema, deverá ter-se particular atenção à ocorrência de picos de libertação de N nos locais sob coberto que, em conjugação com a permanência dos animais nestas áreas por largos períodos de tempo, poderão pôr em causa a sobrevivência das próprias árvores.

Efectos de tres diferentes sistemas de laboreo sobre las cosechas de girasol en un suelo muy arcilloso (Vertisol)

Pedro González-Fernández¹, J. Vicente Giráldez-Cervera², Rafaela Ordóñez-Fernández¹ & Francisco Perea Torres¹

¹ Area Producción Ecológica y Recursos Naturales. IFAPA Centro Alameda del Obispo. Apartado 3092. 14080 Córdoba. España

pedro.gonzalez.fernandez@juntadeandalucia.es

² ETSIAM. Univ. Córdoba

La información disponible sobre la influencia que ejercen los sistemas de agricultura de conservación sobre las producciones de girasol en suelos muy arcillosos (very fine montmorillonitic thermic Chromic Haploxerret) en clima mediterráneo es limitada.

Se han estudiado los efectos de la siembra directa (SD) y el laboreo mínimo vertical (Lm) en comparación con el laboreo convencional o tradicional (LC) en un ensayo de larga duración en secano, iniciado en 1982 en la finca experimental "Tomejil", situada en Carmona (Sevilla). En este ensayo se alternan los cultivos de trigo (*Triticum spp.*), girasol (*Helianthus annuus L.*) y una leguminosa.

Las cosechas se midieron cada tres años y se estimó su variabilidad mediante el coeficiente de variación. Promediado todo el ensayo, las producciones en las parcelas en SD o Lm no fueron significativamente distintas a las recogidas en LC; Las cosechas medias son 1292 kg/ha, 1462 kg/ha y 1371 kg/ha, respectivamente. La variabilidad temporal apenas difiere entre los diversos sistemas de laboreo: 68% para el SD, 72% en el Lm y 64% en LC. El Lm muestra la mayor dispersión absoluta. Estos coeficientes son considerablemente altos y son típicos de los cultivos de primavera bajo clima mediterráneo.

Se confirma que los sistemas de manejo de suelo conservacionistas proporcionan más agua útil para las plantas. Característica especialmente llamativa en los años secos o muy secos, como se observa en las mínimas producciones registradas en el periodo estudiado: 122 kg/ha en LC contra 320 kg/ha en SD y 273 kg/ha en Lm.

Los resultados de este estudio sugieren que las cosechas y la variabilidad temporal de las cosechas del girasol bajo sistemas de manejo de suelos y rastrojos conservacionistas pueden ser comparables a las obtenidas con el laboreo tradicional.

Pérdida de fósforo y materia orgánica por erosión hídrica en parcelas revegetadas con matorral autóctono bajo clima semiárido

R. Bienes¹ & J. M. Marqués²

¹ Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (I.M.I.D.R.A.). Apdo 127. 28800-Alcalá de Henares, Madrid. E-mail: ramon.bienes@madrid.org y Dpto. de Geología. Universidad de Alcalá de Henares

² Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (I.M.I.D.R.A.). Apdo 127. 28800-Alcalá de Henares.

Introducción - Uno de los problemas ocasionados por la erosión hídrica es la pérdida progresiva de nutrientes del suelo que limita el desarrollo de la vegetación, lo que genera unas tasas de erosión mayores. La detención de este círculo vicioso antes de llegar a la desertificación, puede conseguirse favoreciendo usos del suelo que disminuyan la fuga de nutrientes. En este trabajo se comparan los diferentes resultados obtenidos en parcelas tipo USLE entre 1998-2001. Se estudian las tasas de erosión y escorrentía, así como las pérdidas de materia orgánica oxidable y de fósforo asimilable de 39 muestreos de lluvias bajo distintos tipos de cubierta vegetal. El clima semiárido de la zona de estudio acentúa aún más los problemas de la erosión debido al clima extremado continental y al régimen de lluvias.

Material y métodos - La zona de estudio se halla enclavada en la localidad de Aranjuez (Madrid, España). Se trata de una zona semiárida, próxima a la aridez (pluviometría media anual 390 mm), en la que han tenido lugar dos revegetaciones empleando arbustos autóctonos (*Atriplex halimus* y *Thymus zygis*). Los marcos de plantación fueron de 1,5 x 1,5 m para *A. halimus* y 0,5 x 0,5 m para *T. zygis*.

Las parcelas de ensayo se encuentran sobre un suelo desarrollado sobre margas yesíferas y clasificado como *Xeric Haplogypsid* (USDA, 2.006) (*Haplic Gypsisol (arzie siltic)* según FAO, 2006), con bajo índice de rugosidad (determinada mediante el empleo de un perfilador de agujas) y alta susceptibilidad a la formación de costras de splash.

En las parcelas con arbustos se dejó crecer la vegetación espontánea, por lo que estas parcelas presentaban tanto un estrato arbustivo como herbáceo, tomándose como control a la vegetación espontánea de la zona. Las parcelas de erosión son tipo USLE de 80 m² (4 m ancho x 20 m largo). El diseño experimental consideró tres repeticiones para cada tratamiento (9 parcelas USLE en total).

Resultados y discusión - El *A. halimus* genera una enorme cantidad de restos vegetales llegando a formar bajo las copas, al cabo de 4 años, un mulch que en algunos casos alcanzó los 3,5 cm de espesor. Esta hojarasca disminuye la velocidad del flujo del agua superficial facilitando la percolación del agua y reduciendo considerablemente la escorrentía, y consecuentemente una menor tasa de erosión. A este efecto de la hojarasca producida por *A. halimus* se añade la presencia de una mayor macroporosidad como consecuencia de la descomposición de gran cantidad de raíces de este arbusto (Chisci et al, 2001) así como una disminución del splash (Geddes et al, 1999). Todo ello se traduce en un incremento notablemente la infiltración. La mayor parte de estos restos vegetales son objeto de una rápida humificación. Como consecuencia, los sedimentos procedentes de estas parcelas en las que se introdujeron arbustos, presentan unos contenidos mayores de materia orgánica y fósforo asimilable que los correspondientes a las parcelas control, si bien estas diferencias no son significativas como consecuencia de la elevada variabilidad de los datos.

Por el contrario, el *T. zygis* apenas genera restos vegetales y el suelo entre arbustos ha permanecido con bajos porcentajes de cubierta vegetal, con lo que el agua ha podido circular sin dificultad por estos espacios.

En consecuencia, se han observado diferencias significativas ($p < 0,05$) en las escorrentías de los diferentes tratamientos. Así, el *A. halimus* presentó un 53% menos de escorrentía que la vegetación espontánea (control), mientras que el *T. zygis* presentaba un 10% más que el control (vegetación espontánea).

A diferencia de los resultados obtenidos por Andreu et al (1998), la tasa de erosión bajo cubierta de *A. halimus* fue el 76% de la que tuvo lugar con la vegetación espontánea, mientras que el *T. zygis* presenta un fuerte incremento con respecto al control (152%). Sin embargo, al contrario de lo que

ocurría con las escorrentías, las diferencias observadas entre tratamientos no son significativas para el nivel $p < 0,05$.

En cuanto a la pérdida total de materia orgánica (expresada en kg/ha), la cantidad que se pierde en las parcelas de *A. halimus* es un 15% inferior a la registrada en el control, ya que se compensa en gran medida el mayor contenido de materia orgánica de los sedimentos de *A. halimus* con la menor cuantía de los mismos, mientras que el tomillo (*T. zygis*) exporta 21% más que el control, si bien estas diferencias no son significativas ($p < 0,05$).

Tratamiento	Sediment (Kg/ha)	n	Escorrentía (mm)	n	MO (%)	n	P205 (ppm)	n	MO (Kg/ha)	n	P205 (g/ha)	n
A. halimus	1,82 ± 3,6 a	117	0,09 ± 0,19a	116	4,57 ± 4,02a	21	48,6 ± 17,6 a	21	210,1 ± 0,13a	21	0,16 ± 0,16a	18
T. zygis	3,65 ± 6,7 b	117	0,19 ± 0,29b	117	3,04 ± 0,57b	22	33,1 ± 14,0 b	22	220,2 ± 0,16a	21	0,17 ± 0,16a	22
Control	2,41 ± 3,9 ab	117	0,17 ± 0,21c	117	3,20 ± 0,56c	19	36,1 ± 10,5 ab	19	190,1 ± 0,10a	19	0,17 ± 0,11a	19

Con el fósforo sucede algo parecido que con la materia orgánica. Los sedimentos de las parcelas de *A. halimus* son los que presentan un mayor enriquecimiento en este nutriente (34% superior a los del control), mientras que los sedimentos de las parcelas de *T. zygis* presentaban unas concentraciones muy similares a las de la vegetación espontánea (control). Este enriquecimiento en fósforo de los sedimentos de *A. halimus* ya fue observado por Papini et al (2002). Sin embargo, las pérdidas totales (expresadas en g/ha) de fósforo asimilable (Olsen) han sido prácticamente las mismas bajo los tres tratamientos ensayados.

Este comportamiento desfavorable del *T. zygis*, a diferencia de lo observado por Duran et al (2002.), desaconseja su empleo en el control de la erosión.

Conclusiones - El *A. halimus* no representa una reducción significativa de las pérdidas de materia orgánica oxidable ni de fósforo asimilable con respecto al control, pero tiene la ventaja sobre este de disminuir considerablemente tanto las escorrentías como la tasa de erosión.

Las parcelas de *T. zygis* han generado mayores escorrentías y tasas de erosión que el control, a lo que se suma unas grandes pérdidas tanto de materia orgánica como de fósforo. Por tanto, se desaconseja el empleo de este arbusto autóctono en futuras revegetaciones como especie principal. En todo caso podrían introducirse individuos aislados con el fin de aumentar la diversidad de las revegetaciones, pero no para controlar la erosión y escorrentía.

Bibliografía

- Andreu, V.; Rubio, J.L. ; Gimeno-García, E. ; Llinares, J.V. 1998. Testing three Mediterranean shrub species in runoff reduction and sediment transport. *Soil & Tillage Research*, 45: 441-454.
- Duran Zuazo, V.H.; Martínez-Raya, A. and Aguilar Ruiz, J. 2002. Control de la erosión en los taludes de bancales, en terrenos con fuertes pendientes. *Edafología*, Vol. 9 (1): 1-10.
- Chisci,GC; Bazzoffi,P; Pagliai,M; Papini,R; Pellegrini,S; Vignozzi,N. 2001. Association of sulla and atriplex shrub for the physical improvement of clay soils and environmental protection in central Italy. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 84 (1): 45-53.
- Geddes, N.; Dunkerley, D. 1999. The influence of organic litter on the erosive effects of raindrops and of gravity drops released from desert shrubs. *Catena*, 36 (4): 303-313.
- Papini, R; Bazzoffi, P; Pellegrini, S; Pagliai, M (ed.); Jones, R. 2002. Effect of land use systems on erosion and nutrient loss in the Mediterranean. *Advances in Geoecology*, No.35, 459-470.

Dinâmica do azoto em plantações de *Pinus pinaster*

S. Viso¹, A.S. Santos¹, M.C. Cameira¹, R. L. Pato¹ & M. Madeira²

¹ Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, 3040-316 Coimbra, mccc@esac.pt

² Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa

Avaliou-se o efeito de diferentes sistemas de instalação e condução na mineralização de azoto em povoamentos de pinheiro bravo, instalados em *Arenossolos*, na Mata Nacional de Leiria, na região Centro-Litoral de Portugal. Estudou-se a produção de N mineral através da incubação aeróbia e anaeróbia de amostras de solo das áreas experimentais de renovação (regeneração natural e plantação; talhão 153) e de alternativas de condução de povoamentos instalados (talhões 323 e 164). No primeiro caso consideraram-se os tratamentos: RN, RNF, PF e PFF (regeneração natural, com aplicação posterior de fertilizantes, plantação após fresagem e, com aplicação posterior de fertilizantes). No segundo caso consideraram-se áreas experimentais em povoamentos das classes etárias de 25-30 anos (bastio) e 40-50 anos (fustadio). Consideraram-se os tratamentos M, MF, MI e MIF (manutenção da vegetação espontânea sob coberto (tratamento controlo), com aplicação de fertilizantes, controlo da vegetação espontânea por estilhaçamento, sendo esta incorporada no solo por intermédio de uma fresa e, com aplicação posterior de fertilizantes).

A amostragem do solo foi efectuada à profundidade de 0-10 cm, em Maio de 2007. Efectuou-se a caracterização inicial do solo através da determinação do pH, C orgânico e N Kjeldahl (após secagem ao ar) e do N mineral (amostra com humidade original), e após preparação prévia as amostras foram incubadas em condições aeróbias e anaeróbicas. No final da incubação foi igualmente efectuada a caracterização das amostras. A incubação aeróbia foi efectuada a uma temperatura controlada de 25° C. Os teores de N mineral (N-NH_4^+ e N-NO_3^-) foram determinados após 0, 7, 15, 40, 70 e 100 dias de incubação. A avaliação do potencial de mineralização do N das amostras foi realizada em condições anaeróbias, a uma temperatura controlada de 40 °C, durante um período de 15 dias.

A produção de N mineral na área experimental de regeneração (talhão 153) não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos aplicados. A taxa de mineralização do N por mineralização aeróbia foi bastante elevada em todos os tratamentos, (RN: 48,0; PF: 52,5; RNF: 44,2 e PFF: 39,6 mg g⁻¹ N), não se verificando diferenças significativas entre tratamentos, mas os valores mais elevados foram observados nos tratamentos sem fertilização. A taxa de mineralização do N por mineralização anaeróbia, foi mais baixa do que em condições aeróbias, também sem diferenças significativas entre tratamentos, sendo os valores mais elevados observados nos tratamentos sem fertilização (RN: 31,9 e PF: 33,3 mg g⁻¹ N). Nos povoamentos instalados (talhões 323 e 164), a mineralização do N variou aparentemente com os tratamentos, verificando-se uma mineralização mais elevada nos tratamentos com aplicação de fertilizantes. A taxa de mineralização do N apresentou uma forte diferenciação entre tratamentos na área experimental com árvores de 27 anos de idade (talhão 323), observando-se que os tratamentos com aplicação de fertilizantes apresentaram taxas de mineralização muito mais elevadas (MF: 35,1 e MIF: 35,1 mg N-NH₄⁺ g⁻¹ N) do que os tratamentos sem fertilização (M: 9,4 e MI: 18,2 mg N-NH₄⁺ g⁻¹ N).

Efecto de distintos tratamientos agrícolas sobre la fertilidad química en tepetates cultivados del eje transvolcánico mexicano

Sara Covalada¹, Silvia Pajares¹, Juan F. Gallardo¹, Juliana Padilla², Jorge D. Etchevers², Aurelio Báez² & M. Isabel González³

¹ IC.S.I.C., Salamanca 37071 (España), e-mail: jgallard@usal.es

² I. R. N., Colegio de Posgraduados de Montecillo, Texcoco 56230 (México)

³ Area de Edafología, Universidad de Salamanca, Salamanca 37080 (España).

Los tepetates se definen como tobas volcánicas parcialmente alteradas y endurecidas por procesos geopedológicos. Estos sustratos ocupan grandes extensiones en el altiplano central de México y en ocasiones han sido habilitados para la agricultura. Se estudiaron los cambios de algunas propiedades fisicoquímicas y químicas producidos en tepetates por el uso agrícola a corto (2002-05) y medio plazo (1986-02). Las parcelas experimentales fueron sometidas a diferentes manejos agronómicos: Tradicional (Tt), mejorado (Tm) y orgánico (To). En 16 años de cultivo los tepetates con tratamiento Tt mostraron un aumento de la acidez y una disminución de la concentración de Mg²⁺ y K⁺ intercambiables, lo cual provocó una pérdida en la saturación de bases. Estos resultados muestran la fragilidad de estos sistemas debido a su bajo poder de amortiguación. En contraste, también se observó una tendencia a la acumulación de C orgánico edáfico (COS), N total (Nt) y P asimilable (Pas) en la capa arable, que estuvo influenciada por el manejo agrícola aplicado. A corto plazo (4 años) el tratamiento To permitió disminuir la acidificación y la recuperación de los niveles de K⁺ intercambiable iniciales e incrementar los contenidos de COS, Nt y Pas. El manejo Tm, con incorporación de residuos de la cosecha anterior, fue especialmente eficaz respecto al Pas. Se concluye que los tepetates recuperados y cultivados evolucionan, desde un punto de vista nutricional, hacia suelos más fértiles a medida que aumentan los años de explotación.

Painéis

Estimativa de produtividade em soutos submetidos a diferentes práticas de gestão do solo no Nordeste de Portugal

A. Martins¹, O. Borges³, E. Portela¹, F. Raimundo¹ & G. Marques²

¹ Dep. Edafologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Apart. 1013, 5001-801 Vila Real Tel. 259 350209 amartins@utad.pt

² Dep. Microbiologia e Indústrias Alimentares, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Apart. 1013, 5001-801 Vila Real

³ Direcção Regional de Agricultura do Norte (DRAPN), Delegação do Nordeste Transmontano, Av. General Humberto Delgado, 5301-903 Bragança

O castanheiro para fruto, conduzido em Trás-os-Montes maioritariamente no sistema conhecido por *souto*, é uma das culturas com maior interesse económico na designada Terra Fria de Planalto, contribui com cerca de 85 % da produção de castanha do país e constitui um importante traço da paisagem agrária regional. No sentido de apurar o efeito de práticas culturais utilizadas na gestão do solo destes sistemas, vários estudos têm sido efectuados e os resultados foram já reportados em diferentes comunicações apresentadas em reuniões técnicas e científicas e objecto de várias publicações. No presente trabalho pretende apresentar-se uma estimativa da produtividade com base nos custos de produção e nos rendimentos obtidos, para quatro modalidades de gestão do solo do subcoberto: MC - Mobilização convencional com escarificador três vezes ao ano; PN – manutenção de cobertura vegetal com espécies herbáceas espontâneas; PS – Idem com espécies semeadas em regime de sequeiro; PR – idem mas em regime de regadio. A produtividade foi avaliada através da diferença entre os custos de produção (trabalho de máquinas, fertilizações, instalação e aplicação de rega, aplicação de fitofármacos e apanha de castanha) e o rendimento global obtido com a produção de fruto, (valor médio de 2003, 2004 e 2006) de pastagem (2006) e de cogumelos comestíveis (2006), numa perspectiva de uso múltiplo do sistema. Consideraram-se os preços de mercado para os serviços e produtos envolvidos. Os custos por tratamento reportados ao hectare e ano ordenam-se da seguinte forma: PR > MC > PS > PN, com um máximo de 1786 €/ha/ano no primeiro caso e um mínimo de 1096 €/ha/ano no último. No tocante à produção de fruto, os valores mais elevados encontraram-se em PN e PR (respectivamente 6435 e 6189 kg/ha) e os mais baixos em PS e MC (respectivamente 4621 e 5245 kg/ha), não tendo sido observadas diferenças no calibre. Relativamente à produção de cogumelos comestíveis, os resultados obtidos apontam claramente para o efeito negativo das mobilizações na quantidade produzida, o que está em linha com resultados anteriormente conseguidos. O valor mais elevado foi obtido nas parcelas regadas (146 kg/ha/ano a que corresponde um rendimento de 1320 €/ha/ano) e o mais baixo nas parcelas mobilizadas (14,7 kg /ha/ano e rendimento de 130 €/ha/ano). O rendimento bruto total foi mais baixo nas parcelas MC e PS e mais elevado nas parcelas PN e PR (respectivamente 4903, 5909, 6750 e 7868 €/ha/ano, para MC, PS, PN e PR), o mesmo sucedendo com o rendimento líquido, (3621, 4773, 5654 e 6082 €/ha/ano, respectivamente para as parcelas MC e PS, PN e PR). Ainda que os resultados obtidos devam ser observados com alguma reserva, já que os relativos à produção de pastagem e de cogumelos se referem apenas a um ano, e, como tal, devam ser confirmados com os de novos anos para validação dos valores obtidos até à data, eles vêm corroborar os de estudos anteriores. Como conclusão, recomenda-se a substituição da prática convencional de mobilização do solo por práticas mais em consonância com a sustentabilidade e produtividade multifuncional destes sistemas, como são a manutenção do subcoberto com vegetação espontânea ou o recurso a rega em pastagem semeada de cobertura, já que esta pode em si justificar-se face aos efeitos muito positivos no acréscimo da produção de cogumelos e no rendimento líquido global do sistema.

Incidencia del pastoreo en suelos de clima árido mediterráneo sobre el color del suelo

Beatriz Ramírez, Luis Fernández-Pozo & José Cabezas

Grupo de Investigación Análisis de Recursos Ambientales. Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas s/n. 06071. Badajoz. e-mail: luferro@unex.es

El color del suelo es una de las características morfológicas más importantes, obvia y fácil de determinar, permitiendo identificar y evaluar distintas clases de suelos, siendo el atributo más relevante en la separación de horizontes, guardando una estrecha relación con los principales componentes del suelo. El interés al determinar el color radica en que permite inferir otras propiedades edáficas, la naturaleza de los componentes y la reapuesta esperable de las plantas. Los factores que influyen sobre el color del suelo son la calidad e intensidad de la luz (radiación), la rugosidad de la superficie reflectora y la humedad de la muestra.

Nuestro estudio se ha realizado en el Centro de Estudios de Zonas Áridas, ubicado en la IV Región de Chile. Como principales características podemos citar un clima árido mediterráneo con precipitación anual de 140 mm y temperatura media anual de 17°C y vegetación dominada por especies arbustivas endémicas de Chile (*Flourensia thurifera*, *Gutierrezia resinosa* y *Heliotropium stenophyllum*) siendo el suelo más representativo un Camborthid típico de textura franco arenosa y pH ligeramente alcalino. Hemos seleccionado 6 parcelas, 3 pastoreadas con cabras a carga ganadera de 25 cabezas/Ha en régimen extensivo sin empleo de agroquímicos (una de cada arbusto dominante) y 3 excluidas al pastoreo desde hace más de 30 años (una de cada arbusto dominante). En cada parcela se realizaron 6 transectos partiendo de un arbusto y tomando muestras inalteradas de 60 mm de profundidad y 53 mm de diámetro a pie del arbusto, a un metro y a dos metros de aquél. Una vez secas al aire las muestras, se determinó color en seco y húmedo empleando la tabla Munsell. Todas las muestras, tanto de los transectos de las parcelas pastoreadas como excluidas, en seco y húmedo mostraron el mismo matiz, 10YR y sólo se observaron cambios en la intensidad y/o pureza tanto el el color seco como húmedo.

En cuanto al color en seco, las formaciones pastoreadas de *F. thurifera* presentan un color más puro que las excluidas, pasando de 4 a 5. Por el contrario, la pureza es menor en las formaciones de *G. resinosa* pastoreadas que en excluidas, pasando de 5 a 4, mientras que en las formaciones de *H. stenophyllum* pastoreadas la intensidad es mayor que en las excluidas, pasando de 3 a 4.

En cuanto al color en húmedo, las formaciones pastoreadas de *F. thurifera* y *G. resinosa* presentan un color más puro e intenso que las excluidas, pasando de 2 a 3 tanto para intensidad como pureza en ambas formaciones. En las de *H. stenophyllum* pastoreadas la intensidad es mayor que en las excluidas, pasando de 2 a 3.

Ante los resultados obtenidos podemos establecer que el efecto del pastoreo sobre el color del suelo no es muy intenso, ya que no se producen cambios en la matiz, 10YR. Las variaciones en intensidad nos indican menor contenido de materia orgánica dando lugar a un incremento del efecto albedo, al hacerse más claro el color, como ocurre en las formaciones pastoreadas de *H. stenophyllum* y *F. thurifera*. Sin embargo en las formaciones pastoreadas de *G. resinosa* el color en seco se hace más oscuro, provocado probablemente por un incremento en el contenido de materia orgánica. *F. thurifera* es un arbusto muy palatable para las cabras, mientras que *H. stenophyllum* no lo es y *G. resinosa* sólo es consumido cuando hay escasez de *F. thurifera*.

Influência de factores edáficos e geomorfométricos na variabilidade espacial da produtividade do milho regado com rampa rotativa

C. Alexandre, R. Coelho, L.L. Silva, J.R. Marques da Silva

Instituto de Ciências Agrárias Mediterrâneas (ICAM), Universidade de Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora. Email: cal@uevora.pt

Apesar de constituírem um bom exemplo de tecnologia adaptada a terrenos ondulados, as rampas rotativas não permitem adaptar a rega (e a fertirrigação) à natureza dos solos abrangidos no seu raio de acção. De um modo geral, toda a gestão dos sistemas com esta tecnologia de rega se baseia na concepção clássica da parcela homogénea. Uma gestão homogénea de áreas intrinsecamente heterogéneas não evita substanciais diferenças de produtividade na mesma parcela, nem o conseqüente desperdício de recursos numas zonas e de potencial produtivo noutras. A presente comunicação mostra algumas das causas da variabilidade da produtividade do milho regado com rampa rotativa, em terrenos ondulados do Alentejo, bem como alguns dos respectivos efeitos detectáveis na cultura e no meio ambiente. Baseia-se num estudo realizado a cerca de 3 km a Norte de Fronteira, numa encosta com declives que atingem 15% e em que predominam Luvisolos Háptlicos derivados de xistos. A cultura recebeu adubações de fundo (N, P, K), de cobertura (N) e fertirrigação (N). As variáveis medidas dividem-se em quatro grupos: geomorfométricas (altitude, declive, declive na linha de escoamento, distância à linha de água, curvatura longitudinal, curvatura transversal e “wetness” index), edáficas (com excepção da profundidade até ao material originário, as restantes referem-se à camada 0-20 cm: textura, água utilizável, teor de água e grau de saturação, NO_3^- , P e K extraíveis, $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ e matéria orgânica), foliares (teor de NO_3^- , P, K, Ca, Mg, Na, B, Cu, Fe e Zn) e agronómicas (biomassa e produção de grão). As medições efectuaram-se em 9 pontos na encosta da referida parcela (3 no alto, 3 na base e 3 a meia-encosta) em 5 momentos do ciclo vegetativo da cultura, de Maio a Setembro de 2006. Mensalmente foram monitorizadas a humidade do solo, os teores de nutrientes do solo e das folhas e a biomassa. A produtividade, estimada para áreas uniformes de 5 m de raio centradas em cada um dos 9 pontos seleccionados, registou elevada variabilidade: 3 a 16 t/ha de grão. Pela Análise de Componentes Principais (ACP) verificou-se que, comparando a produtividade e a biomassa, a primeira apresentou sempre melhor correlação com as restantes variáveis estudadas. Por outro lado, as variáveis de caracterização do terreno permitiram sempre uma melhor explicação dos dados do que as variáveis de monitorização do solo e da cultura. As 3 primeiras componentes (ou eixos) da ACP, englobando as variáveis geomorfométricas e edáficas mais relevantes, permitiram explicar 67, 87 e 94% da variância total. O eixo 1 traduz uma forte correlação negativa entre dois grupos de variáveis: no primeiro grupo inclui-se a curvatura longitudinal, o “wetness” index, a percentagem de areia e o potássio extraível do solo; o segundo grupo inclui, a curvatura transversal, a distância à linha de água e a percentagem de argila. A produtividade do milho correlaciona-se positivamente com o primeiro grupo de variáveis e negativamente com o segundo, ou seja, é maior na base das encostas onde a camada arável é mais arenosa e mais rica em K extraível e menor nas zonas do alto das encostas e cumeadas onde a textura tende a ser mais argilosa. O eixo 2 engloba o declive na linha de escoamento e o fósforo extraível do solo. Estas variáveis não apresentaram qualquer correlação com a produtividade do milho, indicando que o fósforo se situou em teores suficientemente altos em toda a parcela mas, também, que pode ter sofrido perdas por escoamento superficial. A análise das variáveis de monitorização revelou que em Junho o K extraível do solo e o K foliar se juntam ao primeiro grupo de variáveis do eixo 1, com forte correlação positiva com a produtividade, e os teores em Ca e Mg das folhas se juntam ao segundo grupo com correlação negativa, sugerindo possíveis limitações de K na cumeada e de excesso na base de encosta. No mês de Julho as variáveis monitorizadas não apresentaram grande relevância explicativa. No mês de Agosto, o NO_3^- do solo e o Ca foliar juntam-se ao segundo grupo de variáveis do eixo 1, de elevada correlação negativa com a produtividade. É de salientar que a correlação dos nitratos do solo com a produtividade se inverteu, isto é, passou de positiva no início do ciclo da cultura (maior concentração na base da encosta) para negativa no final (maior concentração no cimo da encosta). Conclui-se que a morfologia do terreno e a sua relação com o solo são importantes factores explicativos da produtividade do milho regado com rampa rotativa, justificando estudos mais aprofundados com vista à adopção de tecnologias de produção económica e ambientalmente mais eficientes.

Resposta de órgãos ativos de semeadora-adubadora de plantio direto em distintos solos no estado de São Paulo

Denise Mahl¹, Carlos Antonio Gamero² & Sérgio Hugo Benez²

¹ Prof^a Dr^a do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Cidade Gaúcha-PR, BR. E-mail: dmahl@uem.br

² Prof. titular do Departamento de Engenharia Rural, FCA/UNESP, Botucatu-SP, BR.

O sucesso da semeadura direta está diretamente relacionado à seleção e à eficiência dos órgãos ativos das semeadoras-adubadoras, bem como da adequação da velocidade de deslocamento e das características do solo e da cobertura vegetal.

Este trabalho teve como objetivo avaliar através de parâmetros de máquina, solo e planta, o desempenho de órgãos ativos (discos de corte e sulcadores) de uma semeadora-adubadora de plantio direto submetidos à variação de velocidade em distintos solos e vegetações. Os parâmetros avaliados foram capacidade operacional, demanda de potência, consumo de combustível, profundidade de semeadura, área de solo mobilizado, estande final e produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.).

Desenvolveram-se dois experimentos: um em solo de textura argilosa (Nitossolo Vermelho distroférrico com 89, 316, 595 g.kg⁻¹ respectivamente de areia, silte e argila) recoberto com 7 t.ha⁻¹ de matéria seca de resíduos de milho, tremoço e plantas daninhas, no município de Botucatu-SP, Brasil; outro, em solo de textura arenosa (Latosolo Vermelho com 856, 43, 101 g.kg⁻¹ respectivamente de areia, silte e argila) recoberto com 20 t.ha⁻¹ de matéria seca de resíduos de braquiária e de milho no município de São Manuel-SP, Brasil. Em ambos os experimentos o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e em arranjo fatorial 2x3x3, sendo os fatores dois mecanismos sulcadores para fertilizante (disco duplo desencontrado e haste), três velocidades de semeadura (5,5; 7,9 e 10,1 km.h⁻¹) e três mecanismos de corte da cobertura do solo (discos de corte do tipo liso, ondulado e recortado).

O solo e a cobertura vegetal interferiram no desempenho global da semeadora-adubadora e de seus componentes de corte e abertura de sulco. O experimento em solo arenoso, em relação ao argiloso, proporcionou maiores valores de profundidade de semeadura, demanda de potência, consumo de combustível por hectare, e, menores de mobilização de solo, estande final e produtividade de grãos. A capacidade de campo efetiva não foi influenciada pelo tipo de solo e cobertura vegetal.

O uso de distintos discos de corte da vegetação, em ambos os experimentos, não interferiram sobre parâmetros de capacidade operacional, demanda de potência, profundidade de deposição das sementes e mobilização do solo.

Em solo de textura arenosa com vegetação de braquiária, haste e disco duplo defasado demandaram semelhante potência por profundidade de solo mobilizado. O sulcador de hastes em solo argiloso demandou 15% a menos de potência por cm de abertura do sulco em relação ao de discos duplos desencontrados. Sulcadores de discos duplos desencontrados e hastes não influenciaram os parâmetros área de solo mobilizado, estande final de plantas e produtividade. Em solo arenoso a semeadura com haste em relação ao disco duplo demandou menor potência e, no entanto, consumiu mais combustível.

