

Encontro Anual das Ciências do Solo - 2015

PROTEGER AS FUNÇÕES DO SOLO  
ASSEGURAR A VIDA DA TERRA

**Livro de Resumos**



Castelo Branco 2015

## **Ficha Técnica**

### **Edição**

#### **Título**

Encontro Anual das Ciências do Solo - 2015  
Proteger as funções do solo – Assegurar a vida da Terra

#### **Editor**

Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo

#### **Capa, projecto gráfico e paginação**

Rui Tomás Monteiro

#### **Arte Final, impressão e acabamento**

Serviços Gráficos do IPCB

**Tiragem:** 50 exemplares

©

### **Comissão Organizadora**

Maria do Carmo Horta (coordenação), Pedro Lopes, Carlos Alexandre, Fernando Girão Monteiro, Henrique Ribeiro, Maria da Conceição Gonçalves, Tiago Ramos.

### **Comissão Científica**

Afonso Martins (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), António Canatário (Escola Superior Agrária, Castelo Branco), Carlos Alexandre (Universidade de Évora), Corina Carranca (INIAV, Oeiras), Ernesto Vasconcelos (Instituto Superior de Agronomia), Fátima Calouro (INIAV, Lisboa), Fernanda Cabral (Instituto Superior de Agronomia), Fernando Girão Monteiro (Instituto Superior de Agronomia), Henrique Ribeiro (Instituto Superior de Agronomia), João Coutinho Mendes (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), João Paulo Carneiro (Escola Superior Agrária, Castelo Branco), Jorge Pinheiro (Universidade dos Açores), José Casimiro Martins (INIAV, Oeiras), Manuel Madeira (Instituto Superior de Agronomia), Manuela Abreu (Instituto Superior de Agronomia), Maria da Conceição Gonçalves (INIAV, Oeiras), Maria do Carmo Horta (Escola Superior Agrária, Castelo Branco), Maribela Pestana (Universidade do Algarve), Miguel Brito (Escola Superior Agrária, Ponte de Lima), Raquel Dias Mano (INIAV, Lisboa), Ricardo Serralheiro (Universidade de Évora), Tomás Figueiredo (Escola Superior Agrária, Bragança).

# Índice

## Conferências

**Valor Económico do Solo: perspectivas pública e privada** 3

António Cipliano A. Pinheiro

**O recurso terra – economia e sociedade** 5

Pedro Reis

## Comunicações

**A delimitação de unidades de terra e a classificação da capacidade da terra. O caso do concelho de Lourinhã** 9

Rita Lopes, Pedro Arsénio e Manuel Madeira

**Análise exploratória da diversidade no uso da terra no perímetro de rega do Roxo** 11

Carlos Alexandre, Manuela Correia e José Pinto Casquilho

**Impacto da preparação do terreno em indicadores físicos e químicos da qualidade de solos florestais** 13

Felícia Fonseca, Tomás de Figueiredo e Afonso Martins

**O solo como suporte do desenvolvimento regional** 14

António Magalhães Cardoso

**Avaliação da “necessidade em cal” em Andossolos da ilha Terceira – Açores** 15

Mónica Ferreira, Lourdes Matos, João Madruga e Jorge Pinheiro

**Evolução de populações microbianas em solos não mobilizados e em solos mobilizados** 17

António Pinto

**A utilização de compostados de acácia na formulação de substratos hortícolas** 18

Luís Miguel Brito, Mário Reis, Isabel Mourão e João Coutinho

**Efeito de diferentes corretivos orgânicos sobre algumas características do solo de três vinhas de casta ‘Syrah’ podadas mecanicamente** 19