Em solo de textura argilosa, a produtividade não foi afetada pelos distintos órgãos ativos (sulcadores e discos de corte) da semeadora-adubadora e pela velocidade de deslocamento e conseguiu compensar a redução do estande. As particularidades de solo e vegetação do experimento em solo arenoso reduziram o estande final de plantas e a produtividade (27%) da cultura do milho.

Caracterización de los parámetros edáficos que influyen en la productividad del almendro

E. Fernández¹, F. Martín¹, J.M.Muñoz¹, M. Sierra¹, J. Fernández¹, M. Díez¹, A. Martínez² & J. Aguilar¹

¹ *Dpto. Edafología y Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Fuentenueva, s/n Granada. España email: efernand@ugr.es*

² *CIFA de Granada. I.F.A.P.A., C.I.C.E. (Junta de Andalucía). PBox 2027. Granada. España.*

En este estudio se han seleccionado diversas plantaciones de almendros en el sureste de la Península Ibérica para caracterizar y evaluar los suelos dedicados al cultivo de distintas variedades e identificar los parámetros que afectan en mayor medida a la productividad. El porcentaje en gravas, alto en varios de los suelos estudiados, se correlaciona negativamente con el contenido en arcilla y la capacidad de retención de agua útil así como el porcentaje en CaCO₃ con el potasio disponible. La mayor productividad se corresponde con una porosidad superficial mayor y una menor porosidad en subsuperficie, related distribution enaulica o gefurica en superficie, y porfirica en subsuperficie. Tanto para el sistema de evaluación Fertility Capability Classification como para Sistema de Evaluación de Producción Agraria FAO, los suelos con mejores características para el cultivo no coinciden con aquellos en los que se observan las mayores producciones, que corresponden a la variedad Ferragnès, debido al periodo de floración del resto de variedades seleccionadas que se ven afectadas por las características climáticas de la zona, especialmente la temperatura.

Mineralização do N do solo: Caso de estudo num ensaio de plantações mistas de *Fraxinus excelsior* x *Alnus cordata*

Ermelinda Pereira, Sandra Caldas, M. Sameiro Patrício, Luís Nunes & M. Loreto Monteiro

ICIMO – Centro de Investigação de Montanha, IPB-ESAB, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal Tel: (+351) 273 303 384 Fax: (+351) 273 325 405 e-mail: epereira@ipb.pt

A presença de espécies secundárias fixadoras de N, como é o caso de *Alnus cordata*, entre outros aspectos, aumenta a fertilidade do solo, reduz a competição, particularmente entre diferentes tipologias radiculares e aéreas e, valoriza a qualidade da madeira da espécie principal (Buresti e Frattegiani, 1995). Neste trabalho avaliou-se a dinâmica da mineralização de N do solo, num ensaio de plantações mistas de *Fraxinus excelsior* x *Alnus cordata*, localizado no concelho de Vimioso no Nordeste transmontano, instalado em 1998. A avaliação foi efectuada através do método de incubação sequencial *in situ*, segundo a metodologia de Raison *et al.* (1987), durante o período de Abril a Agosto, utilizando-se para o efeito, tubos de aço de 25 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro. Para o estudo consideraram-se as parcelas: puro de freixo (Fe), puro de amieiro (Ac) e freixo e amieiro consociado na linha de forma alternada com um compasso de 3,5x2,0m. Em cada parcela foram considerados 4 pontos de amostragem. Os primeiros resultados revelaram que a mineralização líquida de N ($N-NH_4^+ + N-NO_3^-$) variou ao longo do período de estudo não se verificando, contudo, diferenças significativas ($p < 0,05$) entre parcelas, para cada período de incubação. O facto de não se verificarem diferenças significativas leva-nos a concluir que o mecanismo da facilitação, no qual uma espécie da mistura afecta positivamente o crescimento da outra, ainda não se observa nesta fase de crescimento do ensaio por se tratar de povoamentos muito jovens. Por outro lado, o período de observação foi relativamente curto e o ano particularmente seco, pelo que se está a proceder a uma nova avaliação, com vista a continuidade do estudo.

Cubiertas vegetales vs laboreo. Diferencias entre cubiertas sembradas segadas químicamente y cubiertas espontáneas segadas mecánicamente.

F. Márquez¹, J.A. Gil-Rives² & E. González¹

¹ *Asociación Española de Agricultura de Conservación/Suelos Vivos. Centro Alameda del Obispo. Apdo. 3092. 14080-Córdoba. fmarquez@aeac-sv.org*

² *Grupo de Investigación. "Mecanización y Tecnología Rural". Dpto Ingeniería. Rural. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba.*

La erosión vinculada a los sistemas de laboreo, se ha convertido en el mayor problema medioambiental de la agricultura europea. El cultivo del olivo debido a sus singulares características: escasa cobertura de suelo, enclavado en fuertes pendientes y con clima mediterráneo, es especialmente sensible a los procesos erosivos. Diversos estudios han estimado la tasa de pérdida de suelo en olivares en los que se controlan las hierbas de la calle mediante labranzas entre los 6.0 y 10.5 kg m⁻² a⁻¹. Estas intensidades de pérdida de suelo pueden superar ampliamente las de formación del mismo, como parece probar el progresivo deterioro de la vegetación en superficies erosionadas.

Las cubiertas vegetales mantienen el suelo cubierto, interceptan la energía de la lluvia al llegar a superficie, ralentizan el flujo superficial de agua y mejoran la estructura del suelo, que presenta una mejor distribución porosa. Estas características proporcionan importantes reducciones en las tasas de pérdida de agua y suelo, y de los nutrientes asociados a las mismas, que una vez inmersos en el flujo de escorrentía se convierten en contaminantes potenciales de las aguas superficiales.

Mediante este trabajo se ha comparado el potencial reductor de las cubiertas vegetales, en la generación de escorrentía, erosión y pérdida de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), respecto al laboreo. Durante un año se han medido en dos campos experimentales, situados en Chucena (Huelva) y Torredelcampo (Jaén), la pérdida de suelo y agua y de nutrientes asociados. Para ello se ha recurrido a implantar 3 pares de microparcels de captura de escorrentía y sedimentos por campo experimental, distribuidos en bloques al azar, mantenidos con los sistemas de manejo de suelo de cubiertas vegetales y laboreo convencional.

Los resultados muestran la idoneidad de ambos tipos de cubierta vegetal para disminuir las pérdidas de suelo y agua. Se han observado reducciones en la erosión superiores al 75% y en la escorrentía al 50 %. Respecto a la pérdida de nutrientes se consiguen disminuciones superiores al 40 %, en los tres elementos estudiados.

Dinámica del C orgánico y de la salinidad inducida por el cambio de uso del suelo en ambientes mediterráneos semiáridos

F. Reverte Jiménez¹, J.M. Quiñonero Rubio² & R. Ortiz Silla²

¹ *Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología. Facultad de Química. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Murcia. España. E-mail: rortiz@um.es*

² *Instituto Universitario del Agua y del Medio Ambiente. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30110. Murcia España. juanmaqr@um.es*

El objetivo fundamental de este estudio es ofrecer datos sobre las variaciones de C orgánico y salinidad en los últimos veinte años en una zona agraria mediterránea semiárida, ya que ambos parámetros edáficos suelen variar con relativa rapidez por la acción antrópica. El área de estudio corresponde a la Cuenca de la Rambla de Las Moreras, que posee una superficie de 247 km², situada en el sector meridional de la Región de Murcia (España). Esta zona presenta gran interés para evaluar dichas variaciones, ya que se trata de un territorio en el que la actividad agrícola tradicional constituía la base en que se sustentaba su economía, pero que actualmente se encuentra afectado por cultivos intensivos y una fuerte tendencia urbanística que caracterizan al modelo de desarrollo de las zonas costeras mediterráneas en los últimos años.

La toma de muestras se ha efectuado en los mismos lugares que fueron muestreados por Alías *et al.* (1986) para la realización de la cartografía edáfica del Proyecto LUCDEME (Lucha Contra la Desertificación del Mediterráneo), siguiendo una malla de 3x3 km.

Los resultados obtenidos muestran que, en algunos casos, existen diferencias importantes entre las muestras tomadas en 1986 y 2007. Estos contrastes se atribuyen a la situación particular de cada muestreo, determinada por la influencia de factores ambientales y antrópicos. Otros suelos no registran variaciones significativas en el contenido de materia orgánica ni en la C.E.. Esto ocurre, principalmente, en aquellos lugares en los que no se ha registrado actividad antrópica alguna. Hay que destacar que, en general, la C.E. máxima y media han aumentado en 2007 con respecto a 2006, mientras que los contenidos de C orgánico máximos y medios se han reducido. Esto es debido a que el suelo ha pasado de encontrarse con un uso forestal con vegetación natural a la instauración de cultivos intensivos utilizando para el riego aguas subterráneas de mala calidad, a la vez que laboreo continuo del suelo ha hecho disminuir la materia orgánica por su mineralización.

Influencia del uso del suelo en su calidad ambiental en medio semiárido (Murcia SE España)

J.A. Hernández Bastida, M.T. Fernández Tapia, A. Ortuño Castellano & M.A. Alarcón Bernal

Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Espinardo, Murcia, España. e-mail: hbastida@um.es

El uso y manejo que se hace del suelo provoca con gran frecuencia una alteración tan profunda de sus propiedades que llega a deteriorar su capacidad para ejercer las múltiples funciones que puede realizar. Tanto las actividades mineras extractivas de sulfuros metálicos como las derivadas de la agricultura intensiva se cuentan entre las que generan efectos más perniciosos y duraderos en los suelos sometidos a las mismas. Se muestran aquí los resultados del estudio de un área con superficie aproximada de 20 km² cercana al Mar Menor (Murcia, SE España) en la que aparecen suelos afectados por materiales ácidos de mina junto con otros dedicados a la agricultura intensiva, al objeto de conocer la influencia de estas actividades en la calidad de los mismos.

Una gran parte de los suelos de esta zona se encuentran bajo cultivo por lo que, dado el clima mediterráneo semiárido que soportan, (Tma: 17-18°C y Pma: 300 mm), se hace necesario un aporte suplementario de agua para los cultivos -básicamente de tipo hortofrutícola: lechugas, cebollas, pimientos, alcachofa, cítricos, etc. - que compense el importante déficit hídrico. Los tipos de suelos más abundantes (65 %) son Calcisoles (háplicos, pétricos e hipercálicos y lúvicos) y en mucha menor proporción (35 %) Tecnosoles espólicos, Arenosoles calcáricos, Solonchaks gléicos, etc., siendo, sobre todo, los Calcisoles los que aparecen cultivados en mayor medida. El estudio se ha realizado sobre 21 muestras de capa arable (0-30 cm de profundidad) tomadas con una malla regular de 1 km x 1 km junto con un perfil de Solonchak gléico y un sedimento reciente de los citados residuos mineros.

Se trata de suelos carbonatados, en general, con bajos contenidos en COT (6.7 mg kg⁻¹) y NT (1.2 mg kg⁻¹) y un amplio rango de valores de pH (5.7-8.2) dada la acidificación intensa que se produce en los suelos afectados por los residuos mineros. La CE de los suelos cultivados es relativamente elevada (3.4 dSm⁻¹) frente a la presentada en esta zona hace 10 años (1.59 dS m⁻¹). El contenido en metales pesados es muy variable en función de la intensidad con que se ven afectados por el aporte de dichos residuos mineros: Cd (mg kg⁻¹): 8.1 (1.2-51.7), Pb (mg kg⁻¹): 6793 mg kg⁻¹ (206-21748), Zn (mg kg⁻¹): 4610 (511-13939).

Estos resultados ponen de manifiesto que se ha producido una fuerte pérdida de calidad de los suelos debida al elevado contenido de metales pesados, Pb y Zn sobre todo, generado por las antiguas actividades mineras realizadas en zonas próximas y que supera ampliamente los que aparecen como valores de referencia en diversos países. Por otro lado, una parte importante de los suelos dedicados a la agricultura se ven afectados por la creciente salinización originada por la intensa fertilización inorgánica aplicada para mantener un adecuado nivel de productividad, el uso para riego de aguas de poca calidad así como, en ocasiones, la presencia de cierta cantidad de residuos ácidos de mina, con la consiguiente disminución del nivel de calidad del suelo. Ambas situaciones evidencian la estrecha relación existente entre el uso del suelo y su calidad ambiental así como la necesidad de mantenerlo dentro de unos niveles de calidad que permitan su aprovechamiento sostenible.

A influência de diferentes rotações culturais de regadio sobre a alteração de algumas características químicas do solo

J.M. Nunes¹, A. López-Piñeiro² & J.P. Coelho³

¹ *Escola Superior Agrária de Elvas, Apt 254, 7350 Elvas (Portugal), Email: ratonunes@esaelvas.pt*

² *Universidad de Extremadura, Facultad de Ciencias, Área de Edafología y Química Agrícola. Avda Elvas s/n, Badajoz (Spain)*

³ *Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Secção de Agricultura, Tapada da Ajuda, 1300 Lisbon (Portugal).*

Com o objectivo de determinar o efeito de diferentes rotações culturais em regadio (1. Monocultura do milho; 2. Monocultura de olival intensivo (300 a 400 árvores/ha; 3. Milho – cevada/aveia/trigo (1 ou 2 anos) – Beterraba; e 4. Tomate – cevada/aveia/trigo (1 ou 2 anos) – Beterraba) sobre o teor de matéria orgânica, pH, condutividade eléctrica e sodicidade do solo, recolhemos, de forma georeferenciada, 6280 amostras da camada superficial dos solos (0 - 20 cm) do Perímetro de Rega do Caia (situado nos Concelhos de Elvas e Campo Maior, distrito de Portalegre, Portugal) ocupados com as referidas rotações. Estas amostras eram misturadas 10 a 10 e a amostra resultante, correspondendo a uma área de 11,1 ha, era enviada para laboratório onde se procedia à análise dos parâmetros acima referidos. Com o recurso a software apropriado (Sistemas de Informação Geográfica – SIG), foi possível relacionar individualmente estas amostras de solo com a rotação cultural e com o grupo de solo presente (Fluvissoles, Luvissoles e Calcissolos). Nos resultados obtidos pudemos constatar que a utilização das rotações supra citadas, ao longo de aproximadamente duas décadas, conduziram a diferenças sensíveis, embora nem sempre significativas do ponto de vista estatístico, nos valores de matéria orgânica, pH, salinidade e sodicidade do solo, sendo que são as rotações que usam maiores quantidades de água aquelas em se assiste a uma diminuição mais evidente nos valores de pH e percentagem de matéria orgânica, ao mesmo tempo que se verifica um aumento dos valores da condutividade eléctrica e do teor de sódio de troca.

Efectos de la puesta en cultivo y del monocultivo de la vid en los suelos del Ribeiro (Galicia, NO España)

J.M. Queijeiro, J.C. Nóvoa, D. Ward & C. Olleros

Facultad de Ciencias de Ourense, As Lagoas s/n 32004, Ourense, España.

E-mail: jgarcia@uvigo.es

Las ayudas a la reestructuración del viñedo están teniendo un impacto notable en los usos del suelo en la Comarca del Ribeiro (Galicia, NO de España), puesto que se están abandonando muchas parcelas situadas en las zonas vitícolas más tradicionales, en donde el viñedo tiene una tradición milenaria pero acusa los problemas derivados de los problemas estructurales (minifundismo, competencia con otros usos más intensivos, etc), para trasladarse a los sectores de altitudes intermedias, en donde proliferan las nuevas plantaciones sobre suelos "a monte".

A esos cambios hay que añadir el abandono de ciertas prácticas tradicionales, basadas en la aportación regular de cantidades importantes de restos vegetales ("gaviado"), para reponer la fertilidad exportada con las cosechas, practicamente erradicadas en las nuevas plantaciones en favor de los abonos químicos de síntesis.

Esta combinación de circunstancias proporciona unas condiciones muy favorables para analizar el impacto de los cambios en los usos del suelo (puesta en cultivo, pero también para estudiar el efecto del abandono del uso tradicional, que en este caso es el viñedo) y su evolución con el tiempo, sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, que será el objetivo genérico de este trabajo.

Se analizaron las propiedades físicas y químicas de los suelos de la zona y se compararon los valores correspondientes a 3 grandes categorías: suelos en los que se mantiene el viñedo desde tiempo inmemorial, suelos de los sectores a monte en los que el viñedo es de implantación reciente y suelos en los que la practica vitícola se abandonó en la primera mitad del siglo XX.

Las principales diferencias afectan a su contenido en materia orgánica y a la resistencia a la penetración de las capas más superficiales del suelo, que relacionamos con el abandono de las técnicas de "gaviado" y en el contenido en bases de cambio y -sobre todo-, en la magnitud y disponibilidad de ciertos metales pesados, de uso común en la formulación de los anticriptogámicos utilizados en viticultura.

Índice de qualidade de um Nitossolo Vermelho Distroférico submetido a diferentes sistemas de manejo e após a cultura do girassol

José G. L. Rodrigues¹, Jairo C. Fernandes¹, Carlos A. Gamero², Kléber P. Lancas² & A. P. González³

¹ *Doutorando do programa Energia na Agricultura UNESP/FCA - Botucatu/São Paulo jglr@fca.unesp.br.*

² *Professor Titular do Departamento de Engenharia Rural. UNESP/FCA - Botucatu/São Paulo.*

³ *Profesor da Facultad de Ciencias. Universidad de La Coruña. A Zapateira, La Coruña.*

Os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, são utilizados como indicadores em metodologias apropriadas para quantificar um índice de qualidade do mesmo. Os indicadores são sensíveis às mudanças dos manejos e permitem fazer avaliações de qualidade do solo de curto ou de longo prazo. Neste estudo, determinaram-se os índices de qualidade de um Nitossolo Vermelho distroférico típico, submetido a diferentes sistemas de manejo e após a cultura do girassol. O experimento foi instalado no ano agrícola de 2007, na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas UNESP/Botucatu/São Paulo. A localização geográfica está definida pelas coordenadas 22° 49' de latitude Sul e 48° 25' de longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 770 m e declividade de 0,045 m m⁻¹. A área utilizada estava sendo cultivada no sistema de semeadura direta há 11 anos, com rotação de soja e milho no verão e aveia e triticale no inverno. Os sistemas de manejo utilizados foram: SDh - Semeadura direta com mecanismo sulcador tipo haste; SDd - Semeadura direta com mecanismo sulcador tipo disco desencontrado; CR - Cultivo reduzido e CC - Cultivo convencional; nos dois últimos tratamentos foi utilizada uma semeadora com mecanismo sulcador tipo disco desencontrado. As amostras foram retiradas nas linhas de semeadura da camada arável do solo no final do ciclo da cultura do girassol. Para avaliação da qualidade do solo foram estudadas as seguintes funções principais: desenvolvimento radicular; armazenamento de água e suprimento de nutrientes. Para determinação do índice de qualidade do solo foi definido o seguinte conjunto mínimo de dados (minimum data set): resistência do solo à penetração; densidade do solo; macroporosidade; alumínio trocável; porosidade total; diâmetro médio ponderado; pH; fósforo; capacidade de troca de cátions; saturação por base e; matéria orgânica. O tratamento CR apresentou um melhor índice de qualidade do solo (0,86), seguido do CC (0,79), da SDd (0,68) e da SDh (0,64). A função “desenvolvimento radicular” foi a que demonstrou maior variação entre os sistemas de manejo e contribuiu para a diminuição dos índices de qualidade do solo na SDh e SDd e aumento no CR e CC. O solo apresentou, entre os sistemas de manejo adotados, boa qualidade para o cultivo e desenvolvimento da cultura do girassol.

Comportamento temporal das propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a três formas de preparo do solo

Leandro Dalbianco¹, Dalvan José Reinert¹, José Miguel Reichert¹ & Carina Rejane Pivetta²

¹ Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria-RS, Brasil – e-mail: agro.dalbianco@gmail.com

² Departamento de Fitotecnica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, Brasil

Em solos tropicais cultivados sob plantio direto, pode ocorrer a queda de produtividade nos cultivos anuais decorrentes da compactação do solo, principalmente em situações de deficiência hídrica. O revolvimento esporádico das camadas superficiais compactadas é uma alternativa para aumentar a quantidade de água infiltrada e minimizar esses efeitos. O objetivo do estudo foi avaliar o comportamento das propriedades físicas e hídricas de um Latossolo Vermelho, no período de 24 meses, submetido a três formas de preparo do solo. O experimento foi conduzido em uma área que vinha sendo cultivada sob plantio direto há quatro anos, tendo soja no verão e pastagem (aveia + azevém) no inverno, com pastoreio intensivo de gado. O solo é de textura franco-arenosa, apresentando na camada de 0-0,30 m em torno de 200 g kg⁻¹ de argila, 80 g kg⁻¹ de silte e 720 g kg⁻¹ de areia. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é subtropical úmido, do tipo Cfa, com chuvas distribuídas uniformemente durante o ano, numa média de 1727 mm. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, em parcelas subdivididas, tendo os diferentes tipos de preparo do solo como tratamento principal e as épocas de avaliação como tratamento secundário. Os tratamentos das parcelas principais foram aplicados no dia 27 de julho de 2005, a saber: (PD) - plantio direto com revolvimento somente na linha de plantio; (PC) - preparo convencional com arado de discos a 0,20 m de profundidade; (ESC) - escarificação com escarificador de nove hastes a 0,32 m de profundidade. Durante o experimento, a seqüência de cultivos na área, nos períodos de inverno e verão, foi: aveia e soja; aveia + azevém e milho; nabo, depois trigo, e soja. As avaliações foram realizadas 2, 8 e 24 meses após a aplicação dos tratamentos, em camadas de 0,05 m até a profundidade de 0,30 m. Avaliou-se a densidade do solo, a porosidade total, a macroporosidade, a microporosidade e a condutividade hidráulica do solo saturado. Os resultados indicam que a microporosidade não foi afetada pelos sistemas de preparo do solo. Após 8 meses, o tratamento ESC ainda apresentava efeito residual, ou seja, densidade menor e porosidade total e macroporosidade maiores que o tratamento PD. O PC se comportou de maneira semelhante ao PD nas camadas abaixo de 0,15 m já a partir dos 8 meses, tendo volume de macroporos abaixo de 0,10 m³ m⁻³, considerado restritivo ao desenvolvimento radicular das culturas. Na camada de 0,05-0,10 m, a condutividade hidráulica do solo saturado foi significativamente menor para o PD. Nas outras camadas não houve diferença significativa entre os tratamentos, devido à alta variabilidade dos valores. De maneira geral, a avaliação realizada aos 8 meses foi a que apresentou melhores condições físico-hídricas do solo, como maior porosidade total, macroporosidade e condutividade hidráulica. Possivelmente esses valores são reflexo do tipo de cultivo existente na área (soja). Aos 24 meses, todos os atributos avaliados foram semelhantes entre os três tipos de preparo do solo. O tratamento ESC se apresenta como uma boa opção para minimizar os efeitos da compactação, tendo efeito residual superior a 8 meses.

Gestão da vegetação com herbicidas em olivais de sequeiro: grau de cobertura do solo e dinâmica das espécies

M. Ângelo Rodrigues¹, José E. Cabanas¹, João Lopes², Francisco Pavão³ & Margarida Arrobas¹

¹ CIMO – Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal angelor@ipb.pt

² Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte, Portugal

³ Associação dos Olivicultores de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

Os métodos de gestão da vegetação em olival tradicional de sequeiro devem permitir desenvolver vegetação herbácea suficiente para reduzir a erosão do solo mas não devem permitir excessiva competição pela água. Neste trabalho apresentam-se resultados do grau de cobertura do solo e da dinâmica das espécies vegetais em olivais submetidos a três sistemas de manutenção do solo: mobilização tradicional (MT); herbicida não selectivo à base de glifosato (Gli); e herbicida com componentes não selectivo e residual, com glifosato + diurão + terbutilazina (Hmix). O ensaio foi instalado em Mirandela, num olival da cv. Cobrançosa, com declive moderado e reduzida espessura efectiva do solo. Os dados da vegetação foram obtidos através do método do ponto quadrado, com observações em Abril e Agosto de 2002, Janeiro, Abril e Junho de 2003, Fevereiro e Abril de 2004 e Fevereiro e Abril de 2007. O grau de cobertura do solo no talhão gerido com glifosato foi satisfatório durante todo o ano. Em Abril o grau de cobertura aproximou-se de 50 % fora da copa e ultrapassou sempre aquele valor debaixo da copa. No talhão Hmix o solo apresentou-se praticamente nu desde a primeira vez em que se aplicou herbicida. No talhão MT o grau de cobertura apresentou-se próximo dos 40 % a 50 % no fim do Inverno antes da primeira mobilização. No talhão gerido com glifosato a vegetação apresentou grande dinâmica. Todos os anos surgiram espécies diferentes a dominar o coberto. Durante os cinco anos de ensaio não se detectou qualquer tendência para que a população infestante estabilizasse em torno de uma ou mais espécies dominantes. O método do ponto quadrado aparece como uma técnica adequada para avaliar o grau de cobertura do solo. Na discriminação da importância relativa das espécies presentes pareceu ser um método menos eficaz. Quando a dinâmica da vegetação é avaliada pelo grau de cobertura das diferentes espécies, o resultado é muito influenciado pelo seu estado fenológico e este varia muito com a data de amostragem e com as condições ecológicas de cada ano.

Variabilidade da matéria orgânica, densidade e resistência mecânica do solo à penetração, em uma área sob plantio direto

Mariléia Barros Furtado¹, Silvio José Bicudo¹ & Antonio Paz González²

¹ *Departamento de Produção Vegetal – Agricultura e Melhoramento Vegetal – Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA/UNESP, Caixa Postal 237, CEP 18610- 307, Botucatu-SP-Brasil. e-mail: marileiafurtado@fca.unesp.br*

² *Faculdade de Ciências, Universidade da Coruña, A Zapateira s/n, 15071, A Coruña, Espanha.*

O sistema de plantio direto pode promover modificações nas características físicas, químicas e mecânicas do solo. O objetivo desta pesquisa foi verificar a variabilidade da quantidade de matéria orgânica, densidade do solo e resistência do solo à penetração, em um Nitossolo Vermelho Distroférrico, sob sistema de plantio direto há oito anos. A localização geográfica do experimento está definida pelas coordenadas 22° 49' 31"S e 48° 25' 37"W em Botucatu-SP, Brasil. A cultura do milho foi semeada em Dezembro de 2006, e a amostragem do solo, efetuada 7 meses após o plantio. A parcela media 100 x 120 m, na qual foi feita um malha, com espaçamento regular de 18 m entre pontos, com 42 pontos, e pontos adensados, com espaçamento de 3,6 m entre pontos, com 88 pontos, totalizando 130 pontos amostrais distribuídos na malha experimental. Em cada ponto da malha, foram extraídas amostras de solo com estruturas indeformadas, para avaliação da densidade do solo, amostras deformadas, para a quantificação da matéria orgânica, e medições de resistência do solo à penetração, todas às profundidades de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 cm. Foram coletadas também, amostras de solo para a quantificação do teor de água na camada de 0-20 cm, no momento da medição da resistência do solo, apresentando teores de água, próximos à capacidade de campo (0,22 kg.kg⁻¹). Para a determinação da resistência, foi utilizado o penetrômetro hidráulico-eletrônico, com ponta cônica de 30°, diâmetro da base de 19,05mm (3/4") e registrador automático da resistência à penetração até a pressão de 5000 N. Houve distribuição normal para todos os dados, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. A densidade do solo apresentou coeficiente de variação baixo (<10%) e a matéria orgânica, médio (10-25%), ambos nas duas profundidades avaliadas; a resistência do solo à penetração, na profundidade de 0-10 cm, foi o parâmetro de maior variabilidade (>25%). Os valores de densidade do solo e de resistência do solo à penetração foram maiores na camada subsuperficial do solo, apresentando correlação positiva entre os dois parâmetros. Já a matéria orgânica, apresentou-se em maior quantidade na camada mais superficial do solo, fato justificado por ser a área, um sistema de plantio direto, tendo sido observadas correlações negativas com a densidade do solo.

Seguimiento de la fertilidad en rotaciones forrajeras convencionales vs. ecológicas: correlaciones con parámetros de calidad de las cosechas.

N. Pedrol¹, F.A. Vega¹, E.F. Coveló¹, A. Martínez² & M.L. Andrade¹

¹ *Universidade de Vigo. Departamento de Biología Vexetal e Ciencia do Solo. Marcosende. Vigo. e-mail: mandrade@uvigo.es*

² *SERIDA (Grado, Asturias). España.*

El mantenimiento de la calidad y fertilidad de los suelos dedicados al cultivo de forrajes depende de la adopción de estrategias de manejo sostenible. Frente a los sistemas convencionales de producción intensiva; la ecológica, adaptada a las condiciones locales o regionales, se presenta como una alternativa respetuosa con el medio ambiente capaz de ofrecer producciones de alta calidad y mejorar la fertilidad de los suelos. Sin embargo, la información empírica recabada no permite todavía formular hipótesis, perfilar teorías y, mucho menos, concluir estrategias prácticas de actuación transferibles al sector agroalimentario. Las investigaciones multidisciplinares en agricultura ecológica que integren el estudio conjunto de la fertilidad y calidad del suelo, el seguimiento de parámetros ambientales, y el análisis conjunto de las producciones y la calidad de forrajes son tan escasas como necesarias.

Este trabajo pretende contrastar la evolución de la fertilidad del suelo en el primer año agronómico de distintas alternativas de diversificación de cultivos forrajeros en rotaciones ecológicas frente a rotaciones convencionales de clima atlántico-húmedo. Asimismo, establecer correlaciones con los parámetros meteorológicos y de producción y calidad de los forrajes obtenidos y discutir su significación medioambiental.

Sobre una parcela de cultivo, inicialmente homogénea, se siguió un diseño experimental de bloques al azar, con las siguientes hojas de cultivo: (i) pradera de larga duración: raigrás inglés-trébol blanco; (ii) pradera de corta duración: raigrás italiano-trébol violeta, ambas tanto en manejo convencional como ecológico; y (iii) maíz en verano con raigrás italiano alternativo, como cultivo invernal en convencional, o con haboncillo como abono verde en ecológico. Se establecieron cuatro repeticiones por cultivo en parcelas experimentales de 90 m². A lo largo del primer año agronómico se recogieron sucesivamente muestras de suelo en todas las parcelas, en las cuales se analizaron los parámetros edáficos de fertilidad y calidad: pH, contenidos de materia orgánica, nitrógeno total, NO₃⁻, Ca, Mg, K y Na disponibles, capacidad de intercambio catiónico y contenido de cationes de cambio, así como las relaciones entre ellos. Paralelamente se realizó el seguimiento agronómico de las producciones a lo largo de cortes sucesivos en las praderas y de las cosechas de maíz y sus cultivos alternativos, manejados tanto en convencional como en ecológico; obteniéndose producción parcial y total (kg MS/ha), calidad nutritiva (proteína bruta, fibras y azúcares) y composición botánica. Todos estos parámetros se relacionaron con variables agroclimáticas clásicas, medidas *in situ* a lo largo del ensayo (P, ET, Tmáx, Tmín).

A pesar haber transcurrido solamente un año agronómico, la fertilidad del suelo evolucionó de manera significativamente diferente en los distintos cultivos, con contrastes altamente significativos entre manejo convencional y ecológico. El ecológico derivó en suelos de calidad superior, menos ácidos, enriquecidos en Mg, P y K, y con mayor capacidad de intercambio catiónico y contenido de materia orgánica, en correlación con forrajes más equilibrados, con mayor contenido en materia seca y más ricos en proteína.

Avaliação da aptidão forrageira em sistemas de uso múltiplo: enquadramento e método

Pedro Alpendre¹, Ana Cristina Gonçalves², Alfredo Gonçalves Ferreira² & Susana Saraiva Dias³

¹ pfa@uevora.pt - Departamento de Fitotecnia, Universidade de Évora, 7002-554 Évora, ICAM

² Departamento de Engenharia Rural, Universidade de Évora, 7002-554 Évora, ICAM

³ Instituto Politécnico de Portalegre, Escola Superior Agrária de Elvas, 7350-903 Elvas, ICAM

Os sistemas de uso múltiplo caracterizam-se pela presença de várias culturas que ocupam uma unidade de gestão. Estas culturas apresentam características próprias e produções de diferentes tipos, encontrando-se nas unidades de gestão com arranjos espaciais e temporais muito diversos.