H. Ribeiro, M. Botelho, A. Cruz, F. G. Monteiro e E. Vasconcelos

<b>Produção vegetal e gestão do azoto no solo numa rotação de culturas hortícolas no modo de produção biológico</b>	20
Rui Pinto, Luís Miguel Brito e João Coutinho	
<b>Técnicas de aplicação de chorume ao solo e eficiência do uso do N pelas culturas</b>	21
João Carneiro, Diana Soares, José Monteiro, Sonia Surgy, José Pereira, João Coutinho, Henrique Trindade e David Fangueiro	
<b>Nitrogen mineralization, nitrification and phosphorous availability in contrasting soils amended with acidified pig slurry</b>	22
David Fangueiro, Sonia Surgy, Irene Fraga, Fernanda Cabral, Ernesto Vasconcelos, Fernando Monteiro and João Coutinho	
<b>Disponibilidade em fósforo de fertilizantes orgânicos e adubos minerais</b>	23
Maria do Carmo Horta	
<b>Estudo do Efeito da Utilização de Lamas Residuais Urbanas e Composto na Fertilidade do Solo e na Cultura de Azevém Anual</b>	24
Paula Alvarenga, Márcia Farto, Clarisse Mourinha, José Dores e Manuel Patanita	
<b>How Brazilian Cerrado Tree Seedlings Grow After Amended With Anaerobic Fermented Sugar Cane Wastes</b>	25
Leonardo S. Collier, Átila R. Silva, Juliano M. Barbosa, Nara R. M. Arantes, Marciana C. Silva, Joachim W:Zang, Warde A. F. Zang, Nicolai D. Jablonowski, Wilson M. Leandro, Andrea Schüch and Bettina Eichler- Löbermann	
<b>Dinâmica dos sedimentos produzidos ao nível de uma pequena bacia hidrográfica com uso agro-florestal</b>	27
António Canatário Duarte, Luciano Mateos e João L. M. Pedroso de Lima	
<b>Is the content of organic matter enough to avoid the soil loss in the volcanic regions?</b>	29
Zulimar Hernández, Tomás de Figueiredo, Pilar Carral, Ana M. Álvarez and Gonzalo Almendros	

## **Posters**

<b>1-01 O contributo da análise espacial multicritério para a utilização sustentável do solo</b>	33
Quinta-Nova, L. e Roque, N.	
<b>2-01 Avaliação da erosão hídrica potencial dos solos à escala da unidade de intervenção florestal com a utilização de um Sistema de Informação Geográfica</b>	34
Luís M. Ferreira, Nuno S. Neves e Gonçalves Ferreira	
<b>2-02 Estudo com tomografia de resistividade elétrica do efeito de tráfego de máquinas e mobilização em solo cultivado</b>	35
Aitor García-Tomillo, Tomás de Figueiredo, Jorge Dafonte Dafonte, Antonio Paz-González e Arlindo Almeida	

<b>3-01 Avaliação temporal do arsénio da solução do solo em incubação anaeróbia</b>	36
Jorge Delgado Nunes, Carlos. Alexandre e José Rafael Marques da Silva	
<b>4-01 Maior sustentabilidade da produção de milho compensando a redução de fertilização com aplicação de microorganismos benéficos ao solo</b>	37
Patricia Correia, Carvalho, L, Pacheco, I Delgado, M, Mesquita, L, Dores, J, Patanita, J, Castro Pinto, J, Khalid, A, Varennes, A, Carolino, M e Cruz, C	
<b>4-02 A comunidade bacteriana do solo como indicador da resposta integrada do ecossistema à alteração da disponibilidade de azoto</b>	38
Teresa Dias, Catarina Gouveia, Florian Ulm, Sandra Chaves, Rogério Tenreiro, Laura Martinez e Cristina Cruz	
<b>5-01 Biomassa e acumulação de carbono e nutrientes em povoamentos jovens de <i>Cupressus lusitânica</i> e <i>Robinia pseudoacacia</i> em ambiente mediterrânico</b>	40
Afonso Martins, Fernando Raimundo e Manuel Madeira	
<b>5-02 Fertilizantes orgânicos: efeitos na fertilidade do solo e na produção de azevém</b>	41
Maria do Carmo Horta, Paulo Ribeiro, Marta Batista, João Paulo Carneiro, António Canatário Duarte e Marta Roboredo	
<b>5-03 Effect of slurry application and its acidification or injection on soil biochemistry indicators in an ongoing field trial</b>	42
I. Fraga, J. Coutinho, J. P. Carneiro, D. Soares, R. M. Bezerra and D. Figueiro	
<b>5-04 Deficiência de Fe efetiva e induzida pelo calcário no desenvolvimento do morangueiro</b>	44
Teresa Saavedra, Alba Moreno, Florinda Gama, Pedro José Correia e Maribela Pestana	
<b>5-05 Effect of slurry acidification on phosphorus distribution along the soil profile</b>	46
J. R. Sousa, P. Tomé, P. Joel, J. P. Carneiro, D. Figueiro and J. Coutinho	
<b>5-06 Efeito da acidificação de efluente de suinicultura na recuperação do fósforo do solo através de vários métodos</b>	47
Marta Roboredo, Dora Ramos, João Coutinho e David Figueiro	
<b>5-07 Efeitos do calcário e de um compostado na absorção de nutrientes e na produção de acelga biológica</b>	48
Luís Miguel Brito, Rui Pinto, Isabel Mourão e João Coutinho	
<b>5-08 Carências de Boro no Interior - Norte e Centro - de Portugal</b>	49
Ester Portela, Rui Vale e Maria Manuela Abreu	
<b>5-09 Caracterização nutricional da alga <i>Gracilaria vermiculophylla</i></b>	50
Maria M. Vidal, Catarina R. Silva, Joana M. Rodrigues e Susana M. Cardoso	
<b>5-10 Exigências nutricionais do Medronheiro</b>	52
Rosinda Pato, Sara Pereira, Ana Frias, Fátima Curado, João Gama e Filomena Gomes	
<b>6-01 Os sistemas de gestão do montado e a qualidade do solo</b>	53
Ana Raquel Rodrigues, Carlos Alexandre, Fernando Monteiro e Manuel Madeira	