A principal vantagem dos sistemas agro-silvo-pastoris é aproveitarem eficientemente o uso múltiplo, através do aumento da eficiência da utilização dos recursos, da redução de diversos riscos, da melhoria da sustentabilidade do sistema (espécies múltiplas) e duma melhor utilização social das zonas rurais.

A produção máxima de cada cultura nunca é atingida, mas o resultado da exploração é maior no seu todo do que independentemente para cada cultura.

No Alentejo, os Montados, são os sistemas de uso múltiplo mais representativos, com as componentes principais: -agricultura, -floresta e -pastorícia. Nestes sistemas agro-silvo-pastoris, com diversas interrelações a componente pastorícia e, conseqüentemente, as pastagens e as forragens são actividades fundamentais para a sustentabilidade do sistema.

Este estudo teve como objectivo o desenvolvimento de uma metodologia para a definição da “aptidão forrageira”, em função da ocupação florestal, do grau de coberto e do solo. Considerou-se “aptidão forrageira” a aptidão potencial, de determinada área, na produção de alimentos para o suporte de vida animal. Considerou-se a produção de alimentos de duas origens diferentes: - produção de pastagem/forragem da agricultura, e - produção de frutos e forragem verde da floresta.

Avaliou-se a capacidade forrageira da ocupação florestal através da espécie florestal (influência no crescimento, produção e palatabilidade) e do grau de coberto (medida da densidade de povoamento).

As famílias de solos da Carta de solos a Sul do Tejo foram interpretadas para uma avaliação a ter em conta as características que influenciam o desenvolvimento do sobcoberto forrageiro ou pratense: 1- solos com limitação de Inverno resultante do excesso de água, 2-solos com limitação de Verão resultante de deficiências hídricas acentuadas, e 3-solos sem limitação.

Os temas solos, ocupação do solo e grau de coberto foram integrados num modelo de análise espacial, em sistemas de informação geográfica (SIG) numa metodologia inovadora, e, posteriormente, implementadas as operações de análise espacial e avaliação pericial, que deram origem ao tema “aptidão forrageira”.

Avaliação da aptidão forrageira em sistemas de uso múltiplo: um caso de estudo – Évora, Montemor-o-Novo e Arraiolos

Pedro Alpendre¹, Ana Cristina Gonçalves², Alfredo Gonçalves Ferreira² & Susana Saraiva Dias³

¹ pfa@uevora.pt - Departamento de Fitotecnia, Universidade de Évora, 7002-554 Évora, ICAM

² Departamento de Engenharia Rural, Universidade de Évora, 7002-554 Évora, ICAM

³ Instituto Politécnico de Portalegre, Escola Superior Agrária de Elvas, 7350-903 Elvas, ICAM

A agro-silvo-pastorícia, nas suas três componentes, pode ser uma das actividades de gestão agro-florestal que promove e providencia produções integradas e melhora a taxa de retorno do investimento quando comparada com as plantações florestais através da instalação de culturas entre as linhas ou sob-coberto para uso pecuário ou não. Essas culturas apresentam características próprias e produções variadas, com arranjos espaciais e temporais diversos. A produção máxima de cada uma das culturas nunca não é atingida, mas o resultado da exploração no seu todo é maior que o somatório de cada uma das culturas isoladamente. A existência de pecuária permite melhorar a sustentabilidade do sistema, pela mais valia na incorporação de fertilidade e por reduzirem o volume vegetal sobcoberto, reduzindo a carga combustível, altamente inflamável e, conseqüentemente, o risco de incêndio.

A gestão correcta da floresta e da pastagem, com as espécies mais indicadas e com as melhores práticas de manejo, permitem melhorar a produtividade dos componentes do sistema agro-silvo-pastoril e a sustentabilidade do sistema no global.

Este artigo teve como objectivo elaborar um estudo comparativo da “aptidão forrageira” dos sistemas de uso múltiplo em três concelhos do distrito de Évora, Évora, Montemor-o-Novo e Arraiolos. A estimativa da “aptidão forrageira” de uma estação de uso múltiplo efectuou-se pela análise e integração da combinação das características da “aptidão da ocupação florestal do solo e do grau de coberto para suporte da vida animal” com a “potencialidade da aptidão forrageira do solo” através do agrupamento em cinco classes de “aptidão forrageira”.

Os 3 concelhos apresentam elevadas percentagens de área florestal (entre 89,6% para Montemor-o-Novo e 97,8% para Arraiolos) com média a muito boa “aptidão forrageira” na interrelação e conjugação das três actividades da agro-silvo-pastorícia.

O sistema de uso múltiplo do Alentejo, o Montado, apresenta-se com características de muito boas condições para a silvopastorícia, porque há um bom potencial de produção forrageira, função da fertilidade do solo, da flora, mas principalmente das disponibilidades hídricas dos solos no Verão e das condições de drenagem, arejamento e traficabilidade do terreno no Inverno.

Influencia del sistema de manejo del suelo en la dinámica del carbono orgánico y de las emisiones de CO₂

R. Ordóñez¹, R. Carbonell¹, P. González¹ & A. Rodríguez-Lizana²

¹ Área de Producción Ecológica y Recursos Naturales. IFAPA, CICE, Centro "Alameda del Obispo". Apdo. 3092, 14080 Córdoba (España).

E-mail: rosam.carbonell.ext@juntadeandalucia.es

² Área de Ingeniería Agroforestal. Dpto. de Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos. EUITA, Universidad de Sevilla. Ctra. de Utrera, km 1. 41013, Sevilla, (España).

El efecto de las nuevas técnicas de laboreo, especialmente las de conservación, sobre la distribución y evolución de la materia orgánica de los suelos, está recibiendo en los últimos años gran atención por sus implicaciones en la gestión de los cultivos y en el medio ambiente.

En este trabajo se presentan los datos relativos a la evolución temporal del C orgánico (CO) y de las emisiones de dióxido de carbono en un suelo arcilloso de la Vega de Carmona (Sevilla) en el que se sembró guisante y de cómo ha influido la climatología y la adopción de prácticas de Agricultura de Conservación frente a la utilización del laboreo tradicional, sobre el flujo del gas y la fijación de carbono en el suelo.

El estudio se ha realizado en la campaña agrícola 2006/07 en seis parcelas de 15 m de ancho y 150 m de largo en las que se está comparando el laboreo tradicional con la siembra directa desde 1982. Una vez sembrado el guisante, en las 6 parcelas anteriormente descritas se seleccionaron 10 puntos al azar, en los que, con una periodicidad aproximadamente mensual, se evaluó el carbono de los 5 primeros centímetros de suelo y el atmosférico, hasta la siembra del cultivo siguiente. En total, se han realizado 240 evaluaciones para cada sistema de manejo en 8 muestreos comprendidos entre los meses de febrero a noviembre.

Los resultados muestran como a lo largo de toda la campaña el carbono orgánico de los suelos en siembra directa es superior al de los suelos labrados, con incrementos en el contenido de este parámetro que oscilan entre el 5 y el 36 %, según la fecha de muestreo. No obstante, la evolución en el tiempo y la variabilidad espacial no se ven afectados por el sistema de manejo, apreciándose un coeficiente de correlación de 0.93 entre el contenido de este elemento y las técnicas de manejo y bajos valores de varianza.

Al final de la campaña de muestreo y como consecuencia de la descomposición de los restos vegetales, se ha observado una fijación de 3.48 t de C/ha con respecto al contenido de CO inicial en los suelos bajo el sistema conservativo y de 2.65 t de C/ha en el tradicional.

Al igual que hemos comentado anteriormente, la evolución temporal del flujo de CO₂ es similar en ambos sistemas de manejo con un coeficiente de correlación entre los valores de ambas técnicas de 0.94. Sin embargo, los datos de emisión muestran una menor variabilidad en los suelos en siembra directa que en los labrados.

Salvo en uno de los muestreos, en el resto las emisiones de dióxido de carbono han sido siempre inferiores en los suelos en siembra directa con porcentajes de reducción de entre el 2 y el 38 % con respecto al sistema tradicional.

En las condiciones de nuestro estudio, los resultados muestran como la siembra directa puede ser un sistema eficaz para capturar el carbono atmosférico y reducir las emisiones de CO₂ y con ello desde la agricultura contribuir a mitigar el cambio climático.

Alteração de atributos físicos e mecânicos do solo e a redução de produtividade e qualidade do chá no estado de São Paulo, Brazil.

Reginaldo Barboza da Silva, Piero Iori, Francisca Alcivania de Melo Silva & Josilaine Emanuelle do Prado

Rua das Melanosteaceas s/n Universidade Estadual paulista – Campus Experimental de Registro CEP 11900-000 Registro-SP – Brasil rbsilva@registro.unesp.br

A atividade do chá no Estado de São Paulo passa por uma fase de decadência. Comparando o período entre 1983 e 2006, no Vale do Ribeira, a região mais produtiva do Estado, verifica-se reduções de produções, área colhida e produtividade da ordem de 53, 63 e 20%, respectivamente. Essas reduções se deram principalmente pela falta de manejo adequado da cultura. O tráfego de máquinas na época das chuvas e a erosão têm se constituído os principais fatores que contribuem para a degradação estrutural desses solos e, por conseguinte, o declínio da cultura no Estado. O objetivo deste trabalho foi de investigar os efeitos das alterações de alguns atributos físicos e mecânicos do solo sobre a alteração estrutural em áreas de chazais com diferentes idades e manejos, assim como, a sua relação com a produtividade e qualidade do chá no Estado de São Paulo.

A área experimental está localizada no município de Pariqueira-Açu (latitude de 24°42'54" e longitude de 42°52'58") na Região do Vale do Ribeira (SP), sob um Argissolo (Embrapa, 2006). Dois talhões com idade e manejo diferente foram avaliados: 1- TA: área com chazal de idade média de 20 anos e colheita mecanizada; 2- TB: área com chazal de idade média de 36 anos e colheita não mecanizada.

A caracterização dos atributos físicos foi realizada determinando-se: distribuição granulométrica e argila dispersa em água, pelo método da pipeta; densidade do solo (Ds), pelo método do torrão parafinado; porosidade total (VTP), todos segundo EMBRAPA (1997). A resistência mecânica foi feita por meio da avaliação de resistência do solo à penetração (RP) *in locu* utilizando-se de um medidor eletrônico de compactação do solo (penetrolog). A produtividade e a qualidade foi avaliada em grade de 1 m² e depois extrapolada para área total. A classificação da qualidade atendeu os seguintes tipos: A, A₁, B, B₁ e C e foi feita de acordo com sugestão da Associação de Produtores de Chá do Vale do Ribeira, cujo critério se deu em função do grau de maturação, impurezas e desenvolvimento do broto.

Resultados preliminares mostram a alterações tanto dos atributos físicos e mecânicos, quanto da produtividade e da qualidade em função da idade e manejo do chá. O Talhão TB apresentou uma produtividade 1,168 t ha⁻¹ enquanto o Talhão TA produziu 0,907 t há⁻¹. A área do talhão TB apresentou 29 e 71% de chá do tipo B e B₁, respectivamente, enquanto que a área do talhão TA apresentou 5% de chá B, 90% de B₁ e 5% de C. Verifica-se, portanto, que a área do talhão TB além de ter proporcionado maior produtividade, também apresentou uma qualidade superior, não tendo nenhuma classificação do tipo C, o que significaria um chá de baixíssima qualidade.

A avaliação estrutural to Talhão TB revelou valores menores de RP quando comparados ao Talhão TA, evidenciando, dessa forma, menor grau de compactação do solo do Talhão TB. Esse resultado é corroborado pelos valores de VTP, onde se observou valores médios de 44 e 40% para o Talhão TB e TA, respectivamente na profundidade de 0 - 0,2 m. Os valores dos teores de argila e silte (Talhão B: teor médio 16, 31 e 53% de argila, silte e areia; Talhão A: 30, 50 e 20%, de argila, silte e areia, respectivamente) e a Ds (Talhão B: 1,43 g kg⁻¹ e Talhão TA: 1,54 g kg⁻¹) podem justificar tais resultados más, os provavelmente, estão condicionados ao efeito da colheita mecanizada e à idade do chazal, que certamente, foram os fatores que contribuíram para alteração destrutiva dos atributos do solo. Portanto, fica evidente que a idade e uso de máquina máquinas tem influenciado de maneira destrutiva os atributos físicos e mecânicos do solo sob cultivo do chá, afetando à sustentabilidade estrutural de área sob o cultivo de chá, no Estado São Paulo.

Impacto de técnicas de mobilização na conservação do solo e na produtividade de milho regado por rampa rotativa num Fluvissole

T.B. Ramos¹, J.C. Martins¹, F.P. Pires¹, P.B. Luz¹, N.L. Castanheira², J.L. Reis² & F.L. Santos²

¹ Instituto Nacional de Recursos Biológicos, INIA, ex-Estação Agronómica Nacional, Quinta do Marquês, 2784-505 OEIRAS, e-mail tiago_amos@netcabo.pt

² Universidade de Évora, Departamento de Engenharia Rural, Apartado 94, 7002-554 ÉVORA

Num Fluvissole do Alentejo, com textura mediana e declive inferior a 0.2%, compararam-se, no período entre 2002 e 2004, os valores da humidade do solo, escoamento superficial, perda de solo e produção de grão, numa área com milho regado por rampa rotativa, e sob diferentes técnicas de mobilização do solo (convencional+covachos, convencional e reduzida).

O conjunto das modalidades sujeitas a mobilização convencional+covachos registou: em relação ao teor de água no solo, diferenças altamente significativas ($p < 0.001$) em relação às outras modalidades, ao longo dos 3 anos do ensaio e às profundidades de 0-20 e 20-40 cm; um menor escoamento superficial e menor perda de solo em resultado da respectiva capacidade de detenção e de retenção de água; um desenvolvimento mais homogéneo da cultura que se traduziu em acréscimos significativamente ($p < 0.05$) superiores no rendimento de milho-grão de cerca de 4 Mg/ha em relação às outras modalidades.

Os resultados obtidos nos conjuntos das modalidades sujeitas a mobilização convencional e a mobilização reduzida apresentaram valores médios de escoamento superficial entre 46 a 57% das dotações aplicadas e perdas de solo por rega, em termos médios, ao fim de três anos, de cerca de 100 kg/ha, não se verificando grandes diferenças entre aquelas modalidades relativamente a estes parâmetros.

O sistema de mobilização convencional com covachos revelou-se como a melhor solução para a conservação do solo e da água no Fluvissole estudado.

Com base nos resultados obtidos nos ensaios, considera-se que a metodologia CRESP (Classes de Risco de Escoamento Superficial) permite previsões razoáveis do risco de escoamento superficial potencial (ESP) associado às condições de aplicação de água, num determinado tipo de solo.

Sessão temática 7:

DEGRADAÇÃO, PROTECÇÃO E
RECUPERAÇÃO DE SOLOS

Presencia de metales pesados y arsénico en los suelos de saladares costeros del mar menor y en sedimentos litorales: acumulación por moluscos marinos

A. María-Cervantes¹, J. Álvarez-Rogel¹ & F.J. Jiménez-Cárceles²

¹Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria. ETSIA-UPCT. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena, Murcia, Españ, email: amc@alu.upct.es

²BIOCYMA: Biología, Calidad y Medio Ambiente. Consultoría en Medio Ambiente y Calidad. 2050, Molina de Segura. 30500 Murcia, España.

Introducción - En este trabajo se presentan los niveles de metales pesados y As, procedentes de la cercana área minera de Cartagena-La Unión, en los suelos de dos saladares costeros de la laguna del Mar Menor (la Marina del Carmolí y el saladar de Lo Poyo), en los sedimentos lagunares afectados y en tres especies de moluscos que viven en estos sedimentos.

Materiales y métodos - Las parcelas de suelo de ambos saladares (9 en el Carmolí y 10 en Lo Poyo) se establecieron en las zonas afectadas por los residuos mineros, recogándose de la capa superficial (20 cm). En cuanto a los sedimentos, se establecieron 16 parcelas costeras separadas entre sí cada 500 m, desde el extremo norte de la Marina del Carmolí hasta el extremo sur del saladar de Lo Poyo, recogiendo sedimento de la capa superficial (20 cm); en estas mismas parcelas se recogieron las tres especies de moluscos (dos bivalvos –*Tapes decussatus* y *Cerastoderma glaucum*-y un gasterópodo –*Hexaplex trunculus*-) siempre que fue posible. El contenido de metales pesados (Cd, Cu, Mn, Pb, Zn) y As se determinó en ICP-MS, tras digestión con HF y HNO₃ para suelos y sedimentos, y tras digestión por vía seca para moluscos.

Resultados y discusión - Los niveles de metales pesados y As en los suelos fueron muy elevados y similares en ambos saladares (medias de 11733 mg kg⁻¹ Zn, 7522 mg kg⁻¹ Pb, 1813 mg kg⁻¹ Mn, 333 mg kg⁻¹ As, 24 mg kg⁻¹ Cd, 110 mg kg⁻¹ Cu), superando los niveles de intervención de diversas normativas tanto nacionales como internacionales.

Los sedimentos costeros del Mar Menor presentaron valores elevados de metales pesados y As, sobretudo los correspondientes con el saladar de Lo Poyo, donde los residuos mineros son vertidos directamente a la laguna a través de la Rambla del Beal, presentando valores máximos de 7132 mg kg⁻¹ para Zn, 6975 mg kg⁻¹ para Pb, 5039 mg kg⁻¹ para Mn, 501 mg kg⁻¹ para As, 9 mg kg⁻¹ para Cd y 74 mg kg⁻¹ para Cu.

Las correlaciones aplicadas indican una relación positiva significativa entre el contenido de As, Mn, Pb, Cd y Zn en el sedimento y en *Hexaplex trunculus*. Luego esta especie puede considerarse un buen indicador de contaminación por As, Mn, Pb, Cd y Zn en los sedimentos del Mar Menor. Además, en este caracol marino las concentraciones fueron más altas que en los dos bivalvos. Si comparamos los niveles con diferentes estándares internacionales, se observa que los niveles en este gasterópodo están muy por encima para Pb, Zn y As en las parcelas correspondientes con el saladar de Lo Poyo, encontrándose valores máximos (en mg kg⁻¹ peso fresco) de 37 para Pb, 621 para Zn y 97 para As.

Los dos bivalvos no se encontraron en los sedimentos marinos más contaminados (parcelas del saladar de Lo Poyo), posiblemente debido a los efectos tóxicos de las concentraciones tan elevadas de metales. Luego estas especies no pueden usarse como bioindicadoras de contaminación metálica en el Mar Menor. Además, sus niveles siempre estuvieron por debajo de los establecidos por las normativas internacionales.

Conclusiones - Los saladares de la Marina del Carmolí y Lo Poyo se encuentran fuertemente contaminados por metales pesados y As, los cuales se han extendido a los sedimentos costeros adyacentes, estando biodisponibles para las especies de moluscos marinos.

Debido a las actividades recreativas que se presentan en la zona, a la recolección y consumo de estas especies de moluscos y a los altos niveles de contaminación metálica encontrada en los suelos de los saladares, en los sedimentos y moluscos, podemos concluir que existe un riesgo de toxicidad y de transferencia de metales a la cadena trófica.

Utilización de fluorescencia de rayos X portátil en el estudio de suelos potencialmente contaminados

F. Martín¹, S. Morales-Ruano^{2,3}, M. Bagur⁴, C. Estepa², E. Fernández¹, M. Diez¹ & J. Aguilar¹

¹ Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Granada.

² Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada.

³ Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra. CSIC.

⁴ Departamento de Química Analítica. Universidad de Granada. Campus Fuentenueva s/n, 18071, Granada, España. fmartin@ugr.es

Los suelos contaminados por elementos traza se han convertido en un campo de estudio prioritario en las últimas décadas, con numerosas investigaciones en el campo de la identificación, monitorización, remediación y seguimiento de suelos contaminados. Los equipos portátiles de fluorescencia de rayos-x (PFRX) permiten determinar *in situ* concentraciones de elementos traza en suelos de una manera rápida y sencilla, y se han mostrado como una herramienta muy útil en el reconocimiento y evaluación inicial de zonas potencialmente contaminadas. Los límites de detección de los equipos PFRX son más altos que los de otras técnicas, pero su utilidad se basa en que estos límites están por encima de los niveles de intervención para la mayoría de los elementos traza potencialmente contaminantes en suelos (US EPA, 1998).

En este trabajo se realizó un muestreo superficial (0-10 cm) de diferentes materiales presentes en la zona minera abandonada de Rodalquilar (SE España). Se tomaron un total de 61 muestras de suelos, 25 de escombreras, y 5 de lodos de la balsa de acumulación de residuos. Los análisis se realizaron en campo mediante la utilización de un equipo portátil de Fluorescencia de Rayos-X NITON XLt 792, siguiendo el Método 6200 de la U.S. EPA (1998).

Los resultados obtenidos permiten caracterizar los diferentes materiales analizados. Así, los lodos de la balsa presentan concentraciones muy elevadas de As, con unos valores medios de 687,90 mg kg⁻¹, y llegando a valores máximos superiores a 1200 mg kg⁻¹. El material de las escombreras presenta concentraciones menores en As, con un valor medio de 105,36 mg kg⁻¹, detectándose también anomalías importantes en Zn y Cu. Finalmente, los suelos muestran valores anómalos muy importantes en las concentraciones de Pb y As, con unas concentraciones medias de 217,92 y 241,96 mg kg⁻¹, y unos valores máximos de 2744 y 613 mg kg⁻¹, respectivamente. El análisis estadístico de los resultados, así como la distribución espacial de las muestras en el paisaje, permite agrupar los diferentes suelos en subconjuntos homogéneos y relacionarlos con los principales focos de contaminación de la zona. La comparación de los valores analizados con los límites de intervención propuestos en 1999 por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, indica que el 85% de los suelos de la zona exceden los niveles de intervención para suelos agrícolas en As y el 7% para el Pb; si consideramos los niveles para zonas naturales, el 55% de los suelos exceden los niveles de intervención en As para este uso; mientras que para uso industrial, las concentraciones de As son superiores a los límites establecidos en el 30% de los suelos de la zona. El análisis de elementos traza en campo mediante PFRX es una herramienta muy útil y altamente discriminante en el reconocimiento y caracterización de zonas potencialmente contaminadas.

Disponibilidad y bio-accesibilidad de metales en la fracción arcilla de suelos urbanos de Sevilla

Fernando Madrid, Encarnación Díaz-Barrientos & Luis Madrid

*Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, Apartado 1052, 41080 Sevilla
email: madrid@irnase.csic.es*

Introducción – El uso más frecuente de los suelos urbanos en la mayoría de las grandes ciudades es recreativo u ornamental en áreas de esparcimiento. En dichas áreas, las partículas más finas de los suelos son aquellas más fácilmente incorporadas por los humanos por inhalación, contacto directo o incluso ingestión. Por ello interesa estudiar la disponibilidad, para los organismos, de diversos contaminantes presentes en dichas partículas finas. En este trabajo hemos estudiado la disponibilidad de diversos metales potencialmente tóxicos (MPT) en suelos urbanos por medio de varios métodos de extracción, incluyendo un método de extracción secuencial propuesto por la Unión Europea, y hemos comparado los resultados con los contenidos encontrados en las partículas de tamaño arcilla (< 0,002 mm).

Materiales y métodos – Se eligieron diez muestras de suelos de zonas verdes de Sevilla con distintos contenidos en MPT. Se midieron sus propiedades generales y sus contenidos en MPT *seudo*-totales por digestión con agua regia, disponibles por extracción con EDTA y bio-accesibles por el método llamado “Simple Bio-accessibility Extraction Test” (SBET). Además se aplicó el método de extracción secuencial conocido como método del BCR modificado, habitual en la Unión Europea. En cada suelo se extrajo la fracción arcilla y en ella se midieron los contenidos *seudo*-totales.

Resultados – Se demuestra que muchos MPT están preferentemente presentes en las partículas más finas en comparación con las más gruesas. Esto se cumple para el Cr, el Cu, el Ni, el Pb y el Zn. De los MPT estudiados, las únicas excepciones son Mn y, quizás, Cd. Por otra parte, los MPT presentes en las partículas de tamaño arcilla están frecuentemente en formas fácilmente bio-accesibles, especialmente en el caso de Cu, Pb y Zn. Los resultados sugieren que las formas bio-accesibles están distribuidas entre las tres fracciones de MPT extraídos secuencialmente, e incluso en la fracción llamada “residual” una proporción importante de estos tres MPT está en formas bio-accesibles.

El análisis estadístico muestra algunas distinciones entre MPT que parecen corresponder a las categorías entre elementos de origen “urbano”, de origen “natural” o de carácter intermedio entre estos dos, propuestas por otros autores anteriormente.

Conclusiones – Se concluye que la fracción fina es la principal fuente de MPT en suelos urbanos, y que en varios de los MPT estudiados las formas presentes en dicha fracción fina son las más fácilmente disponibles o bio-accesibles. Considerando que las partículas más finas son las más probables de ser ingeridas accidentalmente o inhaladas en zonas de juegos o actividades recreativas en general, deben tomarse medidas para minimizar la dispersión de los suelos de esas zonas, por ejemplo por el uso de sustancias que mejoren la agregación. Enmiendas que se cree disminuyen la disponibilidad de MPT en suelos hemos demostrado recientemente que son poco efectivas para disminuir la disponibilidad de MPT en estos suelos, por lo que se deben buscar otras alternativas.

Utilización de lodos de corte y pulido de la Industria del Mármol para la recuperación de escombreras

Juan Antonio Sánchez Garrido¹, Mariano Simón Torres¹, Inés García Fernández¹, Fernando del Moral Torres¹, Sergio de Haro Lozano¹, Francisco Martín Peinado², Ángel Iriarte Mayo³ & Verónica González Andrés¹

¹ Dpto. de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Almería, Carretera Sacramento s/n. 04120. Almería. Tel.: 950015058. Fax: 950015319. jasanche@ual.es

² Dpto. de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Granada.

³ Estación Experimental del Zaidín. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Granada

Introducción - Los residuos de la explotación del mármol en La Comarca del Mármol de Macael (Almería) tienen un tamaño relativamente grande y dejan poros muy gruesos que no son capaces de retener humedad, por lo que es imposible que sobre ellos prospere cualquier tipo de regeneración vegetal. Esto ha hecho que en las restauraciones que está llevando a cabo el Centro Tecnológico Andaluz de la Piedra (CTAP), se ordenen en primer lugar los grandes fragmentos rocosos, construyendo un muro basal y, a continuación, se cubran dichos fragmentos con unos 20 cm de tierra vegetal (suelo) procedente de las labores de desmonte previas a la extracción del mármol; además, para el control de la erosión, se han utilizado mantas y redes orgánicas. Los taludes se caracterizan por presentar una pendiente muy acusada (supera el 60 %) y un marcado contraste textural entre los gruesos fragmentos de los estériles, con poros de varios centímetros de diámetro, y el suelo que se aporta en superficie, de porosidad mucho más fina, con diámetros milimétricos o más pequeños. Los poros extremadamente gruesos que quedan entre los fragmentos de estériles carecen de capacidad de succión, lo que hace que este material se comporte como impermeable (Miller and Gardner, 1962), originándose en las partes medias y bajas de las laderas el denominado *flujo en embudo* (Kung, 1990a, 1990b) que aflora a la superficie del suelo originando un proceso de erosión que puede llegar a romper la manta orgánica de protección. Para intentar corregir este problema se ha diseñado la presente experiencia que trata de disminuir el tamaño de dichos poros, rellenándolos con un material fino (lodos de corte y pulido).

Material y métodos - Una vez caracterizados los lodos de corte y pulido física y químicamente, el CTAP acondicionó los bloques de una parcela de aproximadamente 1000 m² de superficie y 72% de pendiente, donde colocamos 23 barras de acero del mismo diámetro que el de los tubos de acceso de sondas de humedad PR1 (Delta-T Profile Probe). La zona central de la parcela se dejó sin adicionar lodos y en el resto se adicionaron hasta llenar los poros de la escombrera en una profundidad aproximada de 20-25 cm. A continuación, la escombrera se cubrió con unos 20 cm de tierra vegetal, se introdujeron los 23 tubos de acceso de 50 y 100 cm de longitud, con los que se midió la humedad en 4 campañas de muestreo en los últimos 6 meses. Por último, se realizaron experiencias con un simulador de lluvia de intensidad variable.

Resultados y discusión - Las experiencias con simulador de lluvia de intensidad variable en las laderas sin lodo nos indican que, hasta intensidades de lluvia de 25 mm/h, no se produce escorrentía en las laderas recuperadas. Del mismo modo, se ha comprobado que el flujo en embudo se produce en el contacto entre los materiales gruesos de la escombrera y el suelo aportado.

Los resultados ponen de relieve que, las sondas introducidas en el sector donde no se adicionaron lodos, sólo detectó humedad en los primeros 20 cm y la acumulación de humedad en profundidad está condicionada por la existencia o no de intercalaciones de materiales más finos de desmontes entre los grandes fragmentos rocosos. En la parcela con lodos las sondas detectaron humedad hasta los 50 cm en unos casos y hasta 80 en otros, especialmente en la parte media y baja, que aumenta considerablemente el agua disponible.

Conclusiones - La adición de lodo a las escombreras antes de la incorporación de los 20 cm de tierra vegetal mejora la retención de agua por parte de las laderas, al tiempo que incrementa la succión del agua que se infiltra en la escombrera.

- El flujo en embudo se inicia a mayor profundidad (» 40-45 cm), de forma que, antes de salir a la superficie, la carga hidráulica infiltra el agua en el interior de la escombrera (*flujo en dedos*), lo que presumiblemente frenaría el proceso de erosión superficial.

Efecto de la cobertura de piedras sobre la erosión hídrica en suelos de dehesa

Lorena Martínez-Zavala¹, Antonio Jordán¹, Nicolás Bellinfante¹ & Juan Gil.²

¹ Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola (Universidad de Sevilla)

email: ajordan@us.es

⁴ Dpto. de Química Agrícola y Edafología (Universidad de Córdoba).

Introducción - La rugosidad, estructura, cobertura vegetal y las piedras sobre la superficie del suelo tienen una fuerte influencia sobre la tasa de infiltración, la generación de escorrentía y la erosión del suelo. Las piedras (partículas minerales de diámetro superior a 2 mm) sobre la superficie del suelo afectan a los procesos erosivos protegiendo a la superficie del suelo de la pérdida de partículas, así como a otras propiedades físicas y a los procesos hidrológicos. Los suelos sellados poseen tasas de infiltración relativamente bajas, lo que contribuye a incrementar la escorrentía y los procesos erosivos. El sellado superficial del suelo constituye un factor crucial en la reducción de la capacidad de infiltración y el aumento de escorrentía o la erosión en el área mediterránea. En este trabajo se estudia la erosión del suelo, la escorrentía y las tasas de infiltración entre regueros en suelos superficiales de dehesa no cultivados con vegetación muy dispersa y donde las piedras sobre la superficie del suelo constituyen prácticamente la única protección frente a la erosión hídrica o los procesos de sellado.

Materiales y métodos - Este estudio se llevó a cabo en El Andévalo, un área natural subhúmeda de la provincia de Huelva (SO de España), localizada aproximadamente sobre las coordenadas 7.2°O y 37.6°N, y entre 100 y 600 m de elevación. El clima es de tipo mediterráneo, con una temperatura media anual entre 17 y 19°C y una precipitación media anual que oscila entre 400 y 600 mm. Los suelos en los puntos de muestreo son Leptosoles de 8 a 30 cm de profundidad, carácter ácido, un contenido en materia orgánica menor del 1% y una textura es arenoarcillosa o franca arenoarcillosa. El tipo de uso dominante es la dehesa, un bosque aclarado de *Quercus rotundifoliae*, con pastizal y zonas de suelo desnudo. La cobertura de piedras estimada a partir de fotografías digitales de los puntos de muestreo, y osciló entre 3 y 80%. El diámetro medio de los fragmentos varía entre 2 mm y 20 cm, y la pendiente de los puntos de muestreo entre 1.3 y 2.0 %.

Se aplicaron tres intensidades de lluvia (50, 100 y 150 mm h⁻¹). Algunos períodos de retorno en el área son de 5 años / 72 mm h⁻¹ o 25 años / 104 mm h⁻¹. La cobertura de piedras se clasificó en cuatro clases: RFC1 (2-5%), RFC2 (15-30%), RFC3 (40-60%) y RFC4 (60-80%). Para los experimentos se seleccionaron cinco puntos por cada tipo de cobertura de piedras e intensidad de lluvia (en total, 60 puntos). Las simulaciones se llevaron a cabo sobre una superficie de 625 cm² durante 60 minutos; normalmente, la tasa de infiltración alcanzaba un equilibrio después de 40 minutos. En cada experimento se midió el tiempo de encharcamiento (Tp) y el tiempo de aparición de la escorrentía (Tr). El volumen de escorrentía y el sedimento en suspensión se determinaron cada 5 min. La tasa de infiltración se calculó como la diferencia entre la intensidad de lluvia y la tasa de escorrentía. Las muestras de escorrentía se secaron (110°C) para determinar el contenido en sedimentos. La pérdida de suelo se determinó mediante el producto de la concentración de sedimentos por el volumen de escorrentía.

Resultados y discusión - Las piedras sobre la superficie del suelo incrementaron la rugosidad y la intercepción de gotas de lluvia, retrasando tanto Tp como Tr. El valor de Tr se incrementó de acuerdo con la cobertura de piedras. El valor de Tp fue de 168-269 s (bajo una intensidad de 50 mm h⁻¹), 158-168 (100 mm h⁻¹) y 78-240 (150 mm h⁻¹). El promedio de Tr se incrementó en función de la cobertura de piedras, oscilando entre 268 (RFC1) y 478 s (RFC4), y de la intensidad de lluvia, con valores entre 467 (50 mm h⁻¹) y 253 s (150 mm h⁻¹). El incremento de Tr en función de la cobertura de piedras muestra un crecimiento lineal bajo diferentes intensidades de lluvia hasta un valor en torno a 550 s cuando la cobertura de piedras se aproxima al 100 %. Este límite ha sido señalado previamente en suelos pedregosos bajo intensidades de lluvia similares por diversos autores. El tiempo necesario para el desplazamiento de la escorrentía (Tr-Tp) fue mayor en suelos con alta cobertura de piedras. El promedio de Tr-Tp osciló entre 133 (RFC1) y 252 s (RFC4). Este intervalo fue más corto cuando la cobertura de piedras era baja. En general, el agua se infiltró más fácilmente bajo la proyección vertical de las piedras. El agua de lluvia interceptada por las piedras

fluye hacia la superficie desnuda próxima, infiltrándose fácilmente por los macroporos y grietas entre los agregados.

El coeficiente de escorrentía se incrementó durante los primeros 20-40 min para cada clase de cobertura de piedras e intensidad de lluvia. Las tasas finales de escorrentía se alcanzaron después de 40 min (50 mm h^{-1}) y de 20 min (150 mm h^{-1}) en los casos RFC1 y RFC2. Después de 20-40 min, la escorrentía era estable en todos los experimentos. Algunos autores han relacionado este proceso con el efecto de las piedras embebidas en el sello superficial. Las tasas finales de infiltración fueron de 54, 77, 95 y 98 % bajo una intensidad de lluvia de 50 mm h^{-1} para RFC1, RFC2, RFC3 y RFC4, respectivamente; 31, 48, 81 y 88 % bajo 100 mm h^{-1} ; y 21, 40, 60 y 80 % bajo 150 mm h^{-1} .

A concentración de sedimentos en la escorrentía se incrementó linealmente durante los primeros 15-20 min de lluvia. Después de aproximadamente 20-30 min se detectó un descenso uniforme de la carga de sedimentos en suspensión, que se hizo estable tras unos 45 min en todos los experimentos. Este comportamiento puede deberse a los cambios en la cohesión de la superficie del suelo. Los picos de sedimentos aparecen cuando los agregados húmedos y ya con baja estabilidad estructural se rompen por el impacto de la lluvia. El sellado del suelo tras unos minutos de lluvia simulada puede contribuir a estabilizar la tasa de escorrentía e infiltración. La fase de equilibrio se alcanzó más rápidamente con baja cobertura de piedras. Por lo tanto, la erosividad de eventos de lluvia largos o frecuentes puede ser mayor cuando la protección es baja. La tasa de erosión fue menor de $2.5 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ en todos los casos bajo una intensidad de lluvia de 50 mm h^{-1} y menor de $1 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ para RFC4, incluso bajo intensidad de lluvia bajo de 150 mm h^{-1} . La tasa de pérdida de suelo fue excepcionalmente grande $84 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ bajo una intensidad de 150 mm h^{-1} y baja protección (RFC1). La cobertura de piedras protege el suelo de la erosión del impacto de las gotas de lluvia.

Conclusiones - La cobertura de piedras contribuye a retardar el tiempo de encharcamiento y la aparición de escorrentía. Las piedras sobre la superficie del suelo también incrementaron la tasa de infiltración y disminuyeron la pérdida de suelo. Los patrones de erosión de suelo mostraron un máximo de sedimento en suspensión al inicio de las simulaciones, decreciendo después hasta un valor constante. La reducción de la pérdida de suelo por efecto de las piedras superficiales ha sido modelizado según una expresión matemática con un alto grado de fiabilidad. Estas conclusiones tienen implicaciones para la modelización de la erosión bajo los mismos condicionantes climáticos y edáficos, como dehesas y encinares del SW de España y otras áreas mediterráneas.

Metodologias de avaliação do risco de erosão e de desertificação dos solos. Caso de estudo: bacia hidrográfica do Vale do Gaio

M.C. Gonçalves¹, T.B. Ramos¹, J.C. Martins¹ & C. Kosmos²

¹ Instituto Nacional de Recursos Biológicos, L-INIA, ex. Estação Agronómica Nacional, Av. República, Quinta do Marquês, 2784-505 Oeiras, Portugal. mc.goncalves@netc.pt

² Agricultural University of Athens, Laboratory of Soils and Agricultural Chemistry, Iera Odos 75, Athens 11855, Greece

O projecto Europeu ENVironmental ASsessment of Soil for MONitoring (ENVIASSO) teve como objectivos seleccionar e testar um conjunto de critérios e indicadores quantitativos para as ameaças a que o solo está sujeito identificadas na “Soil Communication” COM (2002) 179: erosão, desertificação, declínio da matéria orgânica, contaminação do solo, compactação do solo, impermeabilização do solo, declínio da biodiversidade, salinização e deslizamentos de terras <http://www.envasso.com/>.

Neste Projecto estabeleceram-se um conjunto de **critérios e de indicadores** que traduzem cada uma das ameaças do solo, definindo valores mínimos e máximos admissíveis. Os indicadores estabelecidos e correspondentes metodologias para a sua determinação foram testados em zonas piloto nos diversos países em que os dados necessários estavam disponíveis.

Neste trabalho apresenta-se a contribuição portuguesa para o teste das metodologias da avaliação dos riscos de **erosão do solo** e de **desertificação**. Para a avaliação daquelas ameaças foram aplicados os indicadores **ER01 – Estimativa das perdas do solo por erosão hídrica** e **DE01 – Área em risco de desertificação**.

A bacia hidrográfica do Vale do Gaio, com cerca de 513 km² foi escolhida como área piloto portuguesa. Esta bacia está localizada na região do Alentejo, inserindo-se dentro da bacia do Sado. Os solos dominantes são os Cambissolos, Luvisolos e Regossolos, sendo caracterizados essencialmente por baixos teores de matéria orgânica, taxas de infiltração e capacidade de retenção de água no solo. Os sistemas de Montado de Azinho e Sobro e os sistemas agrícolas de sequeiro dominam a ocupação dos solos daquela bacia. As práticas de mobilização do solo, quase sempre coincidentes com o início das chuvas, e a erosão hídrica do solo constituem o principal problema para a degradação dos solos da área piloto. As taxas de erosão dos solos devido ao escoamento superficial (ER01) foram estimadas, de acordo com as linhas de orientação estabelecidas, com o modelo **PESERA**. As áreas em risco de desertificação foram determinadas com base na metodologia desenvolvida no projecto **MEDALUS**.

As classes dominantes de perdas do solo por erosão hídrica, estimadas com o modelo PESERA e com os dados meteorológicos de 2001 a 2006, para a bacia hidrográfica do Vale do Gaio, foram: (i) < 0.5 t/ha/ano em 32.1% da área; (ii) 5-10 t/ha/ano em 23.3% da área e (iii) 10-20 t/ha/ano em 16.9% da área.

Para o mesmo período, a bacia do Vale do Gaio foi classificada quanto às áreas em risco de desertificação e por aplicação da metodologia MEDALUS, em: (i) não ameaçada em 1.8 % da área; (ii) potencial em 3.9% da área; (iii) frágil em 68.4 % da área e (iv) crítica em 25.9 % da área.

Biodisponibilidade de Cu, Pb e Zn nas áreas mineiras de Canal Caveira e São Domingos – Faixa Piritosa Ibérica

M.M. Abreu¹, E.S. Santos², M.B. Ferreira² & M.C.F. Magalhães³

¹ Dept. Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa (TULisbon), Tapada da Ajuda, 1399-017 Lisboa, Portugal. manuelaabreu@isa.utl.pt

² Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal.

³ Dept. Química e CICECO, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

Na Faixa Piritosa Ibérica (FPI) existem várias áreas mineiras, actualmente abandonadas, consideradas importantes fontes de contaminação ambiental. Os solos, muitas vezes desenvolvidos sobre escombros mais ou menos heterogéneas de materiais resultantes da exploração do *gossan*, escórias, cinzas de pirite e rochas encaixantes podem apresentar elevadas concentrações de metais pesados, baixos valores de pH e de matéria orgânica. A análise da biodisponibilidade dos elementos nos solos permite avaliar a existência potencial e imediata de riscos ambientais e de saúde pública. Por outro lado, é o primeiro passo para a implementação de um eficiente programa de fitoestabilização.

Este estudo teve como objectivo avaliar a biodisponibilidade do Cu, Pb e Zn nas áreas mineiras de São Domingos e Canal Caveira, ambas na FPI. Assim, em solos provenientes de diferentes zonas (subdivididas em três parcelas) destas áreas mineiras (duas em São Domingos e uma em Canal Caveira) realizou-se a sua caracterização físico-química e a determinação do teor total e da fracção biodisponível (extraída com acetato de amónio) do Cu, Pb e Zn. A extracção química paralela com: cloridrato de hidroxilamina; reagente Tamm, sob radiação U.V. e pirofosfato de sódio permitiu determinar a fracção dos metais associada, respectivamente, aos óxidos de Mn, óxidos de Fe e matéria orgânica.

Em ambas as áreas mineiras os teores totais dos elementos foram elevados (Canal Caveira: 0,3-0,5 g Cu kg⁻¹, 5,5-8,9 g Pb kg⁻¹ e 0,2-0,5 g Zn kg⁻¹; São Domingos: 0,2-1,8 g Cu kg⁻¹, 1,9-9,3 g Pb kg⁻¹ e 0,03-1,0 g Zn kg⁻¹), contudo os solos das duas zonas da mina de São Domingos apresentaram maior heterogeneidade devido à constituição dos materiais que lhes deram origem. Na mina de Canal Caveira, a fracção biodisponível de Pb atingiu geralmente valores superiores à dos solos de São Domingos (Canal Caveira: 0,04-4,45 %; São Domingos 0,01-0,27 % do teor total). A biodisponibilidade de Zn nos solos das áreas mineiras variou consoante as parcelas e, consequentemente, com as características dos próprios solos (Canal Caveira: 0,8-5,7 % do teor total; São Domingos: 0,1-13,3 % do teor total). O Zn está maioritariamente associado à fracção residual nos solos das duas minas, enquanto que o Pb está associado à fracção residual em São Domingos e à matéria orgânica nos solos de Canal Caveira. A fracção de Cu disponível nos solos de ambas as minas é inferior a 0,6 % do teor total; cerca de 50 % do teor total deste elemento está associado à fracção residual, 20-30 % aos óxidos de Fe, menos de 2 % aos óxidos de Mn e 10-26 % à matéria orgânica.

Estas áreas mineiras apresentam, no geral, baixo risco ambiental relativamente ao Cu. No entanto, o Pb e o Zn, em função da sua disponibilidade em alguns solos, podem afectar a biodiversidade neles existente. Desta forma, é importante a implementação de técnicas, preferencialmente de fitoestabilização com adição de compostos ao solo que permitam minimizar a disponibilidade destes elementos, além de contribuírem para melhorar as suas características hídricas e nutricionais.

Variación de los valores del factor topográfico “LS” obtenidos en un área incendiada, antes y después del incendio aplicando los modelos USLE y RUSLE. Influencia del uso y del tipo del suelo en su cálculo

Margarita Roldán Soriano & Vanesa Chicharro Fernández

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. email: margarita.roldan@upm.es

La zona de estudio se encuentra situada en la provincia de Guadalajara (España) con una superficie aproximada de 12654 ha de las cuales el incendio afectó a 12500 ha de ecosistemas forestales y 154 ha de cultivos agrícolas. En dicha área se estimó la pérdida de suelo antes y después del incendio y con la aplicación de los modelos USLE (Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo) y RUSLE (Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo Revisada)

La aplicación de los modelos USLE y RUSLE en la estimación de la pérdida de suelo y el análisis de los factores que intervienen en ambos modelos permitió determinar que las mayores diferencias entre ellos se producían en el factor topográfico LS. Por un lado, se presenta un análisis comparativo de los factores LS estimados con USLE y RUSLE, antes y después del incendio, y para qué pendientes y longitudes de ladera se producen las mayores diferencias. Estas diferencias en el cálculo de dicho factor aplicando ambos modelos, se debe principalmente a que el modelo RUSLE tiene en cuenta para su cálculo la complejidad que en el fenómeno erosivo presenta la topografía del terreno junto con otros elementos del medio, y que en dicho factor se traduce en el uso para su cálculo de un mayor número de parámetros, así como de la interrelación de dicho factor con el resto de los factores que intervienen en el modelo, hecho que por otra parte no considera la USLE, que estima cada uno de sus factores de forma independiente y considerando únicamente la longitud de la ladera y la pendiente.

Por otro lado, se realiza un análisis comparativo de los valores LS aplicando la RUSLE para los diferentes tipos de suelo y usos del suelo, en el área de estudio, antes y después del incendio. Mostrándose con este análisis la influencia que el uso del suelo junto con el tipo de suelo ocasionan en los valores del factor LS.

Painéis

Utilización de índices químicos y biológicos para la medida de la disponibilidad de metales en suelos carbonatados mediante la realización de un bioensayo

A. López Lafuente¹, J.R. Quintana Nieto¹, A. de Santiago Martín¹, M.C. Martín Gómez², L. Martín Calvario³, R. Ramírez Vera³, M.T. Rodríguez Fernández³, A. Vázquez de la Cueva⁴ & C. González Huecas¹

¹ Departamento de Edafología, F. Farmacia, UCM, Plaza Ramón y Cajal s/n, 28040 Madrid, Spain
E-mail: lopezlafuente@farm.ucm.es

² Sección Departamental de química Analítica, F. Farmacia, UCM, Plaza Ramón y Cajal s/n, 28040 Madrid, Spain

³ Departamento de Biología Vegetal I, F. Biología, UCM, C/ José Antonio Novais, 2. 28040 Madrid, Spain

⁴ Centro de investigación Forestal-INIA. Carretera A Coruña, km 7, 28040 Madrid, Spain

La acumulación de metales pesados en los suelos provoca importantes alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas y supone un gran riesgo para la salud humana. La vía de entrada principal de metales pesados al ser humano se produce a través de la ingesta. El objetivo de este trabajo fue analizar la transferencia agua-suelo-planta- contaminante mediante la realización de bioensayos con *Lactuca sativa* (lechuga), correlacionando la cantidad de metal absorbido con índices químicos y biológicos de disponibilidad de metales.

Se ha estudiado la movilidad de Pb, Cd, Zn y Cu añadidos conjuntamente a dos concentraciones distintas (RD 86/278/CEE), en 10 suelos carbonatados mediante un bioensayo con *Lactuca sativa* L. Todos los tratamientos (control, nivel 1 y nivel 2 de contaminación) se realizaron por duplicado y en condiciones controladas de temperatura y humedad. Los índices químicos de disponibilidad utilizados fueron realizados mediante extracciones con NaNO₃ y ácidos orgánicos de bajo peso molecular. Los índices biológicos utilizados fueron las medidas de la actividad enzimática de deshidrogenasa, b-galactosidasa, ureasa, fosfatasa alcalina y proteasa, que controlan los ciclos biogeoquímicos de los principales macronutrientes. El estudio de la disponibilidad de metales en los suelos objeto de estudio dio resultados muy diferentes, dependiendo del extractante utilizado. El extractante que obtuvo mayores porcentajes fue la mezcla de ácidos de bajo peso molecular. El nitrato fue capaz de extraer muy bajos porcentajes de metal. Los dos metales considerados como micronutrientes (Cu y Zn) fueron los desorbidos en mayor porcentaje, mientras que los dos elementos considerados contaminantes (Pb y Cd) se desorbieron en menor proporción, obteniendo diferencias significativas entre tratamientos para el Cu y Cd, no observando diferencias para los otros dos metales. En la realización del bioensayo, se observó un menor desarrollo y menor vigor de las plantas en el nivel de elevada concentración de metales añadidos. Los resultados obtenidos en la valoración de las enzimas deshidrogenasa, b-galactosidasa, ureasa, fosfatasa alcalina y proteasa, muestran que los metales pesados inhiben la actividad de las cinco enzimas a los dos niveles de contaminación probados; correspondiendo el mayor efecto inhibitorio a la concentración más elevada de metales.

La disminución de la productividad y de la actividad enzimática en este experimento ha mostrado una elevada sensibilidad de los suelos frente a la contaminación por metales a concentraciones permitidas por la legislación, a pesar de tener naturaleza carbonatada y, por tanto, una elevada capacidad de inmovilización de metales. Lo que indica que estos niveles de contaminación son suficientes como para alterar el funcionamiento del suelo, por lo que habría que revisar los límites establecidos por la legislación, aunque serían necesarios un mayor número de ensayos (con otras especies u otras variedades de la misma especie).

Efeito dos fogos florestais nas características físicas do solo: o caso de eucaliptais recentemente arditos no Distrito de Aveiro

A. Santos^{1,2}, J. Estrada¹, J. Lucenan¹, R. Pato¹, J. Sande Silva¹, M.C. Magalhães¹, M.C. Malvar², V.M.F.G. Pereira² & J.J. Keizer²

¹ *1 Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, P-3040-316 Coimbra, as_frias@hotmail.com*

² *Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM), Dep. de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro*

Os incêndios florestais podem provocar um notável aumento da perda de solo por erosão. Os solos ficam mais vulneráveis a fenómenos de destacamento e transporte provocados pelas águas pluviais, devido por um lado, à destruição da vegetação e da camada orgânica, e por outro, às alterações nas características da camada superficial mineral do solo. Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projecto EROSFIRE (POCI/AGR/60354/2004) “Ferramenta de apoio na decisão, para identificação, com base em modelação, de risco de erosão do solo após incêndios florestais”, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) e co-financiado pelo FEDER e que aposta sobretudo em modelos baseados em processos físicos (ex. MEFIDIS). Este tipo de modelos caracteriza-se por uma elevada exigência em termos de dados de entrada, entre os quais as características físicas do solo merecem um destaque especial.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram recolhidos dados em micro-parcelas com e sem simulações de chuva e em parcelas de erosão à escala de encosta. Os locais estudados apresentam solos que se enquadram no grupo dos Cambissolos e Leptossolos, e correspondem a eucaliptais recentemente arditos na região Centro de Portugal. Foram seleccionadas quatro encostas na área fronteiriça entre os concelhos de Albergaria-a-Velha e Águeda, após um incêndio em Julho de 2005, e duas encostas no concelho de Sever do Vouga após um incêndio em Agosto de 2006. Em cada encosta foram descritos os perfis do solo e recolhidas amostras às profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, para determinação da textura, da curva de tensão de humidade e da massa volúmica aparente.

No presente trabalho apresentam-se os resultados de dois anos de estudo, obtidos através de medições directas no campo e laboratório, assim como os derivados das funções de pedo-transferência utilizadas. Comparam-se vários métodos e técnicas para estimar as principais características físicas relacionadas com a infiltração e movimento da água no solo.

Comparação de aditivos a um solo de uma área mineira contaminado com arsénio e seu efeito no crescimento de plantas

A.C. Madeira¹, C. Esteves¹, M.M. Abreu¹, A. de Varennes² & M.C.F. Magalhães³

¹ Dept. de Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa (TULisbon), Tapada da Ajuda 1399-017 Lisboa (acmadeira@isa.utl.pt)

² Dept. de Química Agrícola e Ambiental, Instituto Superior de Agronomia, TULisbon, Tapada da Ajuda 1399-017 Lisboa

³ Dept. de Química e CICECO, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro

O arsénio (As) interfere com o metabolismo das plantas inibindo o seu crescimento, embora estas possam apresentar diferentes graus de tolerância ao elemento. Esta resposta está relacionada com a biodisponibilidade do elemento no solo e com a absorção e acumulação na planta (impedindo ou não a sua translocação das raízes para a parte aérea) que, por sua vez, condiciona a sua fitotoxicidade não só para as plantas como também para os seres vivos que delas se alimentam. Naturalmente, ou em resultado da adição de substâncias ao solo, a biodisponibilidade do As pode aumentar ou diminuir em função de vários processos que ocorrem no solo, como a solubilização ou a adsorção.

Este estudo teve como objectivo comparar as diferenças de crescimento em dois tipos de plantas, a salsa (*Petroselinum crispum*) e o tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), num solo naturalmente contaminado com As e ao qual foram juntos os seguintes aditivos: óxidos de ferro (1 e 3 g kg⁻¹; Fe₁ e Fe₃), matéria orgânica (35 g kg⁻¹; MO) e fosfato de cálcio (4 e 12 g kg⁻¹; PCa₄ e PCa₁₂). Os ensaios foram realizados em vaso, em ambiente controlado, num solo recolhido na envolvente da mina de Santo António (Penedono, Viseu), cujo teor total em As era de 1280 mg kg⁻¹. Como controlos usaram-se o solo contaminado sem aditivos (C_{PENEDONO}) e um solo não contaminado (C_{PEGÕES}). Os solos foram mantidos a 70% da capacidade de retenção de água e incubados durante 17 meses, ao fim dos quais foi a salsa semeada e os tomateiros transplantados. As sementes de salsa (30 por vaso) foram colocadas entre duas camadas finas de solo não contaminado (total de 200 mg de solo de Pegões) e determinou-se a taxa de germinação. Durante o crescimento da salsa mediu-se o teor relativo de clorofila das folhas (SPAD-502) e a altura das plantas. As plantas foram colhidas 59 dias após a sementeira e determinaram-se os pesos frescos e secos da parte aérea e radicular. As plântulas de tomateiro foram transplantadas com três semanas de idade e a pesagem em fresco e seco da parte aérea e radicular foi efectuada na colheita final.

A maior taxa de germinação da salsa ocorreu em C_{Penedono} e Fe₃ (0,077 d⁻¹) e a mais baixa registou-se em MO e PCa₁₂ (< 0,040 d⁻¹) e C_{PEGÕES} (0,042 d⁻¹). Contudo, obtiveram-se diferentes resultados relativamente ao peso fresco e seco das plantas. Foi possível formar três grupos com comportamento semelhante tendo os melhores resultados sido obtidos em C_{Pegões}, seguido do PCa₁₂. A matéria seca total (parte aérea e radicular) para estes tratamentos foi de 0,284 e 0,165 g/planta, respectivamente; a matéria seca total dos outros tratamentos foi semelhante entre si, tendo as plantas de Fe₁, Fe₃, e C_{PENEDONO} (0,005 g/planta) registado os menores crescimentos.

Os tomateiros apresentaram comportamentos diferentes em relação à salsa, sendo a matéria seca total mais elevada em MO (18,59 g/planta). Contudo, os valores mais baixos foram também obtidos em Fe₁ e Fe₃ (0,30 g/planta) e C_{Penedono} (0,18 g/planta). O comportamento do fosfato de cálcio foi intermédio e estatisticamente diferente: 7,74 e 6,75 g/planta para PCa₄ e PCa₁₂, respectivamente.

O aditivo à base de fosfato de cálcio na concentração 12 g kg⁻¹ foi o que apresentou melhores resultados relativamente ao crescimento da salsa, enquanto que a matéria orgânica se revelou ser o melhor aditivo, a este solo contaminado naturalmente por As, para o tomateiro. O óxido de ferro comportou-se como o pior aditivo, já que o crescimento de ambas as plantas foi semelhante às do solo contaminado sem aditivo (C_{PENEDONO}).

Estudio del efecto de la adición de alperujo sobre la persistencia de diuron en el cultivo del olivar

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

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC, Apartado de Correos 1052, 41080 Sevilla, España. macabrera@irnase.csic.es

Una práctica cada vez más habitual en los suelos agrícolas es la adición de enmiendas orgánicas para mejorar las propiedades del suelo y aumentar su contenido en materia orgánica. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto de la aplicación de alperujo (residuo sólido que se genera en la producción de aceite de oliva en el proceso de dos fases) sobre la persistencia y el movimiento del herbicida diuron [3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea] en un olivar experimental en Mengíbar (Jaén, España). La parcela objeto de estudio se dividió en 2 subparcelas: 1- subparcela en la que no se aplicó ninguna enmienda al suelo y 2-subparcela en la que se aplicó alperujo a una dosis de 18000 kg de alperujo ha⁻¹. Tras la aplicación del herbicida a una dosis inicial de 2 kg ha⁻¹ se tomaron muestras de suelo por triplicado en cada subparcela y a distintas profundidades (0-10, 10-20 y 20-30 cm) transcurridos 7, 14, 21, 49, 70 y 117 días desde la aplicación de diuron. Después de dejar secar al aire, limpiar las muestras de suelo de restos de hojas, ramas, piedras, etc, y tamizarlas, se procedió a la extracción de diuron con metanol y su posterior análisis por HPLC. Los resultados obtenidos mostraron mayor cantidad de diuron extraído en el suelo enmendado con alperujo respecto al suelo sin enmendar, en todas las tomas de muestras y en todas las profundidades. Sin embargo, no se observó aumento de la movilidad de diuron en el suelo con el tiempo. El aumento de la adsorción de diuron por el incremento de la materia orgánica del suelo, debido a la adición de alperujo, podría considerarse responsable del aumento de la persistencia del herbicida en el suelo enmendado, al compararlo con el suelo sin enmendar.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el Proyecto AGL 2007-65771-C02-01 del MEC y el grupo de investigación RNM 124 de la Junta de Andalucía. Alegría Cabrera agradece al MEC la concesión de una beca FPI.

Parámetros cuantitativos para la evaluación de la erosión y pérdida de fertilidad de suelos tropicales dominicanos

A.J. Hernández¹, C. Vizcayno², S. Alexis¹ & J. Pastor²

¹ *Dpto. Ecología Universidad de Alcalá (Madrid). E-mail anaj.hernandez@uah.es*

² *Instituto Recursos Naturales, CSIC, Madrid E-mail: cvizcayno@ccma.csic.es*

La capa superficial (0-20 cm) de los suelos de diferentes tipos de bosques tropicales húmedos y secos presentes en la provincia de Pedernales (República Dominicana), naturales y cultivados, ha sido evaluada mediante algunos parámetros relacionados con el proceso de erosión: porcentajes de los tamaños de partícula (diferentes tipos de arenas, además de limo y arcilla), índice de inestabilidad estructural de los agregados (Is), índice de degradación física del suelo, índice de erodibilidad e índice de erosionabilidad. Los resultados se presentan comparando estos parámetros en las 79 muestras analizadas según las unidades paisajísticas (bosques) y también atendiendo a las litologías predominantes en los mismos (calizas cristalinas, calizas carbonatadas sobre alteritas y calizas coralinas).

En el trabajo se expone también el diseño experimental llevado a cabo en el laboratorio para el estudio de la pérdida de fertilidad de estos suelos simulando el lavado de los elementos químicos de los mismos según cantidades crecientes de precipitación. Para ello se han seleccionado aquellas localidades más representativas de los diferentes agroecosistemas de este territorio (cuyos suelos pueden considerarse ya con un nivel de perturbación por removidos y cultivados), estudiándolos frente a los correspondientes a sus unidades paisajísticas sin alterar. Todos los resultados obtenidos muestran por vez primera parámetros cuantitativos respecto a estos procesos edáficos en dicho territorio.

Dispersión de radionúclidos en suelo y su biotransferencia

A. Moyano¹, E. Bernasconi², E. Charro³, V. Peña³ & M.P. García-Rodríguez⁴

¹ Dpto. Producción Vegetal y Recursos Forestales. EU Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid (gardini@pvs.uva.es)

² Becario ALBAN Program. Universidad de Valladolid

³ Laboratorio de Investigación de Baja Radiactividad. Universidad de Valladolid

⁴ Dpto. Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Universidad Complutense Madrid.

El origen de los radionúclidos (RN) en el ambiente puede deberse a causas naturales y a la acción de hombre. La extracción de uranio y su posterior enriquecimiento deja liberados en el ambiente remanentes de materiales que contienen cantidades importantes de elementos radiactivos. En la región noreste de la provincia de Salamanca (España) existe una antigua explotación minera de uranio que está parcialmente recuperada. El objetivo del presente estudio es conocer la dispersión de RN (238-U, 226-Ra, 210-Pb, 232-Th, 224-Ra) en la zona mencionada y detectar posibles biotransferencias a especies vegetales. En primer lugar y siguiendo ocho puntos cardinales se determinaron mediante contador Geiger dosis equivalentes a partir de la boca de la antigua mina (zona 0) y hasta una distancia de 500 m. En función de los resultados y teniendo en cuenta que las dosis equivalentes están relacionadas en forma directa con la actividad de los RN se cogieron muestras de suelos y plantas. Se determinaron mediante espectrometría gamma las concentraciones de actividad de los RN en las muestras superficiales de suelo y en tejidos vegetales.

En la "zona 0" el valor medio de la dosis equivalente es 1.33 $\mu\text{Sv/h}$ y la actividad del 238-U varía entre 3388 y 18200 Bq/kg. A 500m de distancia la dosis equivalente decae hasta 0,16 $\mu\text{Sv/h}$ y los valores de 238-U están cercanos a 64-80 Bq/kg. Se aprecia una transferencia de RN desde el suelo a los árboles. En especies de crecimiento rápido (*Populus alba*) los índices de biotransferencia para 226-Ra en hojas son más bajos ($2.60\text{E-}2$) que los encontrados en las hojas de *Quercus ilex* ($1.98\text{E-}01$).

Metales pesados en hongos procedentes de áreas contaminadas

A. Moyano¹, A. García Sánchez², M. Fernández Toirán¹, E. Charro³ & O. Mateo¹

¹ E.U. Ingenierías Agrarias. Dpto. Producción Vegetal. Universidad de Valladolid. Campus de Soria (gardini@pvs.uva.es)

² Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca, IRNASA-CSIC, Salamanca

³ Dpto. Edafología y Química Agrícola. ETSIIAA. Universidad de Valladolid. 34004 Palencia.

Los hongos, saprotróficos y micorrícicos, desempeñan un papel muy importante en los ecosistemas forestales, en especial en el ciclo de bioelementos. Los saprotróficos actúan en los procesos de degradación y mineralización de la materia orgánica, mientras que los micorrícicos son esenciales en la adquisición y translocación de los nutrientes a las plantas huésped. En lugares contaminados por metales pesados la simbiosis micorrícica confiere resistencia a la plantas; en algunos casos se ha demostrado que plantas infectadas pueden sobrevivir más fácilmente a la contaminación que las no micorrizadas. El micelio secuestra la fracción asimilable de los metales pesados disminuyendo la translocación a las plantas. Por otra parte, los cuerpos fructíferos de los hongos son consumidos por una gran cantidad de animales y también por el hombre. Así, algunas setas silvestres tienen un alto valor nutricional y son un recurso natural con un gran valor económico. Sin embargo, la acumulación de metales pesados por los hongos puede representar un riesgo importante para la salud debido a su toxicidad tanto para humanos como para otros seres vivos.

Suelos, hongos y hojarasca fueron muestreados en una zona contaminada con metales pesados en las proximidades de una mina de Pb-Zn (Cd), actualmente abandonada (Loma Charra, Soria). Los contenidos de metales en suelos, hojarasca y hongos indican un elevado grado de contaminación en relación a áreas cercanas no afectadas por actividad minera y que fueron utilizadas como control. En el suelo los contenidos de Zn fueron 797-3475 mg/kg, Cd: 3.2-10 mg/kg y Pb:1485-8166 mg/kg, en hojarasca (Zn: 92- 1475 mg/kg; Cd 1-4,2 mg/kg; Pb: 54-2756 mg/kg) y en setas (Zn 118-915 mg/kg; Cd: 1.2-45.2 mg/kg y Pb 36-1475 mg/kg). Los factores de bioacumulación indican alto riesgo medioambiental. La especie del género *Lycoperdon*, parece comportarse como hiperacumuladora de Zn y Pb.

El laboreo en el cultivo del almendro y la protección del suelo frente a la erosión

B. Cárceles Rodríguez, A. Martínez Raya & J.R. Francia Martínez

IFAPA Centro Camino de Purchil c/ Camino de Purchil s/n. 18004 Granada
belen.carceles@juntadeandalucia.es

El nuevo régimen de ayudas de la PAC condiciona el pago de éstas al cumplimiento de una serie de requisitos legales de gestión y de una serie de normas de buenas condiciones agrarias y medioambientales. Estas normas exigen en el caso del almendro realizar una serie de medidas que protejan al suelo de la erosión.

Así se prohíbe realizar un laboreo tradicional con pendientes medias iguales o superiores al 15%, sin embargo si se permite realizar labores superficiales de menos de 20 cm de profundidad o el establecimiento de cubiertas vegetales.

Estudios de nuestro grupo de investigación demuestran que el laboreo, aunque éste se limite a la capa superficial, es inadecuado para la protección del suelo en estos cultivos en fuertes pendientes, sobre todo en determinados eventos de fuerte intensidad, que son característicos del clima mediterráneo.

Durante un período de tres años se evaluó la pérdida de suelo y la escorrentía en parcelas cerradas de erosión con almendros en una pendiente del 35%, comparándose dos manejos de suelo diferentes: laboreo superficial y no laboreo con una cubierta de vegetación espontánea intercalar.

Se evaluaron un total de 19 eventos erosivos, siendo las tasas medias de pérdida de suelo y de escorrentía obtenidas para el laboreo reducido y la cubierta vegetal de 43,6 y 4,2 kg ha⁻¹ y 3296,3 y 806,5 l ha⁻¹, respectivamente.

La producción promedio para los 3 años de estudio fue 1.4 veces superior para la parcela con la cubierta vegetal, lo que demuestra que este manejo de suelo realiza un aprovechamiento más eficaz del agua de lluvia, lo que se traduce en una mayor producción.

Estos datos demuestran la efectividad de la cubierta vegetal para proteger el suelo contra la erosión. Además, ponen en evidencia la necesidad de realizar estudios en este sentido, que demuestren si realmente los condicionantes impuestos por la PAC para el pago de las ayudas son eficaces en la lucha contra la erosión o si por el contrario sería conveniente evitar el laboreo, aunque sea superficial, en fuertes pendientes en nuestra región.

Control de la erosión mediante el establecimiento de un matorral con posible aprovechamiento económico: *Thymus baeticus* Boiss. ex Lacaíta.

B. Cárceles Rodríguez, A. Martínez Raya & J.R. Francia Martínez

IFAPA Centro Camino de Purchil. Apartado 2027-18080 Granada (España).
belen.carceles@juntadeandalucia.es

Se estudia el comportamiento de una especie de matorral, con hábitat en el sureste español, en cuanto a su efecto protector del suelo. La especie seleccionada ha sido *Thymus baeticus* Boiss. ex Lacaíta., planta con interés en la región por su posible aprovechamiento condimentario, aromático y medicinal; además de estar adaptadas a las condiciones climatológicas y edafológicas de la zona. Las parcelas de estudio están ubicadas en el Parque Natural de Sierra Nevada, espacio protegido, en la provincia de Granada situada en el sureste de España.

Se buscan alternativas sostenibles a los sistemas tradicionales de recolección que suponen frecuentemente que la planta sea arrancada lo que implica, además de una nula protección de los suelos, un grave problema de erosión. Para ello se han comparado dos tratamientos de recolección 50 y 100%.

Como metodología se ha utilizado la de parcelas cerradas, de 96 m² en una pendiente del 17.5%, utilizando un marco de plantación de 0.5 m * 0.5 m. Se ha realizado una evaluación de la escorrentía y la pérdida de suelo para cada evento erosivo. Se ha controlado además la producción de biomasa y el rendimiento en aceite esencial para cada tratamiento.

Para los cuatro años de estudio las menores tasas de erosión y escorrentía se han obtenido para una intensidad de recolección de biomasa del 50%, incrementándose estas en 2.2 y 1.5 veces para la recolección del 100%. Se puede concluir por tanto que para garantizar una producción sostenible y ejercer una protección eficaz del suelo es necesario evitar la siega total de la planta.

Avaliação Geoquímica dos Solos e do Medronheiro na área Mineira da Panasqueira.

B. Godinho¹, M.M. Abreu¹, M.C.F. Magalhães²

¹ Dept. Ciências do Ambiente. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa (UTLisbon), Tapada da Ajuda 1399-017 Lisboa, Portugal. manuelaabreu@isa.utl.pt

² Dept. Química e CICECO. Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

As Minas da Panasqueira situam-se no centro de Portugal, na vertente Sul da Cordilheira Montanhosa da Serra da Estrela, na Aldeia da Barroca Grande (Distrito de Castelo Branco). Esta é uma das poucas minas em actual exploração mineira no País. As Minas da Panasqueira são, pela abundância e qualidade do seu minério, as principais produtoras de tungsténio (W) da Europa. Além do tungsténio é também extraído, em menor quantidade, cobre (Cu) e estanho (Sn).

A extracção do minério tem ocorrido ao longo dos últimos 100 anos, durante os quais os resíduos produzidos foram sendo espalhados à superfície, em escombreciras de grande volumetria, provocando elevados impactos paisagísticos e provavelmente químicos. Este trabalho teve como objectivo o estudo biogeoquímico da envolvente das Minas da Panasqueira, usando como espécie vegetal, o medronheiro (*Arbutus unedo*, L.).

Colheram-se sete amostras de solo e seis de medronheiro (folhas e pequenos ramos). Os solos foram analisados relativamente ao teor total e à fracção disponível dos elementos vestigiais, por ICP e INAA, respectivamente, após digestão com quatro ácidos (HCl + HNO₃ + HClO₄ + HF) e extracção com solução DTPA. O teor dos mesmos elementos foi determinado nas plantas após redução a cinzas e digestão ácida.

Os solos apresentam pH em geral ácido (3,83 – 5,84), textura franco-limosa, CTC entre 12,88 e 32,69 cmol_c kg⁻¹ e carbono orgânico entre 28,74 e 79,05 g kg⁻¹. No geral os solos apresentam valores baixos de alumínio de troca, azoto mineral e fósforo assimilável, mas elevados valores de potássio assimilável.

Os solos podem considerar-se contaminados pois que os valores totais de Cu (média 214,93 mg kg⁻¹), Zn (média 259,86 mg kg⁻¹), Cd (média 2,94 mg kg⁻¹), As (média 922,0 mg kg⁻¹), W (média 137,86 mg kg⁻¹) e Pb (média 77,14 mg kg⁻¹) ultrapassam o teor médio na crosta terrestre e os valores máximos admissíveis segundo a Legislação Portuguesa e Canadiana.

A fracção disponível dos elementos no solo varia consoante o elemento, sendo de 10,85; 10,35; 0,45; 1,04; 1,85 % relativamente ao total, respectivamente para o Cu, Zn, As, W e Pb.

O Medronheiro coloniza os solos desenvolvidos sobre as escombreciras apresentando um bom desenvolvimento vegetativo. A concentração dos elementos vestigiais na parte aérea é muito baixa pelo que parece ser uma espécie tolerante aos elevados valores desses elementos no solo podendo ser usado em técnicas de fitoestabilização das escombreciras e ainda para aproveitamento dos frutos. Estes serão uma boa aposta, na região, para produzir aguardente que pode constituir uma fonte de rendimento das populações locais.

Avaliação em tomateiros do efeito de aditivos a um solo contaminado com arsénio

C. Esteves¹, A.C. Madeira¹, M.M. Abreu¹, A. de Varennes² & M.C.F. Magalhães³

¹ Dept. de Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa (TULisbon), Tapada da Ajuda 1399-017 Lisboa (acmadeira@isa.utl.pt)

² Dept. de Química Agrícola e Ambiental, Instituto Superior de Agronomia, TULisbon, Tapada da Ajuda 1399-017 Lisboa

³ Dept. de Química e CICECO, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro

Como resultado da exploração mineira é frequente os solos, situados na área mineira e na sua envolvente, apresentarem teores mais ou menos elevados em metais pesados e metalóides que podem determinar a sua contaminação, bem como a das águas superficiais e subterrâneas. Esta contaminação pode alterar o crescimento e a produtividade de plantas e causar problemas de saúde pública.

Em condições normais o teor de As no solo varia entre 0,1 e 40 mg kg⁻¹, sendo estes valores largamente ultrapassados em solos contaminados. Num solo da envolvente da mina de Santo António (Penedono, Viseu), objecto do presente estudo, determinaram-se teores de As total de 1280 mg kg⁻¹. O objectivo deste estudo visou a comparação dos efeitos de As em tomateiros (*Lycopersicon esculentum*) mediante a acção de diversos aditivos a este solo: óxidos de ferro (goethite sintetizada) a dois níveis de concentração (1 e 3 g kg⁻¹; Fe₁ e Fe₃), matéria orgânica (35 g kg⁻¹; MO) e fosfatos de cálcio a dois níveis (4 e 12 g kg⁻¹; PCa₄ e PCa₁₂). Para além da utilização de solo contaminado sem aditivos para controlo (C_{PENEDONO}), foi ainda utilizado um solo não contaminado (C_{PEGÕES}). O ensaio foi realizado em vaso, em ambiente controlado e, para cada tratamento, foram efectuadas cinco repetições.

O solo de Penedono caracterizou-se, através da metodologia clássica, por: pH, 4,96; C orgânico, 17,03 g kg⁻¹; P₂O₅, 208,5 mg kg⁻¹; K₂O, 210,5 mg kg⁻¹; N mineral, 12,35 mg kg⁻¹. Os valores médios para a fracção disponível de As (acetato de amónio a pH 7; solúvel em água e no complexo de troca) variaram, entre tratamentos, de 8,89 (Fe₃), 20,73 (MO) a 61,22 mg kg⁻¹ (PCa₁₂). Durante o crescimento do tomateiro, semanalmente entre 30 e 90 dias após o transplante (DAT), foram efectuadas medições da altura das plantas, do comprimento do folíolo terminal (4ª folha) e do seu teor relativo de clorofila (medidor portátil de clorofila SPAD-502). A colheita final, realizada a 90, 112 e 138 DAT devido ao diferente estado de desenvolvimento das plantas, permitiu a determinação do peso fresco e seco das partes aérea e radicular, bem como dos pesos frescos e secos de caules, folhas, flores e frutos (somente MO, PCa₄, PCa₁₂ e C_{PEGÕES}).

A 49 DAT, a maior altura das plantas (33,1 cm) foi obtida no solo não contaminado (C_{PEGÕES}) e o valor mais baixo (7,4 cm) foi medido no solo contaminado sem aditivos (C_{PENEDONO}). No entanto, a 90 DAT, a maior altura (48,0 cm) foi atingida em solos com o aditivo matéria orgânica (MO); o crescimento foi inibido em C_{PENEDONO} (8,8 cm) e os óxidos de ferro (Fe₁ e Fe₃) não contribuíram para aumentar significativamente a altura dos tomateiros (12,5 e 12,3 cm, respectivamente). Um comportamento semelhante, entre tratamentos, foi obtido para a evolução do comprimento do folíolo. Relativamente ao teor relativo de clorofila, C_{PEGÕES} registou os menores valores ao longo do ensaio (38,6 e 34,4 a 49 e 90 DAT, respectivamente), enquanto que todos os outros tratamentos apresentaram teores de clorofila semelhantes entre si mas superiores (>50) a C_{PEGÕES}. Na colheita final, o tratamento MO apresentou uma parte aérea com maior matéria seca (14,8 g/planta), relativamente ao obtido em C_{PENEDONO}, Fe₃ e Fe₁ (0,09, 0,17 e 0,18 g/planta, respectivamente). Uma relação semelhante entre tratamentos foi obtida para a parte radicular.

A matéria orgânica foi, dos aditivos testados neste solo contaminado naturalmente com As, o que apresentou melhores resultados relativamente ao crescimento e produtividade das plantas de tomateiro.

Atributos químicos de um Ferralsol degradado tratado há 3 anos com lodo de esgoto e adubação mineral na região sul

C.S.B. Bonini, M.C. Alves & B.A. Oliveira

Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, UNESP. Ilha Solteira, Av. Brasil, 56. CEP.15.385-000. São Paulo, Brasil. E-mail: carolsbatistabonini@hotmail.com

O uso do lodo de esgoto em substituição a adubação mineral é possível por sua composição rica em matéria orgânica e nutriente exigidos pelas plantas. O presente trabalho objetivou estudar a influência do lodo de esgoto na recuperação de propriedades químicas de um Ferralsol degradado, que está sendo cultivado há 3 anos com eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook) e braquiária (*Brachiaria decumbens*) no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, Brasil. A área experimental está localizada na margem direita do Rio Paraná, apresentando as coordenadas geográficas de 51° 22' de longitude oeste de Greenwich e 20° 22' de latitude sul, com altitude de 327 metros. A região apresenta precipitação média anual de 1370 mm, com temperatura média anual de 23,5 °C. A vegetação nativa da região de estudo é o Cerrado. O solo original é um Ferralsol (FAO, 1990), textura franco argilo arenosa, profundo e muito intemperizado, relevo suave a plano (Demattê, 1980). O local de instalação é uma área degradada, onde foi retirada uma camada de solo de 8,60 m de espessura para utilização na terraplanagem e fundação na construção da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, SP. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: vegetação de cerrado, solo exposto sem tratamento, testemunha (solo cultivado com eucalipto e braquiária sem uso do lodo de esgoto e adubação mineral); solo cultivado com eucalipto e braquiária com adubação mineral; solo cultivado com eucalipto e braquiária com 30 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto; solo cultivado com eucalipto e braquiária com 60 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto. Nos quatro primeiros tratamentos descritos se cultivou o eucalipto e a braquiária nas ruas de plantio. Em 4 camadas do solo, de 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20 e de 0,20-0,40 m, avaliou-se: fósforo, potássio, magnésio; cálcio; matéria orgânica; pH; acidez potencial; soma de bases; capacidade de troca catiônica e saturação por bases. A produção de matéria seca da braquiária foi avaliada em dezembro de 2007. Para a camada de 0,00-0,05 m observou-se um aumento no teor de P, Ca, Mg, pH, MO, SB, CTC e V% e redução no teor de Al na área cultivada com eucalipto e tratada com a dose de 60 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto. Houve redução no teor de H+Al na área cultivada com eucalipto e tratada com a dose de 30 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto. Nas outras camadas de solo estudadas não houve efeitos significativos entre os tratamentos utilizados para recuperação do solo. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que houve efeitos positivos do lodo de esgoto quanto à recuperação das propriedades químicas do solo somente na sua camada superficial.

Referências

- DEMATTE, J.L.I. 1980. **Levantamento detalhado dos solos do Campus Experimental de Ilha Solteira (SP)**. Piracicaba: Esalq, 131p. (Mimeografado).
- FAO. 1990. Soil map of the world. Revised legend. Rome, World Resources Report n° 60. 119p.

Formulaciones basadas en organoarcillas para reducir el impacto producido por el uso de herbicidas en suelos de olivar

Carmen Trigo, Rafael Celis, Maria del Carmen Hermosín & Juan Cornejo

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (CSIC) Avenida Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla, SPAIN. E-mail: ctrigo@imase.csic.es

Los residuos de plaguicidas que se encuentran en los suelos y en aguas superficiales y subterráneas aumentan continuamente como resultado del creciente y continuado empleo de estas sustancias en agricultura y otros campos de actividad. En particular, la aplicación de herbicidas a suelos de olivar supone una gran preocupación actual por el impacto que dichos herbicidas pueden tener debido a su alta movilidad en diferentes compartimentos como son el suelo y las aguas superficiales y subterráneas, algunas de las cuales son utilizadas para uso doméstico y otras para riego del propio olivar y de otros cultivos.

Una de las causas que más contribuyen a acentuar el impacto producido por los herbicidas aplicados a suelos de olivar está relacionada con el hecho de que la mayoría de las formulaciones de herbicidas que se usan actualmente contienen la materia activa en una forma libre o inmediatamente disponible y, que por lo tanto, también es susceptible de transportarse rápidamente hacia puntos alejados del lugar de aplicación por procesos de lixiviación y escorrentía. En este sentido, se ha propuesto que la aplicación del herbicida en un soporte adecuado, que lo libere gradualmente a lo largo del tiempo, puede atenuar los efectos adversos de contaminación de áreas alejadas del lugar de aplicación, que afectan a los plaguicidas utilizados en escenarios de alto riesgo como es el caso de los suelos de olivar.

En este trabajo, hemos desarrollado formulaciones de liberación lenta de uno de los herbicidas más aplicados a los suelos de olivar, el diurón, mediante su soporte en dos montmorillonitas (SWy-2 y SAz-1) que previamente fueron modificadas con cationes orgánicas con el propósito de aumentar su afinidad por el herbicida. Los cationes orgánicos utilizados para modificar las montmorillonitas fueron la poliamina espermina, incorporado en la montmorillonita SWy-2, y el surfactante hexadeciltrimetilamonio, incorporado en la montmorillonita SAz-1. Las organoarcillas resultantes tras la modificación de las montmorillonitas, que demostraron tener una afinidad muy alta por el herbicida diurón, se saturaron con el herbicida para obtener complejos organoarcilla-herbicida. Posteriormente, se comparó el comportamiento de estos complejos con el de una formulación comercial convencional de diurón, a través de ensayos de liberación en medio acuoso y de persistencia, lixiviación y eficacia biológica en un suelo representativo de olivar.

Los resultados obtenidos en ensayos de liberación en medio acuoso demuestran que la liberación del herbicida diurón previamente soportado en las organoarcillas ocurre de forma gradual, a diferencia de la liberación casi instantánea que se produce en el caso de la formulación comercial usada como referencia. Esta liberación gradual da como resultado un movimiento vertical más lento a través de columnas de suelo, en comparación con la aplicación del herbicida en una forma inmediatamente disponible. Los ensayos de incubación y de eficacia biológica pusieron de manifiesto que la aplicación de diurón soportado en las organoarcillas no afectó significativamente a la persistencia de herbicida en el suelo, ni a su eficacia biológica frente a *Lepidium sativum*, usada como planta sensible en los bioensayos, lo que sugiere que las formulaciones basadas en las organoarcillas pueden ser útiles a la hora de reducir la movilidad de herbicidas aplicados en escenarios de alto riesgo, como los suelos de olivar, manteniendo una persistencia y actividad biológica comparables a las de formulaciones convencionales.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, con cofinanciación FEDER, a través del proyecto AGL2005-05063-C02-01 y por la Junta de Andalucía a través del Grupo de Investigación RNM-124 y el proyecto P07-AGR-03077.

Contenido de pesticidas en suelos de viñedo de la provincia de Pontevedra (España)

E.F. Covelo, F.A. Vega & M.L. Andrade M.L.

Departamento de Biología Vegetal y Ciencia del suelo. Universidad de Vigo. As Lagoas. Marcosende. 36310. Vigo. España. florav@uvigo.es

El estudio del contenido de pesticidas en suelos es de gran importancia, ya que son productos contaminantes muy ampliamente utilizados para el control de plagas, especialmente las que afectan a los cultivos agrícolas. El uso de pesticidas, que incluye herbicidas, fungicidas e insecticidas, es una parte fundamental de la agricultura y horticultura modernas, sin embargo, hay evidencias de acumulación en suelos, vegetales y aguas freáticas, no sólo de los pesticidas utilizados sino también de sus productos de degradación o transformación, incluso en cantidades superiores al pesticida del que parten.

El uso continuado de plaguicidas en suelos destinados al cultivo de viñedos en Galicia puede haber contaminado los suelos, éstos poseen constituyentes capaces de adsorber los productos activos, sus metabolitos y otros productos procedentes de su degradación. Por lo tanto, el tipo de pesticida, su persistencia y transformación, así como las propiedades de los suelos y las interacciones entre ambos determinarán la dinámica y la fijación de estos contaminantes en los suelos.

En este trabajo se analizaron un total de 31 muestras de 8 viñedos diferentes y de distinta antigüedad (entre 3 y más de 100 años) de dos zonas de la provincia de Pontevedra con distinto tipo de manejo, sostenible aunque sin excluir todo tipo de pesticidas, e intensivo. Los suelos se caracterizaron prestando especial atención a aquellas propiedades y componentes que, según diversas fuentes bibliográficas, influyen en la fijación de pesticidas. Se determinó también el contenido de pesticidas según la metodología recomendada por USEPA (USEPA, 1996) mediante la extracción y fraccionamiento con distintos disolventes. La identificación y cuantificación se realizó en un cromatógrafo de reparto gas-líquido, habiendo detectado HCHs, Lindano, Heptacloro-epoxi, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Endosulfan, DDT y sus metabolitos (DDD y DDE) y Clordano.

El pH de los suelos oscila entre 5,4 en el suelo del viñedo más antiguo (Zona de O Rosal) y 8 en uno de 6 años de la zona de de O Salnés. El contenido de materia orgánica es relativamente bajo en todos los suelos estudiados, oscila entre 2,2 y 9,9 mg kg⁻¹, siendo este componente la propiedad de los suelos con mayor influencia en la fijación de pesticidas. La arcilla, también con alta capacidad de retención de pesticidas, varía entre 3 y 14% en los suelos estudiados.

En los viñedos manejados de modo sostenible, la mayor parte de la comarca del O Salnés, los contenidos de pesticidas en los suelos son inferiores a los niveles genéricos de referencia para protección de la salud humana, según la legislación vigente en España.

Sin embargo, en bastantes viñedos de la comarca de O Rosal, además de otros pesticidas, se ha detectado lindano en concentraciones elevadas, así como de heptacloro-epoxi y clordano, destacando también, en algunos de ellos, altos contenidos de DDD y DDE.

Se realizó un análisis de correlaciones que indica que muchos de los contenidos de los distintos pesticidas detectados están correlacionados entre sí, como los de DDT y los de lindano, lo que sugiere la posibilidad de un origen o un aporte conjunto o consecutivo, en función de las fechas de prohibición de su uso. Se estableció también una estrecha correlación entre los contenidos de DDD y DDE, (ambos metabolitos del DDT) y entre estos y los de hexaclorociclohexano (todos sus isómeros, excepto el g) y de heptacloro, lo que sugiere un aporte posterior al de DDT de estos últimos.

Los altos contenidos de pesticidas en los suelos de los viñedos, con manejo intensivo, seleccionados, son debidos, en la mayoría de los casos, a su elevada persistencia en el suelo, lo cual requiere la adopción de medidas que favorezcan su degradación, y que no produzcan subproductos que contaminen aún más esta zona.

Movilidad y persistencia del herbicida diurón en un suelo de olivar con repetidas aplicaciones de alperujo: experiencias de campo

D. Cabrera¹, A. Albarrán², A. López-Piñeiro¹, J.M. Rato³, S. Flores¹, S. Fernández¹ & D. Peña¹

¹ Área de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura. Avda de Elvas S/N 06071, Badajoz (España). pineiro@unex.es

² Área de Producción Vegetal. Escuela de Ingenierías A. Universidad de Extremadura. Ctra de Cáceres S/N, 06071, Badajoz (España)

³ Escola Superior Agraria de Elvas, Instituto Politécnico de Portalegre (Portugal). Av. 14 de Janeiro, S/N 7350-903, Elvas (Portugal)

El escaso contenido en materia orgánica de los suelos agrícolas de ambiente mediterráneo incrementa su vulnerabilidad frente a diversos procesos degradativos. Por ello, la adición de enmiendas y residuos orgánicos a estos suelos es una práctica común que, además de mejorar sus propiedades físicas y nutricionales suponen, para los residuos, una vía “ecológica” de eliminación de los mismos. El sistema de extracción de aceite por centrifugación de dos fases genera un único residuo, el alperujo, cuya reutilización como enmienda orgánica es una necesidad ambiental y puede ser beneficiosa en la conservación de suelos y recursos hídricos. El objetivo de este trabajo es determinar el efecto que la aplicación continuada de alperujo (siete años) ejerce sobre la movilidad del diurón y su persistencia en estudios de campo en un olivar. La experiencia se ha planteado con tres tratamientos: control (T0), 30 Mg ha⁻¹ (T1) y 60 Mg ha⁻¹ (T2) de alperujo anuales. Para la monitorización del diurón aplicado, se realizaron 8 tomas de muestras a lo largo de 120 días a las profundidades de 0-5, 5-10, 10-30 y 30-60 cm, determinándose el herbicida mediante HPLC. La aplicación de alperujo produce un descenso significativo en la movilidad del diurón, detectándose cantidades mínimas del mismo en T1 y T2 a profundidades superiores a los 10 cm. Las cantidades del herbicida retenido en el suelo se incrementan en función de la dosis de alperujo aplicada, coincidiendo con la mayor capacidad de adsorción que presentan los suelos enmendados. La aplicación de la enmienda orgánica no modifica significativamente la persistencia del herbicida, mostrando las curvas de disipación del mismo una vida media ($t_{1/2}$) de 21, 23 y 21 días para T0, T1 y T2, respectivamente. La utilización de alperujo como enmienda orgánica puede ser de gran utilidad también en la prevención de la contaminación de aguas por plaguicidas.

Identificação de características responsáveis pela diferenciação da sensibilidade dos solos à desertificação: ensaio de método de estatística multivariada

Elsa Sampaio¹ & João Corte Real²

¹ *Departamento de Geociências, ICAM e CREMINER, Universidade de Évora, Universidade de Évora, Colégio Luís António Verney, Rua Romão Ramalho-59, 7000-671 ÉVORA, Portugal, tef: 00351 266 745 301, fax: 00351 266 745 397, ems@uevora.pt*

² *ICAMU Universidade de Évora, Colégio Luís António Verney, Rua Romão Ramalho-59, 7000-671 ÉVORA, Portugal, tef: 00351 266 745 301*

Num cenário de alterações climáticas onde o sentido genérico da mudança aponta para a exacerbação de fenómenos extremos, as consequências podem ser graves para o regime hidrológico de algumas zonas de Portugal. Entre outros factores, a desertificação depende da fragilidade dos solos em termos da sua capacidade para suportar os ecossistemas, nomeadamente da sua fertilidade e capacidade de retenção de água.

Integrado no projecto *DeSurvey*, o objectivo deste trabalho foi testar a aplicabilidade de um método de estatística multivariada, isento de subjectividade, para identificar quais as características intrínsecas de cada solo que são indutoras de fragilidade à desertificação. Esta identificação permite, não só hierarquizar os solos segundo a sua sensibilidade à desertificação, mas sobretudo, conhecer as características em que é necessário intervir no sentido da protecção ou recuperação, em cada caso.

Para este teste, seleccionaram-se aleatoriamente os seguintes seis solos presentes na Carta dos Solos de Portugal (escala 1:50000): 1 Vertissolo (Bvc); 1 Luvisso (Px); 2 Cambissolos (Vc e Vt) e 2 Podzois (Ppt e Ap). Efectuou-se uma primeira análise em componentes principais (PCA), onde se identificaram 22 características nos respectivos horizontes, diferenciadoras do comportamento de cada solo em si e responsáveis pelos mais diversos tipos de fragilidades à desertificação. Para os referidos seis solos e vinte e duas características foi efectuada uma nova PCA, a fim de determinar as componentes principais.

O resultado da análise das três primeiras componentes (93% de representatividade), permite afirmar que nestes solos, a sensibilidade à desertificação é: 65% função de diferenças de textura T e fertilidade química F; 15% função do teor em matéria orgânica MO e da espessura da camada B EspB; 13% função da capacidade de água utilizável CU e da espessura da camada A EspA. Os solos ficaram hierarquizados em termos de sensibilidade à desertificação e foram identificadas as seguintes características indutoras de risco, em cada um: o Vertissolo apresenta fragilidade em termos de MO; o Luvisso apresenta em EspA e EspB; um dos Cambissolos (Vc) apresenta fragilidade na CU; um dos Podzois (Ppt) apresenta problemas de F e de EspB; o outro Podzol (Ap) e o outro Cambissolo (Vt), apresentam ambos, fragilidades em F, T e MO, diferenciando-se um do outro por problemas de CU no primeiro e EspA no segundo.

Como conclusão deste trabalho pode afirmar-se que este método provou ser aplicável à classificação hierárquica da sensibilidade dos solos à desertificação, bem como, à identificação de características responsáveis por essa fragilidade. Resultados como estes podem ser conjugados, num SIG, com dados climáticos, de relevo e sistemas de produção, constituindo-se como um contributo às tomadas de decisão acerca da recuperação e protecção de solos, como medida de adaptação às alterações climáticas.

Calidad de los suelos de viñedo en la Denominación de Origen Rioja: índice de riesgo de encostramiento (FAO-PNUMA), contenido de carbono orgánico y relacion con los niveles de fertilidad

F. Peregrina, D. López, O. Zaballa, M.T. Villar, G. González & E. García-Escudero

Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agroalimentario (C.I.D.A.) Ctra. Logroño-Mendavia, Na-134, Km 88 26071 Logroño.

E-mail: viticultura4.cida@larioja.org

Introducción - La Denominación de Origen Calificada Rioja tiene una superficie aproximada de 60.000 ha de viñedos. En los viñedos el control de las malas hierbas se realiza mediante el laboreo de las calles, el laboreo deja el suelo desnudo durante la mayor parte del año, esto junto a unas condiciones climáticas mediterráneas pueden favorecer la formación de costras en la superficie del suelo, que es uno de sus principales mecanismos de degradación del suelo, por sus consecuencias negativas para su erosionabilidad, al potenciar en gran medida a la escorrentía superficial (Morgan, 1997).

Por su parte el contenido en materia orgánica del suelo es otro factor indicador de la calidad del suelo, así Loveland y Webb (2003), han marcado para climas templados un 2% de carbono orgánico como valor por debajo del cual pueden originarse pérdidas importantes en la calidad del suelo.

El objetivo es en los suelos de viñedo de la D.O. Rioja, determinar el riesgo de formación de costras superficiales y conocer los niveles de carbono orgánico de los mismos. También se pretende conocer la relación del contenido en carbono orgánico con los niveles de fertilidad del suelo.

Materiales y métodos - Se seleccionaron 123 parcelas de viñedos en producción representativas del perfil medio del cultivo de viñedo en la D.O.Ca. Rioja.

En cada parcela se tomaron los 30 cm superficiales. Determinándose el pH y conductividad eléctrica en extracto (1:2,5), el carbono orgánico oxidable por Dicromatometría por retroceso (Walkley-Black), la textura por el método de la pipeta automatizado (determinándose las fracciones arena, limo y arcilla USDA y el limo ISSS), carbonatos totales con calcímetro, caliza activa con oxalato amónico, la capacidad de intercambio catiónico total y las bases de cambio con cobaltihexamina y el P por el método Olsen.

Se calculó el índice de riesgo de desarrollo de costra superficial (IE) según FAO-PNUMA, (1980) donde a mayor valor del índice mayor riesgo de formación de costra:

$$IE = (1,5Limo\ fino\ (2-20\ \mu m) + 0,75Limo\ grueso\ (20-50\ \mu m)) / (Arcilla + 10Materia\ Orgánica)$$

Los análisis estadísticos efectuados de estadística descriptiva, cálculo de correlaciones, análisis de componentes principales y análisis Cluster se realizaron con el programa Statgraphics Plus for Windows 4.0.

Resultados - Según las clases de riesgo de formación de costra de Bienes *et al.* (1992), donde la clase I es la de menor riesgo y la clase V la de mayor, de las parcelas estudiadas un 34 % resultan de clase I; 10 % de clase II; 31 % de clase III; 9 % de clase IV y 16 % de clase V.

El promedio de carbono orgánico es de 0,75 %, con una mediana de 0,71 y una desviación típica de 0,27. Estos contenidos son similares a los descritos por Romanyà *et al.* (2007), en suelos de viñedo de España bajo clima semiárido y mediterráneo, y están por debajo del 2 % que es valor crítico por debajo de cual puede haber pérdida de la calidad del suelo (Loveland y Webb, 2003).

A través del análisis de componentes principales y el análisis cluster se manifiesta la relación del carbono orgánico con la fracción arcilla. Esta relación del contenido en carbono orgánico con el contenido de arcilla es positiva y significativa similar a la encontrada por Plante *et al.* (2006), que indica la mayor resistencia a la degradación de la materia orgánica ligada a la fracción arcilla.

El Ca y Mg intercambiables se correlacionan positivamente y significativamente con el contenido en arcilla. También el carbono orgánico tiene correlaciones significativas con estas bases de cambio. Por el contrario el P Olsen solo está correlacionado positivamente con el carbono orgánico.

Conclusiones - En los suelos de viñedo de la denominación de origen Rioja estudiados, una parte considerable tienen riesgo de sufrir degradación física por la formación de costra superficial. Los niveles de carbono orgánico en sus 30 cm superficiales están por debajo de los valores críticos para mantener la calidad del suelo. A pesar de esto el carbono orgánico está correlacionado el P Olsen.

Bibliografía

Bienes, R., Nieves, M., Rodríguez, C., Moscoso, J., and del Olmo, A. 1994. Soil overcrusting index map of the Madrid community. *XV International Congress Science of Soil*. Mexico. Tomo 5b 58-59.

FAO-PNUMA, 1980. *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*. FAO, Roma.

Loveland, P. y Webb, J. 2003. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. *Soil and Tillage Research* **70**: 1-18

Morgan, R.P.C., 1997. *Erosión y conservación del suelo*. Mundi Prensa. Madrid

Plante, A. F., Conant, R. T., Stewart, C. E., Paustian, K., and Six, J. 2006 Impact of Soil Texture on the Distribution of Soil Organic Matter in Physical and Chemical Fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **70**:287-296

Romanyà, J., Rovira, P. y Vallejo, R. 2007. Análisis del carbono en lo suelos agrícolas de España. Aspectos relevantes en relación a la reconversión a la agricultura ecológica en ámbito mediterráneo. *Ecosistemas* **16 (1)**: 50-57. Enero 2007.

Teores de metais pesados em frutos de tangerineiras ‘Poncã’ fertilizadas com lodo de esgoto

Hélio Grassi Filho, Júlio César Thoaldo Romeiro, Rodrigo Domingues Barbosa & Gianfranco Tomazine Boscatti

Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP– Botucatu. Rua Dr. José Barbosa de Barros, s/n, Botucatu, São Paulo, Brasil. CEP 18610-000 heliograssi@fca.unesp.br

As tangerinas (*Citrus reticulata*), pertencentes à família Rutáceas, apresentam moderada importância dentro do gênero *Citrus*. O Brasil ocupa a quinta posição entre os países produtores de tangerinas com 4,3% do total de frutos produzidos no mundo, ficando atrás da China (43,7%), Japão (12,9%), Espanha (12,41%) e Coreia do Sul (4,89%). O lodo de esgoto, apesar de apresentar algumas características vantajosas para sua aplicação na agricultura, como elevados teores de matéria orgânica, presença de macronutrientes, principalmente N e P e alguns micronutrientes (B, Fe, Zn e Mn), podem apresentar metais pesados em sua constituição devido a contaminação dos esgotos pelas atividades industriais, o que vem se tornando um problema cada vez mais estudado, pois a contaminação dos solos bem como das plantas por estes elementos podem acarretar prejuízos tanto para a saúde dos consumidores dos frutos bem como para o meio ambiente. O experimento teve por objetivo avaliar o teor de metais pesados em frutos de tangerineiras ‘Poncã’ adubadas com lodo de esgoto por ocasião das adubações anuais de produção em cobertura. O experimento foi desenvolvido em área experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP - Botucatu, onde o ensaio consistia de três tipos de adubações no plantio (lodo de esgoto, esterco de curral curtido e adubação química) disposto em dois blocos. Para a análise dos dados, foi adotado o delineamento estatístico em blocos casualizados com 12 repetições, em esquema fatorial 3x2, totalizando 72 plantas. Após a colheita, os frutos foram armazenados em geladeira (± 4 °C), sendo posteriormente processados para a obtenção das frações suco, casca e bagaço, para a determinação dos metais pesados As, Cd, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb e Se. Os resultados mostraram que para os elementos As, Cd, Co e Hg, independente da porção do fruto analisada, não foi possível a sua determinação, pois não atingiram a sensibilidade do equipamento que é de $0,20 \mu\text{g kg}^{-1}$ para o Cd e $0,25 \mu\text{g kg}^{-1}$ para As, Co e Hg. Para o Cr, Se e Pb, foi possível apenas a determinação na casca, já que no bagaço e no suco não foram atingidos valores sensíveis aos aparelhos utilizados para a determinação. O Cr apresentou valores entre 150 e 210 $\mu\text{g kg}^{-1}$, o Pb e o Se valores entre 200 a 240 $\mu\text{g kg}^{-1}$ na casca, independente do tratamento, valores bem abaixo dos considerados tóxicos as plantas. Já os elementos Mo e Ni apresentaram valores variáveis de acordo com as porções do fruto. O Mo apresentou valores variando de 250 a 700 $\mu\text{g kg}^{-1}$ no fruto, 5 a 20 $\mu\text{g kg}^{-1}$ no bagaço e de 4,5 a 10 $\mu\text{g kg}^{-1}$ no suco. Já o Ni seguiu a mesma forma de distribuição do elemento nas porções do fruto, com valores variando entre 150 a 350 $\mu\text{g kg}^{-1}$ na casca, 8 a 16 $\mu\text{g kg}^{-1}$ no bagaço e de 3 a 11 $\mu\text{g kg}^{-1}$ no suco. Conclui-se que para os elementos As, Cd, Co e Hg, não foi possível a determinação devido aos baixos valores não sensibilizarem os aparelhos utilizados. Para os elementos Cr, Se e Pb foi possível a determinação apenas na casca e para os elementos Mo e Ni, foram encontrados maiores teores na casca, bagaço e suco, respectivamente. Para todos os elementos, os valores encontrados encontram-se abaixo dos limites considerados tóxicos às plantas, indicando que a utilização de lodo de esgoto nas adubações anuais não constitui o menor risco para a saúde dos consumidores, bem como para o sistema solo-planta.

Evaluación de la vulnerabilidad a la degradación por erosión en suelos mediante un modelo de lógica borrosa

Ignacio Melendez-Pastor, Patricia Córdoba Sola, Jose Navarro-Pedreño & Ignacio Gómez Lucas

Grupo de Edafología Ambiental, Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández de Elche. Av. de la Universidad s/n. Edificio Alcudia. 03202 Elche (España). E-mail imelendez@umh.es

La vulnerabilidad del suelo es la capacidad de que una o varias de las funciones ecológicas del suelo sean mermadas (Blum 1990). La vulnerabilidad de un suelo se relaciona con la sensibilidad que poseen frente a los procesos degradativos del mismo (erosión, desertificación, salinización,...), ejerciendo un papel crucial factores tales como la vegetación y la topografía del terreno. Suelos con una baja cobertura vegetal y elevadas pendientes resultan más vulnerables. Melendez-Pastor *et al.* (2006) proponen un modelo experimental basado en la lógica borrosa para evaluar la vulnerabilidad de los suelos a su degradación, basado en el empleo de imágenes de satélite y modelos digitales de elevaciones, para evaluar el efecto de la cobertura vegetal y la topografía en la vulnerabilidad a la degradación por erosión.

En este estudio se aplicó el modelo de lógica borrosa (*fuzzy logic model*) a la sierra de Escalona (Provincia de Alicante). Se trata de un área con clima semiárido, ocupada por cultivos intensivos de regadío, suelos desnudos, matorrales xerófilos y pinares. Se generó un modelo digital de elevaciones (DEM) raster a partir de cartografía vectorial (E 1:10.000) mediante polígonos TIN, que sirvió para estimar la pendiente y orientación de las laderas. Se utilizaron cuatro imágenes multiespectrales adquiridas por el sensor ASTER (satélite TERRA) corregidas a reflectividad en superficie (AST_07), adquiridas a inicio de verano y final de verano, en el 2000 (30 junio y 1 de agosto) y en el 2003 (22 mayo y 10 de agosto). Para estimar el estatus de la cobertura vegetal, se calculó el índice espectral NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), cuya formulación original se atribuye a Rouse *et al.* (1974), siendo éste el ratio normalizado entre la reflectividad de cubiertas en el infrarrojo cercano y el rojo. Se realizó una estimación de vulnerabilidad para cada imagen de satélite. En base a las estimaciones de vulnerabilidad derivadas del modelo, se evaluó el porcentaje de cambio experimentado comparando todas las estimaciones, a la vez que se realizó un análisis de componentes principales (PCA) con las estimaciones de vulnerabilidad. Por otra parte se utilizó como referencia la cartografía aplicando la USLE adaptada a la Comunidad Valenciana para conocer la erosión actual y erosión potencial (Antolín, 1998), estimándose el posible incremento en la vulnerabilidad de los suelos a la erosión por la pérdida de la cubierta vegetal. Incrementos en la erosión (de erosión actual a potencial) se identificaron con 1 y “no cambios” con 0. Se calcularon modelos de regresión logística binomial entre los incrementos de erosión (variable dependiente booleana), respecto los resultados de los cambios de vulnerabilidad y el análisis de componentes principales (variables independientes).

Los mejores resultados de los modelos de regresión logística se obtuvieron mediante la inclusión de las variables independientes por el método de pasos hacia atrás por razón de verosimilitud. La detección de los incrementos de vulnerabilidad a la erosión, fue muy alta, ya que se alcanzó un porcentaje de acierto global del 82,3% utilizando como variable independiente los porcentajes de cambio de vulnerabilidad, manteniéndose en un 82,2% utilizando como variable independiente los tres primeros componentes del PCA. El porcentaje correcto en la detección de los incrementos de vulnerabilidad fue del 100% utilizando las variables del PCA y del 99.9% utilizando las variables del porcentaje de cambio de vulnerabilidad. La detección de “no incrementos” de vulnerabilidad a la erosión fue muy baja, debido a que las variables independientes utilizadas en los modelos estaban calculadas para estimar cambios de vulnerabilidad detectados mediante el modelo de lógica borrosa. El empleo del modelo de estimación de vulnerabilidad mediante lógica borrosa se muestra altamente eficiente para la detección de incrementos en la vulnerabilidad a la erosión de suelos, pudiendo realizarse de manera sistemática y con alta frecuencia temporal estimaciones de vulnerabilidad, que permitirían un seguimiento temporal.

Referencias

- ANTOLÍN TOMAS, C. (coordinadora) (1998). *El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana, Valencia.
- BLUM, W.E.H. (1990). The challenge of soil protection in Europe. *Environ. Conser.* **17**, 72–74.
- Melendez-Pastor, I., Navarro-Pedreño, J., Gómez, I., Mataix, J., Jordán, M.M. (2006). A simplified fuzzy logic model to evaluate soil vulnerability. 1. Theoretical basis: DEM and Remote Sensing. *5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems. Earth and Water*. June 13th-16th. Barcelona (Spain). pp. 166-168.
- ROUSE, J.W., HASS, R.H., SCHELL, J.A., and DEERING, D.W., 1974. *Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS*. Proceedigs, Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, NASA SP-351. pp. 309-317. Goddard Space Flight Center, Greenbelt (MD), USA.

Influencia de la hojarasca en la erosionabilidad de suelos margosos mediterráneos bajo olivar

Juan Gil¹, Lidia Priego¹, Mercedes Priego¹, Antonio Jordán², Lorena Martínez-Zavala² & Nicolás Bellinfante²

¹ Dpto. Química Agrícola y Edafología, Universidad de Córdoba. e-mail: gelgitoj@uco.es

² Dpto. Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Universidad de Sevilla

Introducción - Las propiedades del suelo que condicionan la intensidad de los procesos de erosión hídrica se relacionan con propiedades fisicoquímicas como rugosidad superficial, textura y estructura, permeabilidad o contenido y naturaleza de la materia orgánica. Bajo olivar, la formación de surcos y cárcavas, sobre todo entre líneas de árboles, pone en evidencia la susceptibilidad de los suelos a la erosión hídrica, especialmente los desarrollados sobre margas y margocalizas. En este sentido se plantea este trabajo que tiene como objetivo aportar datos sobre la erosionabilidad de estos suelos de olivar en el valle bético.

Material y métodos - El estudio se lleva cabo en olivares de las provincias de Córdoba y Jaén (Andalucía, España) en suelos con características vérticas sobre margas y margocalizas miocenas. En el epipedión se analizó la humedad, pH, carbonatos totales, materia orgánica y textura según métodos convencionales. La escorrentía y sedimentos se determinaron mediante un simulador de lluvia portátil (Kamphorst, 1987). Se realizaron 23 simulaciones entre líneas (EL) y 9 bajo copa (BC), en puntos de acumulación de hojarasca con una cobertura entre 60 y 80%, durante 15 minutos con lluvia de intensidad 3.2 mm min⁻¹. En el sedimento se determinó también el contenido en carbono orgánico.

Resultados - Los análisis efectuados en el epipedión muestran que son suelos ligeramente alcalinos (valor medio de pH 7.9), ricos en carbonatos (valor medio próximo a 300 g kg⁻¹) y con valores de materia orgánica entre 4.7 y 16.1 g kg⁻¹. Respecto de las tasas de escorrentía y de sedimentos, los resultados obtenidos muestran en EL valores medios de escorrentía del 43% que generan hasta 3.158 kg m⁻², con medias de 1.312 kg m⁻², y contrastan significativamente con los obtenidos en BC en donde la escorrentía media es del 15.3% y la tasa media de sedimento de 0.059 kg m⁻².

Conclusiones - Los resultados obtenidos confirman que la hojarasca, bajo las condiciones de lluvia simulada descritas, juega un papel muy importante en la conservación de estos suelos reduciendo la escorrentía y la pérdida de suelo hasta el 65 % y 95 % respectivamente, por lo que se aconseja mantener los restos orgánicos derivados de la poda del olivar.

Empleo de fitorremediación para la descontaminación de suelos dedicados a cultivos agrícolas de regadío en Vegas Bajas del Guadiana (Badajoz).

Luis Fernández-Pozo¹, Francisco Galea¹, José Cabezas¹, Juana Labrador¹, M^a Ángeles Rodríguez¹ & Francisco López²

¹ Grupo de Investigación Análisis de Recursos Ambientales. Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas s/n. 06071. Badajoz. e-mail: lufepo@unex.es

² Sociedad Cooperativa Frutos CAVAL. C/Calzada Romana s/n. Valdelacalzada (Badajoz)

La agricultura convencional se caracteriza por el extensivo uso de agroquímicos, uno de los principales problemas derivados de su utilización es la degradación de los suelos y generación de lixiviados, caracterizándose ambas situaciones por la elevada concentración en nitratos, nitritos y fosfatos. De entre las técnicas de descontaminación, hemos optado por la fitorremediación, que se basa en la capacidad que tienen algunas especies vegetales de absorber y acumular altas concentraciones de contaminantes. Las ventajas que ofrece la fitorremediación son el bajo costo e impacto; siendo la técnica de descontaminación mejor valorada hoy en día.

Hemos seleccionado para llevar a cabo nuestros ensayos una gramínea, *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty, la cual ha sido empleada no sólo como especie fitorremediadora sino también para minimizar procesos de erosión. Se trata de una gramínea perenne no invasiva originaria del sureste asiático que forma macollas muy densas hasta alcanzar una altura de hasta 2 m. Su sistema radicular está constituido por un denso y fuerte entramado de crecimiento vertical y horizontal hasta profundidades superiores a 5 metros.

Para comprobar la capacidad de adaptación y desarrollo en las condiciones climáticas del Suroeste de la Península Ibérica, sembramos varias macollas en una parcela expuesta a las condiciones climáticas de dicha zona para comprobar la adaptabilidad de la planta. A partir de ese momento comenzamos a desarrollar ensayos con el fin de analizar sus características y capacidades como especie fitorremediadora.

Estos ensayos se han realizado en invernadero controlando tanto el desarrollo de la planta como su capacidad de descontaminar suelos procedentes de la agricultura convencional de regadío en Vegas Bajas del Guadiana (Badajoz). Para ello se tomaron muestras de suelo en las que se sembró un individuo por maceta, realizándose 3 repeticiones. A las muestras iniciales de suelo se determinó el contenido de nitrato, nitrito y fosfato y quincenalmente se repitieron los análisis en las macetas.

Los resultados indican que la especie utilizada es capaz de disminuir de manera significativa la concentración de nitratos, nitritos y fosfatos, evidenciando su capacidad fitorremediadora.

Sistema de indicadores para evaluar la desertificación en la Comunitat Valenciana (España)

Luis Recatalá Boix, Carlos Añó Vidal, Antonio Valera Lozano & Juan Sánchez Díaz

Departamento de Planificación Territorial. Centro de Investigaciones sobre Desertificación -CIDE (CSIC-Universitat de València-GV). Camí de la Marjal, s/n. 46470 Albal (Valencia). luis.recatala@uv.es

Para caracterizar el grado de afectación de los procesos de desertificación sobre los recursos naturales, y los cambios de estado que se produce en la calidad de éstos, resultan útiles los indicadores de desertificación. En los últimos años han sido muy numerosos los esfuerzos por desarrollar sistemas de indicadores de desertificación y sostenibilidad, que ofrezcan, por un lado, un marco de referencia para el análisis y evaluación de la desertificación, como base para la propuesta de recomendaciones y acciones para la lucha práctica de este fenómeno, y, por otro lado, aprovechar su capacidad de generar una imagen sintética de las condiciones ambientales del territorio. Más aún, la Convención Internacional de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD) reconoce la importancia de utilizar indicadores para aportar rigor en la medición y comparación relativas a los procesos de desertificación. El sistema de indicadores que se han aplicado a escala municipal en la Comunitat Valenciana se ha desarrollado bajo la perspectiva de la sostenibilidad en la gestión de los recursos naturales, de manera que las implicaciones de la desertificación en la calidad ambiental del territorio se han evaluado considerando tres funciones que cumple el medio: Naturalidad (N), Fuente de Recursos (R) y Soporte de las Actividades Antrópicas (SA). Los criterios que han determinado la selección de los indicadores han sido, al margen de la relevancia medioambiental de los mismos en su doble vertiente (calidad ambiental versus desertificación), la sencillez conceptual, la facilidad de cuantificación, la validez científica y la disponibilidad de datos, preferentemente obtenidos de fuentes oficiales o de instituciones científicas de reconocido prestigio. Los indicadores se han organizado de acuerdo al Esquema Presión-Estado-Respuesta (PER) para facilitar el análisis de las interrelaciones entre la presión ejercida por las actividades humanas sobre los recursos naturales, los consecuentes cambios en la calidad ambiental de éstos y las respuestas de la sociedad a tales cambios. De este modo, la aplicación de un sistema de indicadores basado en este marco organizativo permite evaluar la calidad ambiental y efectuar un seguimiento de la misma mediante la identificación de las principales presiones que pueden afectar a diferentes porciones territoriales de la Comunidad Valenciana. Así, los indicadores de estado sirven para caracterizar la situación de los recursos naturales afectados por procesos de degradación; por su parte los indicadores de presión y respuesta señalan, respectivamente, las tendencias de los procesos de desertificación y las reacciones a las mismas. En las tres funciones se han considerado dos indicadores de Presión, Estado y Respuesta. A modo de ejemplo en Naturalidad los indicadores seleccionados y aplicados han sido los siguientes: superficie afectada por incendios forestales y sellado antropogénico del suelo (Indicadores de Presión); superficie forestal por tipo de comunidades o asociaciones vegetales y Orientaciones de Uso Agrario (Indicadores de Estado), y superficie sujeta a repoblaciones forestales y superficie de territorio protegida (Indicadores de Respuesta). Una vez seleccionados los indicadores, establecido su marco organizativo y normalizado los datos en una escala adimensional de 0 a 1, que permite, de este modo, operar con datos que presentan unidades o rangos inicialmente diferentes, se han calculado los subíndices de Presión (P) Estado (E) y Respuesta (R) para las funciones consideradas. El último paso consistió en obtener el índice de Calidad Ambiental (ICA = $IN + IR + ISA/3$), otorgando, en una escala de 0 a 1, diferentes pesos a las tres funciones combinadas: Naturalidad (0.5), Fuente de Recursos (0.25) y Soporte de Actividades (0.25). Los resultados preliminares muestran que el 60% de la Comunidad Valenciana presenta una Calidad Ambiental Moderada-Alta o Alta. La Calidad Ambiental Moderada-Baja o Baja supone un 33% de la superficie autonómica. La Calidad Ambiental Muy Baja es muy escasa, mientras la Calidad Ambiental Muy Alta está representada en cerca del 6% del territorio. Sin embargo los resultados, a nivel provincial, incorporan matices. La Provincia de Valencia presenta los mejores resultados de Calidad Ambiental: 11% (Muy Alta), 26% (Alta), 44,5% (Moderada-Alta), 15% (Moderada-Baja), 3% (Baja) y 0,5% (Muy Baja). La siguiente Provincia es Castellón: 2% (Muy Alta), 24% (Alta), 38% (Moderada/Alta), 25% (Moderada-Baja), 11% (Baja) y con ausencia total de Calidad Ambiental Muy Baja. Finalmente Alicante es la Provincia con resultados menos favorables: 0,5% (Muy Alta), 11,5% (Alta), 30% (Moderada-Alta), 40% (Moderada-Baja), 16% (Baja) y 2% (Muy Baja). Por términos municipales, en la Comunidad Valenciana 13 municipios presentan Muy Alta Calidad Ambiental, 69 Alta, 187 Moderada-Alta, 204 Moderada-Baja, 53 Baja y 16 Muy Baja.

Degradación física potencial de los suelos mediante la aplicación de sistemas de información geográfica en el Parque Natural “Los Alcornocales” (Cádiz, España)

M. del Toro Carrillo¹, I. Gomez Parrales¹, L. Parras Alcantaras² & L. Corral Mora²

¹ *Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Carretera de Utrera Km 1. 41013 Sevilla, España (deltoro@us.es)*

² *Departamento de Química Agrícola y Edafología, Facultad de Ciencias. Campus de Rabanales edificio “Marie Curie”. 14014 Córdoba, España.*

En este estudio se aplica la metodología propuesta por FAO-PNUMA-UNESCO (1980) para el cálculo de riesgo de degradación de los suelos por erosión hídrica en el Parque Natural “Los Alcornocales” (Cádiz). Dicha metodología señala dos principios fundamentales para la definición y evaluación de los procesos de degradación de los suelos. Inicialmente establece que el riesgo natural a la degradación del suelo está determinado por el equilibrio existente entre la agresividad del clima y la resistencia natural al ataque de dicha fuerza. La evaluación se basa en factores que son relativamente estables o permanentes así que se consideran que son independientes del tiempo. La expresión del modelo paramétrico de riesgo de erosión hídrica es la siguiente:

$$R = f(C, S, T)$$

donde R es el riesgo de degradación, C es el factor de climático, S es el factor suelo y T es el factor topográfico

Para almacenar la información disponible y determinar el riesgo de degradación por erosión hídrica, se utilizaron los sistemas de información geográfica (SIG) ArcGis y Surfer.

El factor climático viene definido por la erosividad de la lluvia expresada como Índice de Fournier. En el Parque la erosividad se clasifica como moderada con valores comprendidos entre 130 y 155.

El factor suelo viene definido por la taxonomía y textura de los suelos. Así el 79% de la extensión del Parque presenta una erosionabilidad baja referido a su reconocimiento edáfico. La textura de mas del 80% de los suelos del Parque es fina.

El factor topográfico está intimamente relacionado con el valor medio de la pendiente. Aproximadamente el 45% del Parque presenta un relieve suave con pendientes inferiores al 3%.

Finalmente el riesgo de degradación física en el Parque Los Alcornocales es alto en un 52% de su superficie, con riesgos de pérdida de suelo entre 50-200 t/ha año. En contraposición el 18% de la superficie no presenta ningún riesgo de erosión.

Aplicación de subproductos industriales para la reducción de la movilidad potencial de Pb, Zn y Ni en un suelo ácido

M.P. Rodríguez-Jordá, F. Garrido & M.T. García-González

Instituto de Ciencias Agrarias, Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Serrano 115 dpdo, 28006-Madrid. España. Tel: (+34) 91 745 25 00 rjorda@ccma.csic.es

Introducción - En los últimos años, diferentes subproductos industriales han sido estudiados como posibles enmendantes del suelo para aumentar su capacidad de retención de metales y formar parte de diversas tecnologías encaminadas a la recuperación *in situ* de suelos contaminados. La multiplicidad de especies contaminantes que coexisten en los mismos y la eficacia selectiva de los subproductos hacia determinados elementos hacen necesaria la búsqueda de enmiendas compuestas con diversos materiales ampliando así el espectro de elementos para los cuales son efectivas. Este trabajo tiene por objeto evaluar el uso potencial del fosfoyeso (FY) de Fertiberia S.A, yeso rojo (YR) de Tioxide Europe S.A, espuma de azucarera (EA) de Azucarera Española S.A. y cenizas de combustión de biomasa (CCB) de ENCE S.A. en forma de enmiendas simples o compuestas para reducir de forma conjunta la movilidad y biodisponibilidad de Pb, Zn y Ni en un suelo ácido contaminado en condiciones de laboratorio.

Materiales y métodos - Muestras tomadas de un suelo ácido (Plinthic Palexerult) fueron contaminadas con una solución trimetálica de Pb, Zn y Ni y enmendadas con los subproductos como tratamientos simples, dobles y triples y en dos dosis distintas (0.5 y 1% en peso). Muestras igualmente contaminadas sin enmendar fueron empleadas como control. Tras seis semanas de incubación, se estimaron la disponibilidad de los metales mediante su extracción con un agente quelante (solución DTPA) y su movilidad potencial mediante la extracción con ácido acético a pH 4.93 (segunda solución extractante del test TCLP). Además, con el fin de identificar las posibles formas de retención de los metales en función de los tratamientos, después de la incubación, las muestras fueron estudiadas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectrometría de dispersión de energía de rayos X (EDX).

Los tratamientos más efectivos fueron seleccionados mediante un análisis factorial de componentes principales y un análisis cluster k-medias. Posteriormente, mediante análisis de la varianza y pruebas *post-hoc* de Bonferroni o de Tamhane (según homogeneidad de varianza) se estudiaron las diferencias de extractabilidad de cada metal obtenida como resultado de dichos tratamientos. Por último, para establecer un orden de efectividad entre los tratamientos seleccionados se realizó una representación gráfica de los índices de extracción obtenidos tras escalar los valores de extracción respecto a los valores control.

Resultados y discusión - El yeso es el principal componente del FY y YR, el carbonato cálcico de la EA, mientras que las CCB contienen materia orgánica y una pequeña proporción de carbonato cálcico e hidróxido cálcico. Los dos tratamientos más efectivos para reducir la extractabilidad de Pb, Zn y Ni conjuntamente fueron EA y YR+CCB, ambos en la dosis del 1%. Tanto la EA como el YR+CCB provocaron un fuerte aumento del pH pudiendo inducir la precipitación de carbonatos y oxi-hidróxidos de los metales. La eficacia del tratamiento con YR+CCB puede estar también relacionada con la presencia de los aniones SO_4^{2-} aportados por el YR que pueden conducir a la formación de anglesita (PbSO_4) y/o larnakita (Pb_2OSO_4), además de favorecer la formación de complejos ternarios con los metales sobre los oxi-hidróxidos de Fe y Al. Por otra parte, los tres metales pueden quedar retenidos por coordinación directa sobre los grupos funcionales de los óxidos de Fe y de Ti presentes en el YR. En las observaciones por SEM, los metales se encontraron ligados a formaciones amorfas de polímeros Al-OH, frecuentemente asociados a partículas de materia orgánica y minerales de la arcilla, fundamentalmente caolinita.

Conclusiones - Destacan las siguientes por su importancia:

- Los subproductos se diferencian en su capacidad de inmovilización de metales como consecuencia de su distinta composición química.
- Los tratamientos más efectivos para la retención conjunta de Pb, Zn y Ni fueron en la dosis del 1% EA y YR+CCB.
- Resultaron efectivos pero en menor medida los tratamientos YR+EA (dosis 0.5 y 1%) y FY+EA, EA+CCB, YR+EA+CCB todos ellos en la dosis del 1%.

Estimación de la erosión potencial en un área incendiada y propuesta de manejo post-incendio: el Monte de Grimaldo (Cáceres)

O. Artieda & J. Martín

Universidad de Extremadura. Centro Universitario de Plasencia (Explotaciones Forestales). Avda Virgen del Puerto nº2. Plasencia (Cáceres), España. Correo electrónico: oartieda@unex.es

En 2003 un incendio arrasó el Monte de Grimaldo (Cañaveral, Cáceres), viéndose afectadas unas 600 ha de pinar y eucaliptal. Las elevadas pendientes del área, así como la desaparición de la cubierta vegetal, como consecuencia del incendio, son dos factores que permitían considerar esta zona como de alto riesgo en cuanto a erosión se refiere. Además, las técnicas mecanizadas de saca de madera quemada, que se efectuaron en los años posteriores al incendio, podían alterar drásticamente las propiedades de los suelos y, en muchos casos, la estabilidad de las laderas, favoreciendo su destrucción.

La posibilidad de evaluar cuantitativamente alternativas de uso y manejo de suelos con el fin de minimizar las tasas de erosión, constituye una herramienta eficaz para la toma de decisiones. De este modo es posible plantear propuestas de reforestación, u otras actuaciones, que persigan minimizar el riesgo de erosión en áreas donde ésta puede llegar a ser crítica debido a la pérdida de la cubierta vegetal tanto por el incendio como por las labores de limpieza del monte posteriores.

En el presente trabajo se utiliza como modelo predictivo la USLE/RUSLE en el entorno de un SIG. Para la aplicación de este modelo se cartografiaron los suelos de la zona, a escala 1:25.000 calculándose el valor de erodibilidad en cada una de las unidades definidas. Para el cálculo del valor C se realizó un mapa de vegetación, que junto con inventarios de vegetación, sirvió de base para su estimación. Para el análisis de la longitud del declive (L) y la pendiente del declive (S) se construyó un modelo digital del terreno, a partir del mapa topográfico 1:25.000.

A partir de los resultados obtenidos se han simulado escenarios que permiten delimitar áreas donde la implantación de diferentes especies arbóreas minimizará el riesgo de erosión.

Urânio em plantas, solos agrícolas e de escombreira da área mineira da Cunha Baixa (Mangualde)

O. Neves¹ & M.M. Abreu²

¹ Centro de Petrologia e Geoquímica, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa (UTLisbon), Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, Portugal orquidia.neves@ist.utl.pt

² Dept Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa (UTLisbon), Tapada da Ajuda 1399-017 Lisboa, Portugal

Na mina da Cunha Baixa (Mangualde), onde foi explorado, entre 1970 e 1993, o urânio a partir de minerais fosfatados (autunite e torbernite), foram submetidos a lixiviação ácida em pilha, cerca de 5 000 t de resíduos mineiros na corta do seu céu-aberto nº 1. Estudos anteriores revelaram esta área como uma fonte potencial de contaminação de águas de drenagem superficial e pouco profunda. Nas proximidades da área mineira os solos são utilizados pela população para fins agrícolas, utilizando frequentemente água de poços para rega.

Com o objectivo de se avaliar e comparar a bioconcentração do U em plantas desenvolvidas em solos de escombreira e da zona agrícola da área mineira da Cunha Baixa amostrou-se a parte aérea de plantas do estrato arbóreo (*Pinus pinaster* Aiton), arbustivo (*Cytisus striatus* (Hill) Rothm e *Cytisus multiflorus* (L'Hérit) Sweet) e de culturas agrícolas (*Zea mays* L., *Phaseolus vulgaris* L. e *Lactuca sativa* L.) assim como o respectivo solo (amostra compósita) onde se desenvolveram.

Na fracção terra fina (< 2 mm) do solo, determinou-se o pH (H₂O) e a salinidade através da CE do extracto de saturação. O material vegetal, depois de bem lavado em água desionizada, seco (40° C) e moído, foi enviado, bem como o solo, para análise química no *Acilabs Laboratory*, Canadá. O urânio nos solos e plantas foi determinado por ICP-MS após digestão triácida (teor total no solo) e extracção com Ac-NH₄ 1 M a pH 7 (fracção disponível no solo) e digestão com HNO₃ e H₂O₂ (nas plantas).

A concentração de U (peso seco) obtida nas diferentes espécies desenvolvidas em solo de escombreira (hiperácido: pH 4,08; não salino: CE 0,15 mS/cm e com 36,4 % do U total (118 mg/kg no complexo de troca do solo) seguiu a seguinte ordem: *Pinus pinaster* (13,9 mg/kg) > *Cytisus multiflorus* (6,26 mg/kg) > *Cytisus striatus* (0,96 mg/kg).

Em 1996, as plantas de milho (*Zea mays*) desenvolvidas em dois solos agrícolas e após rega com água contaminada em urânio (2 a 2,5 mg/L), continham na sua parte aérea (folha e caule) 0,94 e 1,4 mg/kg de U. Os respectivos solos, bastante contaminados em urânio (225 e 362 mg/kg) apresentavam-se hiperácidos (pH: 4,04 e 4,40) moderadamente a muito pouco salinos (CE: 10,48 e 2,56 mS/cm) e ainda com elevado teor de U disponível (158 e 128 mg/kg).

Em 2006, culturas de feijão (*P. vulgaris*) e alface (*L. sativa*) desenvolveram-se em solos naturalmente contaminados com diferentes teores de urânio. No final, e após rega com água com teores em U de 0,94 a 0,96 mg/L, os solos apresentavam-se ácidos (pH: 4,7 a 5,3) muito pouco salinos a salinos (2,1 < CE < 6,3 mS/cm) e com baixa concentração de urânio disponível (2,7 a 13,3 mg/kg) em relação ao teor total (68 a 259 mg/kg). Na parte aérea (folhas e caule) os teores de U no feijoeiro de ambos os solos, eram semelhantes (1,46 e 1,24 mg U/kg peso seco) enquanto que na alface, o teor de U na folha das plantas desenvolvidas no solo mais contaminado era quatro vezes superior (5,37 mg U/kg peso seco) ao detectado nas plantas do solo menos contaminado.

O coeficiente de bioconcentração (CB = teor na planta/teor de urânio disponível no solo), indica que entre as espécies colonizadoras da escombreira o *P. pinaster* foi a que mais concentrou U na parte aérea (CB = 0,32) e entre as espécies cultivadas a alface (CB: 0,4 e 0,6) concentrou mais que o feijão (CB: 0,1 e 0,5) e que o milho (CB: 0,01). No entanto, para as plantas analisadas não há correlação entre a fracção disponível de U no solo e o teor do elemento na parte aérea da planta.

Caracterización de los parámetros edáficos que influyen en la fijación y la disponibilidad de metales pesados en Fluvisoles próximos a las escombreras mineras de Cabezo de San Cristóbal (Mazarrón, España).

P. Sánchez García & R. Ortiz Silla

Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología. Facultad de Química. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Murcia. España. E-mail: rortiz@um.es

Los suelos de los cauces hidrográficos que bajan del coto minero de Cabezo de San Cristóbal (Mazarrón, España) se encuentran afectados por los residuos de las escombreras y balsas de estériles originados por las actividades extractivas de sulfuros metálicos, principalmente esferalita, piritita y galena. Estos minerales suelen encontrarse asociados a otras especies mineralógicas que tienen en común la presencia de gran variedad de metales pesados. Todos estos metales pueden encontrarse en el suelo de muy distintas formas: inmovilizados, solubles en agua, intercambiables, unidos a la materia orgánica, etc. Es preciso, por tanto, considerar que dichos metales, además de encontrarse en la solución del suelo, pueden pasar a las plantas y de estas a la cadena alimenticia. En esta migración son fundamentales las propiedades del suelo, ya que de ellas van a depender, en mayor o menor grado, que los metales queden fijados o móviles.

Para la realización de este trabajo se eligieron nueve lugares de muestreo a lo largo de un ramblizo de 1.2 km de longitud que tiene su cabecera en las escombreras mineras de Cabezo de San Cristóbal. Las muestras se tomaron a dos profundidades: 0 a 10 cm y 10 a 30 cm.

Presentan valores medios de materia orgánica (1,62 %) y muy bajos de capacidad de intercambio catiónico ($2,25 \text{ cmol.kg}^{-1}$) aumentando ligeramente al final del ramblizo, antes de desembocar a la Rambla de Las Moreras. La textura varía de arenosa-franca en cotas altas hasta arcillo-limosa en su nivel de base. El pH medio de las muestras tomadas es de 3,08, mientras que la media de la conductividad eléctrica del extracto de saturación es elevada ($16,19 \text{ dS.m}^{-1}$) siendo los sulfatos y el magnesio los iones predominantes. Atendiendo a estas características, los suelos han sido clasificados como Fluvisoles sali-distri-tiónicos (FAO-ISRIC-IUSS, 2006).

Influencia del cambio de uso en la distribución del cobre del suelo

Remigio Paradelo Núñez¹, Rosa Devesa Rey¹, Antía Villada Pillado¹, Manuel Arias Estévez² & María Teresa Barral Silva¹

¹ Departamento de Edafología e Química Agrícola, Facultade de Farmacia, Universidade de Santiago de Compostela. E-mail: remiedaf@usc.es

² Departamento de Biología Vexetal e Ciencias do Solo, Facultade de Ciencias-Ourense, Universidade de Vigo.

Uno de los problemas medioambientales relacionados con el cultivo de la vid, muy extendido en Galicia, es el uso casi universal de fungicidas basados en sulfato de cobre, dando como resultado niveles de Cu en suelo muy superiores a los valores normalmente considerados fitotóxicos, aunque las viñas no parecen sufrir toxicidad por esta causa. Sin embargo, el cambio en las prácticas de manejo, cuando antiguas viñas se dedican a nuevos cultivos puede dar lugar a cambios en la distribución y movilidad de este elemento. En la región de Valdeorras, las condiciones climáticas no son lo suficientemente secas impedir el cultivo de la vid, pero por el contrario los cultivos hortícolas necesitan irrigación durante los meses de verano. Además, normalmente los suelos dedicados a huerta pasan a ser intensamente fertilizados. Estos cambios en el manejo son lo suficientemente importantes para pensar que el cambio de uso puede dar lugar a cambios en el comportamiento de los contaminantes en el suelo. En este trabajo se estudió la distribución de Cu, mediante un fraccionamiento selectivo, en dos suelos de la misma parcela: uno dedicado a viña, y otro actualmente dedicado a huerta, pero que con anterioridad, hasta 2005, se dedicó a viña. Se trata de suelos sobre materiales aluviales cuaternarios, de textura franca, pH 6,4 y un 6% de materia orgánica, en el Concello de Vilamartín (Ourense), en el margen derecho del río Sil. Se tomaron dos muestras compuestas del horizonte Ap de cada suelo, realizándose extracciones con acetato amónico, pirofosfato sódico, ácido oxálico-oxalato amónico, y ácido oxálico-oxalato amónico-ácido ascórbico, para la determinación de cinco fracciones de cobre: cambiante, asociado a materia orgánica, asociado a óxidos amorfos, asociado a óxidos cristalinos, y residual. El Cu total se determinó por digestión ácida en microondas. Ambos suelos presentaron contenidos de Cu total muy superiores a los valores umbral de fitotoxicidad (100 mg kg^{-1}), siendo mayor la concentración en el suelo de viña (254 mg kg^{-1}). La distribución del Cu entre las distintas fracciones fue similar en ambos casos, con el siguiente orden de concentración: Cu asociado a materia orgánica > Cu residual > Cu asociado a materiales amorfos > Cu cambiante, siendo nulo el Cu asociado a óxidos cristalinos en ambas muestras. Este patrón de distribución concuerda con el origen exógeno del Cu del suelo y con la preferencia del Cu por la materia orgánica del suelo. En comparación con el suelo de viña, en el suelo de huerta se observó un descenso del Cu total y de las cantidades absolutas en todas las fracciones, excepto en la fracción residual, que pasó de 59 a 70 mg kg^{-1} . Se puede concluir que el cambio de uso en este caso produjo la pérdida de Cu en las fracciones más móviles, probablemente por lavado, dando como resultado un enriquecimiento de la fracción residual. La pequeña magnitud de las modificaciones en la distribución del cobre está de acuerdo con el escaso tiempo transcurrido desde el cambio de uso (dos años), pero pone de manifiesto la necesidad de estudios a mayor escala de tiempo para conocer mejor su comportamiento en el suelo una vez abandonado el cultivo de la vid.

Sessão temática 8:

O SOLO NO ENSINO E NA SOCIEDADE

Enseñanza de la edafología en el marco del espacio europeo de educación superior: *Taller de Granada*

Jaume Porta

¹ *Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl Universitat de Lleida (Cataluña, España)*
jporta@mcas.udl.cat

La Sección de Enseñanza del Suelo y Seguridad Pública de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo organizó en la Universidad de Granada unas Jornadas sobre Docencia de la Edafología. Tuvieron lugar en mayo de 2008. Una de las actividades de las Jornadas fue un Taller, cuyo objetivo fue repensar la enseñanza de la Edafología (Ciencia del Suelo) en el marco de la Declaración de Bolonia, teniendo en cuenta los factores de situación de la Ciencia del Suelo en algunos países.

Diversos autores (Hartemink *et al.* 2008) han estudiado el contexto en que se halla la Ciencia del Suelo en países avanzados. Destacan como tendencias: una disminución en el número de estudiantes, un aumento en la proporción del número de alumnas, un mayor interés por las aplicaciones medioambientales, el envejecimiento de la población de profesionales de la Edafología y el cierre, cambio de nombre o absorción de departamentos de Ciencia del Suelo en algunas universidades, en especial en el Reino Unido. Ello a pesar de que no todos los países disponen ya de información detallada de suelos y de bases de datos georreferenciadas para poder dar respuesta a una demanda creciente de información para GIS y para los que actúan, planifican o toman decisiones sobre el territorio con voluntad de proteger los suelos de mejor calidad. Por otro lado, desde la Unión Europea se viene enfatizando la importancia del papel del suelo como elemento multifuncional de los ecosistemas (Blum, 2002). Van en la misma dirección la *Estrategia Temática para la Protección de Suelo* (EC, 2004), la necesidad de crear una *Base de Datos Georreferenciada de Suelos para Europa* (EC, 2001), la propuesta de una *Directiva Europea de Protección del Suelo* (CE, 2006), entre otras iniciativas. Todo ello hace prever la necesidad de formar profesionales de la Edafología, quizás con un perfil distinto, para poder dar respuesta a las nuevas demandas de la sociedad.

En el *Taller de Granada*, planteado como una actividad interactiva, unos cincuenta profesores y profesoras de Edafología de diversas universidades españolas analizaron e intercambiaron experiencias sobre: metodología docente; posibilidades de colaboración entre docentes de distintas universidades; y la figura del estudiantado en el nuevo modelo. El *Taller* se desarrolló en tres etapas: identificación de las cuestiones que preocupan a los asistentes (se podían enviar por correo electrónico, previamente al Taller); elaboración de propuestas por medio de grupos de trabajo; y exposición y debate de las propuestas. El *Taller* tuvo una duración de unas cinco horas y en el espacio web del Departamento de Edafología de la Universidad de Granada se puede consultar la síntesis completa del desarrollo del *Taller de Granada*.

Las principales cuestiones planteadas, analizando sus puntos fuertes y débiles, fueron:

competencias transversales (espíritu crítico, hábitos de aprendizaje, capacidad para resolver problemas, saber trabajar en equipo, saber comunicarse, ser capaces de tomar decisiones, fomentar la integridad intelectual, asumir responsabilidades profesionales y éticas y forma de integrarlas en la educación universitaria).

- *competencias específicas* (del profesional de la Ciencia del Suelo y de la titulación).
- *integración de la actividad de diversas asignaturas.*
- *contenidos básicos* para un primer curso de Edafología.
- *implicaciones de los créditos ECTS* en los tiempos disponibles.
- *cambio en el papel del profesorado* en el proceso de aprendizaje.
- *cómo motivar al estudiantado* frente a los nuevos planteamientos.
- *organización de las actividades fuera de clase.*
- *buenas prácticas en la actividad docente* en Edafología.
- *cómo plantear la actividad académica* para que el estudiantado pueda compatibilizar el estudio en la universidad con una cierta actividad laboral.
- *instrumentos para reforzar la docencia.*

- *formas de colaboración* entre profesorado de Edafología de distintas universidades.
- *evaluación del estudiantado* (sistema y frecuencia)
- *puntuación* (componentes, pesos, gradación)
- *relación entre* actividad investigadora y actividad docente
reconocimiento e incentivación de la actividad docente
- *actitudes y competencias* del profesorado
- *indicadores de seguimiento.*

Como **Conclusiones preliminares** del Taller de Granada (en fase de redacción) se pueden avanzar las siguientes:

1. No sólo enseñar, sino convencer al estudiantado del importante papel de las funciones de los suelos, haciendo más atractiva la docencia de la Edafología, sin perder rigor ni profundidad.
2. Los centros deben fomentar y coordinar la adquisición por el estudiantado de competencias transversales a lo largo de la carrera. Por su parte, el profesorado de Edafología, al tiempo que enseña competencias específicas, debe estimular las transversales al escoger ejemplos, estudios de casos, juegos de rol, temas de estudio, trabajo en equipo, entre otros.
3. La integración de actividades entre diversas asignaturas debe ser promovida por el centro.
4. El nuevo modelo implicará menos horas de clases presenciales. Para no perjudicar la formación del estudiantado disminuyendo contenidos básicos, pueden plantearse lecciones presenciales y no presenciales (accesibles éstas por medio de plataformas, dossier electrónicos y tutorías presenciales o por medio de correo electrónico). De un profesorado que “dicta” contenidos, se debe pasar a un “profesor – tutor” y, de un estudiantado que “toma nota en clase” a un estudiantado mucho más activo, que participa en el diseño de su propia educación, adquiere un hábito de estudio y se ve estimulado por los temas y aplicaciones que se le proponen.
5. Para hacer compatible la dedicación del estudiantado al estudio en la universidad y a una cierta actividad laboral acreditada, el centro deberá contemplar la semipresencialidad o bien planificar unos horarios y aprobar una normativa académica específica, que contemple la figura del estudiantado a tiempo parcial, allí donde su número lo justifique.
6. Se considera muy deseable la colaboración entre profesorado de Edafología de distintas universidades, para compartir materiales, casos de estudio, imágenes y experiencias. Ello se podría plantear en el marco de un grupo de trabajo abierto, la creación de un espacio web específico y de una wikiedaf.
7. La evaluación continua con diversos componentes, la frecuencia de las evaluaciones, la puntuación por gradación fomentan el hábito de estudio y mejoran el aprendizaje. Para que sea posible llevarlo a cabo, el centro deberá tenerlo en cuenta en el dimensionado de los grupos.
8. Para hacer compatible la actividad investigadora y la actividad docente, revalorizando ésta última, se deberá concentrar la docencia en un cuatrimestre.

Referencias bibliográficas

- Barbarick, K.A. (1998): *Exam frequency comparison in Introductory Soil Science*. J. Nat. Resour. Life Sci. Educ.: 27: 55 – 58.
- Blum, W.E.H. (2002): *Environmental Protection through sustainable soil management, a holistic approach*. In M. Pagliai and R. Jones (eds.): Sustainable Land Management Environmental Protection. Adv. Geoecology, 35: 1 – 8.
- Eick, M.J. and Burgholzer, R.W. (2000): *Design and implementation of interactive online tutorials for introductory Soil Science courses*. J. Nat. Resour. Life Sci. Educ, 29: 149 – 154.
- Hartemink, A., McBratney, A. and Bucdiman, M.: *Trenes in Soil Science Education: Looking Beyond the Number of Students*.
- Porta, J. y Lladonosa, M. (eds.) (1998): *La Universidad en el Cambio de Siglo*. Alianza Editorial, 325 pp. Madrid.
- Porta, J., Aran, M.A., Boixadera, J., Llusà, N., López-Acevedo, M., Poch, R., Teira, M.R. y Villar, J.M.(2006): *Espacio web: Protección de suelos*. www.iec.cat/mapasols.
- Porta, J., López-Acevedo y Poch, R.M.(2008): *Introducción a la Edafología. Uso y protección de suelos*. Ediciones Mundi Prensa, 451 pp. Madrid.
- Shoener, H.A. and Turgeon, A.J. (2001): *Web-accessible learning resources: Learner-controller versus Instructor-controlled*. J. Nat. Resour. Life Sci. Educ, 30: 9 – 13.

Ventajas del uso de las tic en el proceso de enseñanza/aprendizaje de la materia contaminación de suelos adaptada al espacio europeo de educación superior

M.L. Andrade, E.F. Covelo & F.A. Vega

Departamento de Biología Vegetal y Ciencia del suelo. Universidad de Vigo. As Lagoas. Marcosende. 36310 Vigo. España. e-mail: mandrade@uvigo.es

El propósito esencial de la enseñanza es la transmisión de información mediante la comunicación directa, o soportada en medios auxiliares, con mayor o menor grado de complejidad. El proceso de enseñanza es progresivo, dinámico y transformador. Como consecuencia, ocurren cambios sucesivos e ininterrumpidos en la actividad cognoscitiva del alumno. El aprendizaje es un proceso de naturaleza compleja, cuya esencia es la adquisición de nuevos conocimientos, habilidades o capacidades. Al integrar las TIC en la docencia, se incrementa la variedad metodológica, la accesibilidad y flexibilidad, se promueve el protagonismo del alumno y se mejora la presentación y la comprensión de la información. Además se fomenta el trabajo cooperativo y se mejora el individual. La importancia de las TIC, sus ventajas y posibilidades para el manejo de la información y la comunicación están relacionadas con todos los campos del conocimiento, y es de especial importancia en la educación, específicamente cuando se hace referencia a la relación pedagógica profesor-estudiante en programas bajo la modalidad presencial, los cuales podrán ampliar y mantener una continua comunicación apoyada en el uso de una página Web para mostrar contenidos del curso; el correo electrónico, etc., para enviar mensajes, documentos, e imágenes, a una o más personas en forma asincrónica y sincrónica, con total disponibilidad horaria. La integración de las TIC en la docencia es un proceso complejo debido a: la dificultad para elegir recursos adecuados, exceso de trabajo, sobrecarga de comunicación, dificultad para motivar al alumno y para activar grupos de trabajo y falta de soporte pedagógico/técnico, aunque bien gestionado es fructífero y gratificante

La materia "Contaminación de Suelos" comprende el estudio detallado de los procesos de degradación del suelo y los medios técnicos para su restauración y recuperación, en la que los objetivos fundamentales son que el alumno adquiera las competencias y destrezas teórico-prácticas de conocer y comprender: los componentes y propiedades de los suelos que influyen en los procesos de contaminación, los principales procesos de contaminación del suelo y las fuentes contaminantes, las etapas fundamentales de los procesos de contaminación de suelos, la metodología adecuada para evaluar los contenidos de los distintos contaminantes y las distintas formas presentes en los suelos, la preparación y tratamiento de las muestras, la forma de expresar los resultados de forma rigurosa, los riesgos de la aplicación indiscriminada de residuos, los sistemas más adecuados para la limpieza y rehabilitación de suelos contaminados. Además los objetivos interpersonales de aprender a trabajar de forma autónoma y en grupo, adquirir destreza en la búsqueda de información y saber organizarla y transmitirla, aprender a organizar y planificar proyectos en grupo y conseguir habilidad para argumentar desde criterios racionales en la comunicación oral y escrita.

El resultado de comparar el sistema de enseñanza tradicional durante cuatro cursos académicos (de 1998-99 a 2002-2003) con la utilización de las TIC (de 2003-2004 a 2007-2008) y la adaptación de la metodología al espacio europeo de educación superior, indica que todos los alumnos que siguieron esta materia en los últimos cuatro cursos adquirieron las habilidades y competencias indicadas, que la asistencia a las actividades programadas ha sido prácticamente total, que todos realizaron los trabajos que le han sido encomendados, lo cual ha conducido a que todos ellos han superado la materia, mayoritariamente con excelentes calificaciones. Sin embargo con la metodología tradicional, en los cursos mencionados, se ha detectado un 20% de abandono de la materia aproximadamente al cabo de dos meses de comenzado el curso, gran inasistencia a las clases teóricas, seminarios y tutorías, lo cual condujo a que una media del 35% no superasen la materia. Los resultados obtenidos con el sistema ensayado los últimos cuatro cursos permitieron establecer las ventajas del mismo, conocer con gran certeza si los objetivos planificados fueron alcanzados. Con los datos obtenidos mediante la observación directa por el profesor durante las tutorías, seminarios, la participación en actividades docentes, los objetivos, competencias y destrezas conseguidos y la realización de los trabajos teóricos y prácticos, evaluando el contenido de los mismos, la capacidad de interpretación y tratamiento de los datos, la habilidad para extraer conclusiones y su exposición pública se puso de manifiesto el buen conocimiento de la materia que condujo a su superación con éxito.

Índice de comunicações por ordem alfabética do primeiro autor

A. Cabrera, L. Cox, P. Velarde & J. Cornejo.....	207
A. Hurtado-Soler & J. Batlle-Sales	54
A. Hurtado-Soler & J. Batlle-Sales	62
A. López Lafuente, J.R. Quintana Nieto, A. de Santiago Martín, M.C. Martín Gómez, L. Martín Calvario, R. Ramírez Vera, M.T. Rodríguez Fernández, A. Vázquez de la Cueva & C. González Huecas.....	204
A. López-Piñeiro, A. Albarrán, J.M. Rato, D. Cabrera, S. Flores, D. Peña & S. Fernández.....	134
A. María-Cervantes, J. Álvarez-Rogel & F.J. Jiménez-Cárceles.....	194
A. Martins, O. Borges, E. Portela, F. Raimundo & G. Marques	172
A. Moyano, A. García Sánchez, M. Fernández Toirán . E. Charro & O. Mateo	210
A. Moyano, E. Bernasconi, E. Charro, V. Peña & M.P. García-Rodríguez.....	209
A. Prazeres, P. Fareleira, M.C. Gonçalves & J. C. Martins	124
A. S. Teixeira1, B. Fonseca, M. C. R. Peralba & T. Tavares.....	85
A. Santos,, J. Estrada, J. Lucenan, R. Pato, J. Sande Silva, M.C. Magalhães, M.C. Malvar, V.M.F.G. Pereira & J.J. Keizer	205
A.C. Madeira, C. Esteves, M.M. Abreu, A. de Varennes & M.C.F. Magalhães3.....	206
A.J. Hernández, C. Vizcayno, S. Alexis & J. Pastor	208
Alfredo Gonçalves Ferreira.....	31
Ana Álvarez, Salvador Sastre, Gonzalo Almendros & Pilar Carral.....	63
André Perotto, Margarida Arrobas, Luís Dias, Sérgio Ruivo, Helga Santos, Antónia Cordeiro, Isabel Ferreira, Norberto Bonifácio & M. Ângelo Rodrigues.....	135
Antonio Delgado.....	32
Antonio Gabriel Filho, Virgínia M. Fontes Cardoso, Kléber P. Lanças & Reginaldo Barbosa da Silva	55
António Palma Serafim & Cândida Rodrigues.....	64
Antonio Valera Lozano, Carlos Añó Vidal & Juan Sánchez Díaz.....	41
B. Cárcelos Rodríguez, A. Martínez Raya & J.R. Francia Martínez.....	211
B. Cárcelos Rodríguez, A. Martínez Raya & J.R. Francia Martínez	212
B. Godinho, M.M. Abreu, M.C.F. Magalhães.....	213
Beatriz Ramírez, Luis Fernández-Pozo & José Cabezas.....	173
C. Alexandre, R. Coelho, L.L. Silva, J.R. Marques da Silva.....	174
C. Cunha-Queda, M.-C. Morais Forte, H.M. Ribeiro & M.H. Almeida	125
C. Esteves, A.C. Madeira, M.M. Abreu, A. de Varennes & M.C.F. Magalhães.....	214
C. Larrieta, N. Gómez, F. Pavón, N. Domínguez, A. Benito, M. Pérez, E. García- Escudero, J. M ^a Martínez & I. Martín	136
C.M. Sempiterno & R.M. Fernandes	137
C.S.B. Bonini, M.C. Alves & B.A. Oliveira.....	215
Carina Rejane Pivetta, Rui Manuel Machado, Arno Bernardo Heldwein, Leandro Dalbianco & Maria do Rosário G. de Oliveira.....	138
Carlos Arruda Pacheco & Ana Costa Dias	162
Carlos Arruda Pacheco, Ana Costa Dias & José Tomé.....	139
Carmen Trigo, Rafael Celis, Maria del Carmen Hermosín & Juan Cornejo	216
Casta Zecaña Zecaña, Begoña Martínez Escudier & Ángel Sánchez Bellón.....	42
Celeste Santos-Silva, Manuel Madeira, Luiz Gazarini & Nuno Cortez.....	111
Cristina Alcántara1, Rosa Carbonell, Milagros Saavedra, Antonio Jiménez & Rafaela Ordóñez 140	
Cristina Pérez-Novvo, David Fernández-Calviño, Eugenio López-Periago, Juan Carlos Nóvoa-Muñoz & Manuel Arias-Estévez.....	86

<i>D. Cabrera, A. Albarrán, A. López-Piñeiro, J.M. Rato, S. Flores, S. Fernández & D. Peñal</i>	218
<i>D. González, J. Novillo, P. Almendros & J.M. Álvarez</i>	141
<i>David Figueiro & David Chadwick</i>	142
<i>David Fernández-Calviño, Cristina Pérez-Novo, Eugenio López-Periago, Juan Carlos Nóvoa-Muñoz & Manuel Arias-Estévez</i>	87
<i>Denise Mahl, Carlos Antonio Gamero & Sérgio Hugo Benez</i>	175
<i>E. Auxtero & M. Madeira</i>	88
<i>E. Buján, A. García-Arrese, M. Velasco-Molina & F. Macías</i>	89
<i>E. Fernández, F. Martín, J.M. Muñoz, M. Sierra, J. Fernández, M. Diez, A. Martínez & J. Aguilar</i>	176
<i>E. Vidal Vázquez, C.A. de Abreu, M.C. Alves & J. Paz Ferreira</i>	112
<i>E. Vidal Vázquez, M.C. Alves, A. Paz González & J.M. Mirás Avalos</i>	113
<i>E.F. Covelo, F.A. Vega & M.L. Andrade M.L.</i>	217
<i>Eduardo Villa Bermejo & Manuel Vidal Bardán</i>	76
<i>Eduardo Villa Bermejo & Manuel Vidal Bardán</i>	90
<i>Elsa Sampaio & João Corte Real</i>	219
<i>Ermelinda Pereira, Sandra Caldas, M. Sameiro Patrício, Luís Nunes & M. Loreto Monteiro</i>	177
<i>Ester Portela, C. Coelho Pires & José Lousada</i>	91
<i>F. Fonseca, A. Martins, T. de Figueiredo, C. Nogueira & A. Guerra</i>	163
<i>F. Márquez, J.A. Gil-Rives & E. González</i>	178
<i>F. Márquez, R. Ordóñez, R.M. Carbonell & M.A. Repullo</i>	164
<i>F. Martín, S. Morales-Ruano, M. Bagur, C. Estepa, E. Fernández, M. Diez & J. Aguilar</i>	195
<i>F. Peregrina, D. López, O. Zaballa, M.T. Villar, G. González & E. García-Escudero</i>	220
<i>F. Reverte Jiménez, J.M. Quiñonero Rubio & R. Ortiz Silla</i>	179
<i>F.A. Vega, E.F. Covelo & M.L. Andrade</i>	92
<i>Felícia Fonseca, Maria Alice Bompastor Ramos & Tomás de Figueiredo</i>	114
<i>Fernando Madrid, Encarnación Díaz-Barrientos & Luis Madrid</i>	196
<i>Fernando Raimundo, João Coutinho, Manuel Madeira & Afonso Martins</i>	93
<i>Francisco Lúcio Santos, Pedro C. Valverde, João L. Reis, Alice F. Ramos & Nádia L. Castanheira</i>	65
<i>Helga Santos, M. Ângelo Rodrigues, Luís Dias & Margarida Arrobas</i>	126
<i>Hélio Grassi Filho, Júlio César Thoaldo Romeiro, Rodrigo Domingues Barbosa & Gianfranco Tomazine Boscatti</i>	222
<i>Henrique Ribeiro, David Figueiro, Ernesto Vasconcelos, Rita Ventura, Cristina Cunha-Queda, João Coutinho & Fernanda Cabral</i>	143
<i>I. Haller, J.C. García-Gil & A. Polo</i>	144
<i>I. Vázquez Garranzo, J. González Parra & A.M. Moreno García</i>	77
<i>I.A. Gómez Parrales, M. del Toro Carrillo & N. Bellinfante</i>	106
<i>Ignacio Meléndez-Pastor, Patricia Córdoba Sola, Jose Navarro-Pedreño & Ignacio Gómez Lucas</i>	223
<i>J. A. Andrade, C. Alexandre & G. Basch</i>	67
<i>J. Álvarez-Rogel, A. María-Cervantes & F.J. Jiménez-Cárceles</i>	94
<i>J. C. Nóvoa-Muñoz, X. Pontevedra-Pombal, A. Moretto, S. Peña, J. Escobar, A. Martínez-Cortizas & E. García-Rodeja Gayoso</i>	36
<i>J. Moreno Cornejo & A. Faz Cano</i>	145
<i>J. Nunes, N. Cortez, C. Alexandre, M. Carneiro, A. Fabião & M. Madeira</i>	165
<i>J. P. Carneiro, J. J. Freire, J. Coutinho & H. Trindade</i>	127
<i>J. Pastor, S. Alexis, C. Vizcayno & A.J. Hernández</i>	98
<i>J.A. Hernández Bastida, M.T. Fernández Tapia, A. Ortuño Castellano & M.A. Alarcón Bernal</i>	180
<i>J.C. Martins, I. Oliveira, F.P. Pires, H. Catronga, A.S. Araújo, M. Varela, T.B. Ramos, A. Prazeres, A. Castro, M.C. Gonçalves, C. Guerreiro & L. Boteta</i>	95
<i>J.L. Mora, A. Rodríguez Rodríguez, C.M. Armas, J.A. Guerra & C.D. Arbelo</i>	43

<i>J.M. Álvarez, D. González, A. Obrador & P. Almendros</i>	97
<i>J.M. Marín-Benito, M.S. Rodríguez-Cruz, M.J. Sánchez-Martín, M.S. Andrades & M. Pérez Clavijo</i>	146
<i>J.M. Nunes, A. López-Piñeiro & J.P. Coelho</i>	181
<i>J.M. Queijeiro, J.C. Nóvoa, D. Ward & C. Olleros</i>	182
<i>Jaume Porta</i>	236
<i>João Castro Pinto</i>	128
<i>João Coutinho, Paula Fidalgo, Rui Lagoa, Ricardo Alves & Fernanda Cabral</i>	96
<i>Jorge Nunes, Maria Paula Simões, Luiz Carlos Gazarini & Manuel Madeira</i>	115
<i>José Cabezas, Luis Fernández-Pozo, Francisco Márquez, Ana Lopes, Maria Ángeles Rodríguez, Ignacio Fernández, Catarina Meireles, Teresa Batista & Carlos Pinto-Gomes</i>	37
<i>José G. L. Rodrigues, Jairo C. Fernandes, Carlos A. Gamero, Kléber P. Lancas & A. P. González</i>	183
<i>José M^a Martínez Vidaurre, Nuria Gómez Pérez, Clara Larrieta Quintana & Fernando Pavón Díaz-Pabón</i>	44
<i>José Torrent & Vidal Barrón</i>	38
<i>Juan Antonio Sánchez Garrido, Mariano Simón Torres, Inés García Fernández, Fernando del Moral Torres, Sergio de Haro Lozano, Francisco Martín Peinado, Ángel Iriarte Mayo & Verónica González Andrés</i>	197
<i>Juan Cornejo, Cristina Domínguez, M Carmen Hermosin & Rafael Celis</i>	99
<i>Juan Gil, Lidia Priego, Mercedes Priego, Antonio Jordán, Lorena Martínez-Zavala & Nicolás Bellinfante</i>	225
<i>Kléber Pereira Lanças, Juan José Bonnin Acosta, José Manuel Mirás Ávalos, Reginaldo Barboza da Silva & Antonio Paz González</i>	56
<i>L. M. Brito, A. L. Amaro, I. Mourão & J. Coutinho</i>	129
<i>Leandro Dalbianco, Dalvan José Reinert, José Miguel Reichert & Carina Rejane Pivetta</i>	184
<i>Lorena Martínez-Zavala, Antonio Jordán, Nicolás Bellinfante & Juan Gil</i>	198
<i>Luca Montanarella</i>	33
<i>Lúcia Barão, Pedro Chambel Leitão, Ramiro J. Neves, Maria Conceição Gonçalves, Tiago B. Ramos & Nádia Castanheira</i>	57
<i>Luis Fernández-Pozo, Francisco Galea, José Cabezas, Juana Labrador, M^a Ángeles Rodríguez & Francisco López</i>	226
<i>Luis Recatalá Boix, Carlos Añó Vidal, Antonio Valera Lozano & Juan Sánchez Díaz</i>	227
<i>Luiz Carlos Gazarini, Maria Paula Simões, Maria da Luz Calado, Luis Filipe Ferreira & Manuel Madeira</i>	107
<i>M. Albert, J.M. Castillejo, S. Abad, A. García & R. Castelló</i>	147
<i>M. Ângelo Rodrigues, José E. Cabanas, João Lopes, Francisco Pavão & Margarida Arrobas I</i>	185
<i>M. del Toro Carrillo, I. Gomez Parrales, L. Parras Alcantaras & L. Corral Mora</i>	45
<i>M. del Toro Carrillo, I. Gomez Parrales, L. Parras Alcantaras & L. Corral Mora</i>	46
<i>M. del Toro Carrillo, I. Gomez Parrales, L. Parras Alcantaras & L. Corral Mora</i>	228
<i>M. Paradelo-Pérez, J.C. Nóvoa-Muñoz, M. Arias-Estévez & J.E. López-Periago</i>	100
<i>M. Velasco-Molina & F. Macías</i>	78
<i>M. W. Roque, R. M. Mestas, E. E. Matsura, A. Paz & D. R. Bizari I</i>	68
<i>M.A. Casermeiro Martínez, M.T. de la Cruz Caravaca, L. Garcia-Montero, M.I. Hernando Massanet & I. Valverde Asenjo</i>	108
<i>M.C. Alves, A.E. Kitamura, E.V. Vázquez & A. Páz González</i>	109
<i>M.C. Gonçalves, T.B. Ramos, J.C. Martins & C. Kosmos</i>	200
<i>M.E. Correia, M.F. Candeias, F. Gama, P.J. Correia & M. Pestana</i>	148
<i>M.G. Serrão, J.C. Martins, P. Fareleira, M.A. Castelo Branco, A. Varela, H. Domingues, M. Fernandes, F.P. Pires, A. Guerreiro, J.B. Ramos & A.M. Campos</i>	130
<i>M.L. Andrade, E.F. Coveló & F.A. Vega</i>	238
<i>M.L. Rodríguez Blanco, M.M. Taboada Castro, L. Palleiro Suárez & M.T. Taboada Castro</i>	101

<i>M.M. Abreu, E.S. Santos, M.B. Ferreira & M.C.F. Magalhães</i>	201
<i>M.M. Taboada Castro, M.L. Rodríguez Blanco & M.T. Taboada Castro</i>	69
<i>M.P. García Rodríguez & J.A. Garcia Rodríguez</i>	47
<i>M.P. Rodríguez-Jordá, F. Garrido & M.T. García-González</i>	229
<i>M.T. de la Cruz Caravaca, J.R. Quintana Nieto, E. Agostinelli, J. Molina Abril & M.A. Casermeiro Martínez</i>	116
<i>M^a del Mar González, Juan L. Santos, Irene Aparicio, Esteban Alonso, Regilene A. da S. Souza & Carlos A. Bissani²</i>	102
<i>M^a Rosário Martins, Filipa Santos, Patrícia Candeias & Júlio Cruz-Morais</i>	81
<i>Margarida Arrobas, M.Carmo Oliveira & M. Ângelo Rodrigues</i>	149
<i>Margarida Arrobas, João Lopes, Francisco Pavão, José Cabanas & M. Ângelo Rodrigues</i>	150
<i>Margarita Roldán Soriano & Vanesa Chicharro Fernández</i>	202
<i>Maria do Carmo Horta, Marta Batista, Natália Roque, Filipe Afonso, Sandra Duarte & José Almeida</i>	79
<i>María Nazaret González Alcaraz, José Álvarez Rogel, Consuelo Egea Nicolás & Francisco José Jiménez Cárceles</i>	80
<i>Mariléia Barros Furtado, Silvio José Bicudo & Antonio Paz González</i>	70
<i>Mariléia Barros Furtado, Silvio José Bicudo & Antonio Paz González</i>	186
<i>Marta Fernandez, Ignacio Gómez, Jose Navarro-Pedreño, Alfonso Lag, Juan Luis Martínez & Victor Nieto</i>	151
<i>Melisa Gómez Garrido, Angel Faz Cano, Ana Belen Olivares Martinez, & Vicente Climent Talavera²</i>	152
<i>N. Bellinfante & I.A. Gómez Pinales</i>	82
<i>N. Castanheira, T. B. Ramos, M. C. Gonçalves, A. Prazeres, J. C. Martins, M. L. Fernandes, F. P. Pires & F. L. Santos</i>	71
<i>N. Pedrol, F.A. Vega, E.F. Covelo, A. Martínez & M.L. Andrade</i>	187
<i>O. Artieda & J. Martín</i>	230
<i>O. Artieda, S. Mendarte, I. Albizu, M. Onaindia, M.A. Rozas, J.A. González & C. Garbisu</i>	117
<i>O. Neves & M.M. Abreu</i>	231
<i>Oihane Fernández, Iñigo Virto, Paloma Bescansa, María José Imaz & Alberto Enrique</i>	118
<i>P. Fareleira, N. Matos, J. F. Marques & E. M. Ferreira</i>	119
<i>P. Sánchez García & R. Ortiz Silla</i>	232
<i>P. Sande Fouz, J.M. Mirás Avalos & E. Vidal Vázquez</i>	103
<i>P. Sande Fouz, J.M. Mirás Avalos, A.I. Roca Fernández & E. Vidal Vázquez</i>	132
<i>P.I. Alves, A.C. Dourado, J.F. Marques, M.T. Barreto Crespo & P. Fareleira</i>	120
<i>Patricia Córdoba Sola, Ignacio Melendez-Pastor, Jose Navarro-Pedreño & M^a Belén Almendro Candel</i>	121
<i>Paula Simões & M.C. Magalhães</i>	153
<i>Pedro Alpendre, Ana Cristina Gonçalves, Alfredo Gonçalves Ferreira & Susana Saraiva Dias³</i>	188
<i>Pedro Alpendre, Ana Cristina Gonçalves, Alfredo Gonçalves Ferreira & Susana Saraiva Dias³</i>	189
<i>Pedro González-Fernández, J. Vicente Giráldez-Cervera, Rafaela Ordóñez-Fernández & Francisco Perea Torres</i>	166
<i>Pilar Carral, Ana Álvarez & Gonzalo Almendros</i>	72
<i>R. Bienes & J. M. Marqués</i>	167
<i>R. Ordóñez, R. Carbonell, P. González & A. Rodríguez-Lizana</i>	190
<i>R.M.A. Machado, S. Shahidian & M.R.G. Oliveira</i>	154
<i>R.M.S. Dias, C.M. Sempiterno & L. Farropas</i>	104
<i>Reginaldo Barboza da Silva, Piero Iori, Francisca Alcivania de Melo Silva & Josilaine Emanuelle do Prado</i>	191
<i>Reginaldo Barboza da Silva, Kleber Pereira Lanças & Piero Iori³</i>	58

<i>Remigio Paradelo Núñez, Rosa Devesa Rey, Antía Villada Pillado, Manuel Arias</i>	
<i>Estévez & María Teresa Barral Silva</i> 1.....	233
<i>Rui Xavier & Ana Luísa Pires</i> 2.....	155
<i>S. O. Pires, C. M. d S. Cordovil, L. Ferreira</i>	156
<i>S. Shahidian & R.P. Serralheiro</i>	59
<i>S. Viso , A.S. Santos, M.C. Cameira, R. L. Pato & M. Madeira</i>	169
<i>Sara Covalada, Silvia Pajares, Juan F. Gallardo, Juliana Padilla, Jorge D. Etchevers, Aurelio Báez & M. Isabel González</i>	170
<i>Sérgio Campos, Ana Paula Barbosa, Mariana Garcia da Silva & Laura Rocha de Castro Lopes</i>	49
<i>Sérgio Campos, Mariana Lisboa Pessoa, Ana Paula Barbosa, Flávia Mazzer Rodrigues, Teresa Cristina Tarlé Pissarra & Laura Rocha de Castro Lopes</i>	39
<i>Sueli Rodrigues, Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues, Alexandre César Rodrigues da Silva</i>	73
<i>Susana Mendes, João Coutinho & Fernanda Cabral</i>	157
<i>Susana Mendes, João Coutinho & Fernanda Cabral</i>	83
<i>T. B. Ramos, M. L. Fernandes, N. Castanheira, M. C. Gonçalves, A. Prazeres, J. C. Martins, F. P. Pires & F. L. Santos</i>	74
<i>T.B. Ramos, J.C. Martins, F.P. Pires, P.B. Luz, N.L. Castanheira, J.L. Reis & F.L. Santos</i>	192
<i>V. Gómez-Sanz & J.I. García-Viñas</i>	60
<i>V. M. García-Martínez, M.A. Olego Morán, R. Benavente Rubio & E. Garzón Jimeno</i>	159
<i>V.M. García-Martínez, M.A. Olego Morán, R. Benavente Rubio & E. Garzón Jimeno</i>	158
<i>X. Pontevedra-Pomball, J.C. Nóvoa-Muñoz, A. Moretto, S. Peña, J. Escobar, E. García-Rodeja & A. Martínez-Cortizas</i>	50
<i>Zacarias Xavier de Barros, Sergio Campos, Mariza Trovarelli Tornero, Bruna Soares Xavier de Barros & Lincoln Gehring Cardoso</i>	51

Lista de participantes

Apelido, Nome - Instituição, E-mail

Abreu, Maria Manuela - Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa, *manuelaabreu@isa.utl.pt*

Alcántara Braña, Cristina - IFAPA-CICE Junta de Andalucía, *mariac.alcantara@juntadeandalucia.es*

Alexandre, Carlos - Universidade de Évora, *cal@uevora.pt*

Almendros García, Patricia - Universidad Politécnica de Madrid, *patriciaalmendros@yahoo.es*

Alonso Álvarez, Esteban - Universidad de Sevilla, *ealonso@us.es*

Alonso Vega, Flora - Universidad de Vigo. España, *florav@uvigo.es*

Apendre, Pedro Frazão - Universidade de Évora, *pfa@uevora.pt*

Álvarez Rogel, José - Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica. Universidad Politécnica de Cartagena, *jose.alvarez@upct.es*

Alves, Marlene Cristina - Universidade Estadual Paulista - Unesp - Faculdade de Engenharia, *mcalves@agr.feis.unesp.br*

Andrade, Couce - Universidad de Vigo, *mandrade@uvigo.es*

Andrade, José - Universidade de Évora, *zalex@uevora.pt*

Añó Vidal, Carlos - Centro de Investigaciones Sobre Desertificación -CIDE-, *carlos.anyo@uv.es*

Arias Estévez, Manuel - Universidad de Vigo, *mastevez@uvigo.es*

Arrobas, Margarida - Instituto Politécnico de Bragança-Escola Superior Agrária, *marrobas@ipb.pt*

Arruda Pacheco, Carlos Manuel - Instituto Superior de Agronomia - Dep. Ciências do Ambiente, *capacheco@isa.utl.pt*

Artieda Cabello, Octavio - Universidad de Extremadura, *oartieda@unex.es*

Assunção Saraiva Castanheira, Nádía Luísa - Universidade de Évora - Dep. Engenharia Rural, *nlsc@uevora.pt*

Auxtero, Edgardo - Instituto Superior de Agronomia, *eauxtero@iol.pt*

- Azevedo Gomes, Alberto - INRB/UISPF, *alberto.gomes@efn.com.pt*
- Azevedo, António - Escola Superior Agrária de Santarém,
antonio.azevedo@esa.ipsantarem.pt
- Barão, Lúcia - MARETEC - Instituto Superior Técnico, *luciabarao@gmail.com*
- Barros, Zacarias Xavier de - Unesp, *zacariasxb@fca.unesp.br*
- Bellinfante Crocci, Nicolás - Universidad de Sevilla, *nicolas@us.es*
- Bienes Allas, Ramón - IMIDRA y Universidad Alcalá de Henares,
ramon.bienes@madrid.org
- Brito, Luis Miguel - Escola Superior Agrária de Ponte de Lima - IPVC,
miguelbrito@esapl.pt
- Buján García, Eva - Universidad de Santiago de Compostela, *edbujan@usc.es*
- Cabezas Fernández, José - Universidad de Extremadura, *jocafes@unex.es*
- Cabral, Fernanda - Instituto Superior de Agronomia, *fmcabral@isa.utl.pt*
- Cabrera Mesa, M^a Alegria - Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla,
CSIC, *macabrera@irnase.csic.es*
- Calvo de Anta, Rosa - Departamento de Edafología y Química Agrícola, Facultad de
Biología. Campus Universitario Sur, Universidad de Santiago de Compostela,
edrcda@usc.es
- Cameira, Maria Cristina B. Medeiros Câmara Vasconcelos - Escola Superior Agrária de
Coimbra, *mccc@esac.pt*
- Candeias, Jacinto - CUF – Adubos de Portugal, *jacintocandeias@cuf-adp.pt*
- Carbonell Bojollo, Rosa María - IFAPA, CICE, *rosam.carbonell.ext@juntadeandalucia.es*
- Carceles Rodriguez, Belén - IFAPA, *belen.carceles@juntadeandalucia.es*
- Carneiro Fernandes, Rui Manuel - INRB/INIA-Lab^a Q^o Agrícola Rebelo da Silva,
ruifernandes.lqars@mail.telepac.pt
- Carneiro, João Paulo - Instituto Politécnico de Castelo Branco - Escola Superior Agrária,
jpc@esa.ipcb.pt
- Carral González, M^a Pilar - Universidad Autónoma de Madrid, *pilar.carral@uam.es*
- Carreira, António João - CUF – Adubos de Portugal, *joaacarreira@cuf-adp.pt*
- Casermeiro Martinez, Miguel Angel - Universidad Complutense de Madrid,
caserme@farm.ucm.es
- Castro Pinto, João - Cuf - Adubos de Portugal, *castropinto@cuf-adp.pt*
- Celis, Rafael - CSIC, *rcelis@irnase.csic.es*
- Cordoba Sola, Patricia - Dept. de Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel
Hernández de Elche., *pcordoba@umh.es*

Cornejo, Juan - Consejo Superior de Investigaciones Científicas, *cornejo@irnase.csic.es*

Cortez, Nuno - ISA - Inst. Sup. de Agronomía, *nunocortez@isa.utl.pt*

Costa Fernandes, Jairo - Universidade Estadual Paulista, *costajf@fca.unesp.br*

Coutinho, João - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, *j_coutin@utad.pt*

Craveiro Lopes dos Reis, Luís Francisco - Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, *lreis@dgadr.min-agricultura.pt*

Cunha-Queda, Cristina - Instituto Superior de Agronomia, *crisqueda@isa.utl.pt*

da Silva Souza, Regilene Angélica - Universidade Federal de Rio Grande Do Sul, *regilenesouza@yahoo.com.br*

Dalbiano, Leandro - Universidade Federal de Santa Maria, *agro.dalbiano@gmail.com*

del Moral Torres, Fernando - Universidad de Almería, *fmoral@ual.es*

del Toro Carrillo de Albornoz, Marina - Universidad de Sevilla, *deltoro@us.es*

Delgado, Antonio - Universidad de Sevilla, *adelgado@us.es*

Díaz, Eduardo Luis - Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNER, *ediaz@fca.uner.edu.ar*

Dos Santos Batista Bonini, Carolina - Unesp - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, *carolsbatistabonini@hotmail.com*

Duarte, João - Soloportugues.blogspot.com, *duarte.pt@gmail.com*

Espejo Serrano, Rafael - Dpto Edafología, UPM, *rafael.espejo@upm.es*

Fangueiro, David - Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa, *dfangueiro@isa.utl.pt*

Fareira, Paula - Instituto Nacional dos Recursos Biológicos, I.P., *paula.fareira@oniduo.pt*

Faria de Loureiro Simões, Paula Alexandra - Instituto Superior de Agronomia, *pafis@sapo.pt*

Fernandes, Manuela - CUF – Adubos de Portugal, *manuelafernandes@cuf-adp.pt*

Fernández Albert, Marta - Instituto de Ciencias Agrarias (CSIC), *marta.albert@ccma.csic.es*

Fernández Boyano, Marta - Universidad Miguel Hernández de Elche, *marta.fernandez@umh.es*

Fernández Covelo, Emma - Universidad de Vigo, *emmaf@uvigo.es*

Fernández Ondoño, Emilia - Universidad de Granada, *efernand@ugr.es*

Fernández Pozo, Luis - Universidad de Extremadura, *lufepo@unex.es*

Ferreira Rodrigues, Ricardo Antonio - Unesp, *ricardo@agr.feis.unesp.br*

Francia Martínez, Jose Ramón - IFAPA - Centro Camino de Purchil, *joser.francia@juntadeandalucia.es*

Gabriel Filho, Antonio - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *gabriel@unioeste.br*

Gallardo Lancho, Juan F. - C.S.I.C., *jpgallard@usal.es*

Gama, Florinda - Universidade do Algarve, *florinda.gama@gmail.com*

García Fernández, Inés - Universidad de Almería, *inesgar@ual.es*

García González, M. Teresa - Centro de Ciencias Medioambientales,
ebvgg50@ccma.csic.es

García González, María Teresa - Consejo Superior de Investigaciones Científicas,
evbgg50@ccma.csic.es

García Martínez, Víctor Manuel - Universidad de León, *vmgarm@unileon.es*

García Queijeiro, Jose Manuel - Universidade de Vigo, *jgarcia@uvigo.es*

García Rodríguez, María Del Pilar - Universidad Complutense de Madrid,
mpgarcia@ghis.ucm.es

Gazarini, Luiz Carlos - Universidade de Évora, *gazarini@uevora.pt*

Gil Torres, Juan - Universidad de Córdoba, *qe1gitoj@uco.es*

Girão Monteiro, Fernando - Instituto Superior de Agronomia, *fgmonteiro@isa.utl.pt*

Godinho, Berta Raquel Caetano - Instituto Superior de Agronomia,
bertagodinho@gmail.com

Gomez Garrido, Melisa - Universidad Politecnica de Catragena, *melisa.gomez@upct.es*

Gómez Parrales, Isidoro A. - Universidad de Sevilla, *iangel@us.es*

Gómez, Sanz - Universidad Politécnica de Madrid, *valentin.gomez@upm.es*

Gonçalves Ferreira, Alfredo - Universidade de Évora, *alfredo@uevora.pt*

Gonçalves, Maria Conceição - INRB - L-INIA - Estação Agronómica Nacional,
mc.goncalves@netc.pt

Gonzalez Fernandez, Pedro - IFAPA. Junta de Andalucía,
pedro.gonzalez.fernandez@juntadeandalucia.es

González Alcaraz, María Nazaret - Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica.
UPCT, *mnga83@hotmail.com*

González Huecas, Concepción - Departamento e Edafología. Universidad Complutense
de Madrid. España, *chuecas@farm.ucm.es*

Haller Polo, Isabel - Centro de Ciencias Medioambientales, *i.haller@ccma.csic.es*

Hernández Bastida, Joaquín Andrés - Universidad de Murcia, *hbastida@um.es*

Horta, Maria do Carmo - Escola Superior Agrária, *carmoh@esa.ipcb.pt*

Hurtado Soler, Desamparados - Universitat de València, *amparo.hurtado@uv.es*

Jordán López, Antonio - Universidad de Sevilla, *ajordan@us.es*

-
- Lanças, Kléber - Faculdade de Ciências Agronômicas - Fca - Unesp/Botucatu/São Paulo - Brasil, *kplanças@fca.unesp.br*
- Larrieta Quintana, Clara - Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, La Rioja, *claralarrieta@hotmail.com*
- Llorente Sánchez, Mireia - Universidad de Valladolid, *mireia.llorente@pvs.uva.es*
- Lopez Cubero, António - CUF – Adubos de Portugal, *antonio.lopez@intergal.es*
- López Piñeiro, Antonio - Universidad de Extremadura, *pineiro@unex.es*
- Machado, Rui - Universidade de Évora, *rmam@uevora.pt*
- Macías Vazquez, Felipe – Universidad de Santiago de Compostela, *edfmac@usc.es*
- Madeira, Ana Carla - Instituto Superior de Agronomia, *acmadeira@isa.utl.pt*
- Madeira, Manuel - Instituto Superior de Agronomia, *mavmadeira@isa.utl.pt*
- Madrid, Luis - IRNAS-CSIC, *madrid@irnase.csic.es*
- Madruça, João - Universidade dos Açores, *madruça@uac.pt*
- Mahl, Denise - Universidade Estadual de Maringá - Uem/car, *dmahl@uem.br*
- María Cervantes, Antonio - Universidad Politécnica de Cartagena, *amcer1980@yahoo.es*
- Marin Benito, Jesus Maria - IRNASA-CSIC, *jesusm.marin@irnasa.csic.es*
- Mario Todo Bom, Antunes Didas - Universidade de Evora, *l20940@alunos.uevora.pt*
- Marques, Paulo - Instituto Superior de Agronomia, *aa15309@isa.utl.pt*
- Márquez García, Francisco - Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos Vivos, *fmarquez@aeac-sv.org*
- Martín Peinado, Francisco - Universidad de Granada, *fjmartin@ugr.es*
- Martinez Raya, Armando - IFAPA, *armando.martinez@juntadeandalucia.es*
- Martínez Vidaurre, Jose M^a - Agricultura - C.A. de La Rioja, *suelos.cida@larioja.org*
- Martínez Zavala, Lorena - Universidad de Sevilla, *lorena@us.es*
- Martins Xavier, Reinaldo Raúl - Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, *rxavier@dgadr.min-agricultura.pt*
- Martins, Afonso - UTAD, *amartins@utad.pt*
- Martins, José Casimiro - Instituto Nacional de Recursos Biológicos-Estação Agronómica Nacional, *jcmartins-lx@iol.pt*
- Martins, M. Rosário - Universidade de Évora, *mrm@uevora.pt*
- Martorano, Lucieta - Embrapa Solos, *martolg@yahoo.com.br*
- Melendez Pastor, Ignacio - Dept. de Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández de Elche., *imelendez@umh.es*
- Mendes, Susana - Escola Superior Agrária de Ponte De Lima, *smendes@esa.ipvc.pt*

- Mestas Valero, Roger Manuel - Universidade da Coruña - Sección Ciencias da Terra,
rmestas@udc.es
- Montanarella, Luca - European Commission, *luca.montanarella@jrc.it*
- Moreno Cornejo, Jennifer - Universidad Politecnica de Cartagena,
jennifer.moreno@upct.es
- Moyano Gardini, Amelia - E.U. Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid,
gardini@pvs.uva.es
- Muñez Leon, Carmen - EUITA - Univ. Castilla-la Mancha, *mariacarmen.munez@uclm.es*
- Murillo, Juan Angel - CUF – Adubos de Portugal, *juanangel.murillo@intergal.es*
- Neves, Orquídia - Centro de Petrologia e Geoquímica, *orquidia.neves@ist.utl.pt*
- Novillo Carmona, Jesús - Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola,
jesus.novillo@upm.es
- Nóvoa Muñoz, Juan Carlos - Universidad de Vigo, *edjuanca@uvigo.es*
- Núncio Fragoso, Maria do Rosário - Micoflora - Micologia Florestal Aplicada, Lda,
maria.fragoso@micoflora.com
- Nunes, Jorge - Instituto Ciências Agrárias Mediterrânicas (ICAM), *jdnunes@uevora.pt*
- Nunes, José Manuel Rato - Escola Superior Agrária de Elvas, *ratonunes@esaelvas.pt*
- Oliveira, Susana - CUF – Adubos de Portugal, *susanaoliveira@cuf-adp.pt*
- Ordóñez Fernández, Rafaela - IFAPA, CICE, *rafaelam.ordonez@juntadeandalucia.es*
- Ortiz Silla, Roque - Universidad de Murcia, *rortiz@um.es*
- Palma Serafim, Antonio - ISA, *aserafim@isa.utl.pt*
- Paradelo Pérez, Marcos - Universidade de Vigo, *mparadelo@uvigo.es*
- Paz González, Antonio - Universidade da Coruña, *tucho@udc.es*
- Paz Ferreiro, Jorge - Universidade da Coruña, *jpaz@udc.es*
- Peregrina Alonso, Fernando - Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico (C.I.D.A), *viticultura4.cida@larioja.org*
- Pereira, Ermelinda - Instituto Politécnico de Bragança, *epereira@ipb.pt*
- Pérez Novo, Cristina - Universidad de Vigo, *cperezn@uvigo.es*
- Pestana, Maribela - Universidade do Algarve, *fpestana@ualg.pt*
- Pinheiro, Jorge - Universidade dos Açores, *jpineiro@uac.pt*
- Pires, Ana Luisa - UTAD, *alpires@utad.pt*
- Pivetta, Carina Rejane - Universidade de Évora, *urucapivetta@yahoo.com.br*
- Pontevedra-Pombal, Xabier - Dpto. Edafología e Química Agrícola, Fac. Biología, Univ. Santiago de Compostela, *edpombal@usc.es*

Porta Casanellas, Jaume - Universitat de Lleida, *jporta@macs.udl.cat*

Portela, Ester - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, *eportela@utad.pt*

Prazeres, Angela C B Oliveira - L-INIA, INRB-IP, *acoprazeres@hotmail.com*

Raimundo, Fernando Pedro Falcão - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, *fraimund@utad.pt*

Ribeiro, Henrique - Instituto Superior de Agronomia, DQAA, *henriqueribe@isa.utl.pt*

Rodrigues, Manuel - CIMO - Escola Superior Agrária de Bragança, *angelor@ipb.pt*

Rodríguez Jordá, M^a Paz - CSIC, Centro De Ciencias Medioambientales, *rjorda@ccma.csic.es*

Rodríguez Rodríguez, Antonio - Universidad de La Laguna, *antororo@ull.es*

Roldán Soriano, Margarita - Universidad Politécnica de Madrid, *margarita.roldan@upm.es*

Ruivo, Sérgio - Escola Superior Agrária de Bragança, *sergio.rr.ruivo@sapo.pt*

Sampaio, Elsa Paula - Universidade de Évora, *ems@uevora.pt*

Sánchez Bellón, Ángel - Universidad de Cádiz, *angel.sanchez@uca.es*

Sánchez Garrido, Juan Antonio - Dpto Edafología y Química Agrícola. Universidad de Almería, *jasanche@ual.es*

Sanchez Navarro, Antonio - Universidad de Murcia, *antsanav@um.es*

Sande Fouz, Patricia - Facultad de Ciencias. Universidad de A Coruña, *psande@udc.es*

Santos Silva, Celeste Maria Martins - Universidade de Évora, Departamento de Biologia, ICAM, *css@uevora.pt*

Santos, Ana Sofia - Escola Superior Agrária de Coimbra, *as_frias@hotmail.com*

Santos, Erika - Instituto Superior D. Afonso III, *inuaf-gapa@mail.telepac.pt*

Santos, Filipa Pedro Costa Santos - Universidade de Évora, *filipapedrocsantos@sapo.pt*

Santos, Francisco Lúcio - Universidade de Evora, *fls@uevora.pt*

Schneider Teixeira, Aline - Universidade do Minho - Departamento de Engenharia Biológica, *teixeiraline@deb.uminho.pt*

Sempiterno, Cristina - Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, *csempiterno.lqars@mail.telepac.pt*

Sérgio Campos, Sérgio Campos - Universidade Estadual Paulista - Unesp, *seca@fca.unesp.br*

Serrão, Maria da Graça - Instituto Nacional dos Recursos Biológicos, I.P., *gserrao@netcabo.pt*

Shahidian, Shakib - Universidade de Évora, *shakib@uevora.pt*

Silva Fonseca, Felícia Maria - Escola Superior Agrária de Bragança, *ffonseca@ipb.pt*

Silva, Reginaldo Barboza - Unesp - SP (Brasil), *rbsilva@registro.unesp.br*

Simón Torres, Mariano - Universidad de Almería, *msimon@ual.es*

Taboada Castro, M. M. - Universidad de A Coruña, *mtaboada@udc.es*

Tomazine Boscatti, Gianfranco - Instituto Superior de Agronomia -pt / Unesp - Faculdade de Ciências Agronomicas - Brasil, *gtboscatti@fca.unesp.br*

Torrent, José - Universidad de Córdoba, *torrent@uco.es*

Turco, José Eduardo Pitelli Turco - FCAV/Unesp-Campus de Jaboticabal, *jepturco@fcav.unesp.br*

Vasconcelos, Ernesto – I.S.Agronomia, *evasconcelos@isa.utl.pt*

Vasques Gomes Pereira, Miguel Jorge - Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, *mjpereira@dgadr.min-agricultura.pt*

Vázquez Garranzo, Icíar - IGME, *i.vazquez@igme.es*

Velasco-Molina, Marta - Universidad de Santiago de Compostela, *mvmolina@usc.es*

Vidal Vázquez, Eva - Universidade da Coruña, *evidal@udc.es*

Villa Bermejo, Jesús Eduardo - Area de Edafología y Qca Agrícola/Universidad de León, *jevilb@unileon.es*

Virto, Iñigo - Universidad Pública de Navarra, *inigo.virto@unavarra.es*

Vizcayno Muñoz, Carmen - Consejo Superior Investigaciones Científicas, *cvizcayno@ccma.csic.es*