<b>7-01 Implementação de medidas de prevenção e mitigação da erosão hídrica numa área sob gestão da Altri Florestal</b>	54
João Reis, Henk Feith e Luís M. Ferreira	
<b>7-02 Efeitos edafo-ambientais da atividade agro-pecuária: caso de estudo a Quinta da Sra. de Mércules</b>	55
Marta Batista, Maria do Carmo Horta, Natália Roque e José Coutinho	
<b>7-03 Uso da terra e riscos de degradação do solo no Nordeste de Portugal: mudanças nos últimos trinta anos</b>	57
Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca e Zulimar Hernandez	
<b>7-04 Efeito do fogo controlado na evolução temporal de propriedades químicas do solo: resultados de 3 anos de avaliações em matos de montanha do NE de Portugal</b>	58
Clotilde Nogueira, Felícia Fonseca e Tomás Figueiredo	
<b>7-05 Efeito de doses crescentes de zinco no crescimento, acumulação e translocação de nutrientes em plantas de <i>Cistus monspeliensis</i></b>	60
Maria Manuela Abreu e Erika S. Santos	

# Programa

## Dia 24 junho

**8.30h** - Receção dos participantes e entrega de documentação

**9.00h** - Sessão de abertura

**10.00h -11.00h – Comunicações temas 1, e 6**

**Moderadores: Jorge Pinheiro (UAc) e António Duarte (ESACB)**

**A delimitação de unidades de terra e a classificação da capacidade da terra. O caso do concelho de Lourinhã**

Manuel Madeira (CEF/ISA)

**Análise exploratória da diversidade no uso da terra no perímetro de rega do Roxo**

Carlos Alexandre (ICAAM/UÉvora)

**Impacto da preparação do terreno em indicadores físicos e químicos da qualidade de solos florestais**

Felícia Fonseca (CIMO/ESAB)

**O solo como suporte do desenvolvimento regional**

António Cardoso (CCDRC)

**11.00h -11.30h – Pausa para café e visita aos posters**

**11.30-13.00h – Painel: Valorizar os serviços e as funções do solo**

**Conferência – Valor económico do solo: perspectivas pública e privada**

António Cipriano Pinheiro (Professor Emérito da Universidade de Évora)

**Conferência – O recurso terra – economia e sociedade**

Pedro Silva Reis (Presidente do Conselho Científico do INIAV)

**Moderadores: Carlos Alexandre (ICAAM/UÉvora) e Maria do Carmo Horta (CERNAS/ESACB)**

**Diretor da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Representante da Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro  
Representante da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro**

**Representante do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas**

**13.00 -14.30h – Pausa para almoço**

**14.30-15.00h – Visita aos posters**

**15.00h-16.30 – Comunicações temas 3, 4 e parte do 5; discussão das comunicações e dos posters dos temas 1, 2 e 6**

**Moderadores: João Coutinho (CQVR/UTAD) e Tomás Figueiredo (CIMO/ESAB)**

**Avaliação da “necessidade em cal” em Andossolos da ilha Terceira – Açores**

Jorge Pinheiro (UAç)

**Evolução de populações microbianas em solos não mobilizados e em solos mobilizados**

António Pinto (CI&DETS/ESAV)

**A utilização de compostados de acácia na formulação de substratos hortícolas**

Luís Miguel Brito (CIMO/ESAVC)

**Efeito de diferentes corretivos orgânicos sobre algumas características do solo de três vinhas de casta ‘Syrah’ podadas mecanicamente**

Henrique Ribeiro (ISA)

**Produção vegetal e gestão do azoto no solo numa rotação de culturas hortícolas no modo de produção biológico**

Rui Pinto (UTAD)

**Técnicas de aplicação de chorume ao solo e eficiência do uso do N pelas culturas**

João Paulo Carneiro (CERNAS/ESACB)

**16.30-17.00h – Pausa para café e visita aos posters**

**17.00h-18.30h – Comunicações temas 5 e 7; discussão das comunicações e dos posters dos temas 5 e 7**

**Moderadores: Manuel Madeira (CEF/ISA) e João Paulo Carneiro (CERNAS/ESACB)**

**Nitrogen mineralization, nitrification and phosphorous availability in contrasting soils amended with acidified pig slurry**

David Figueiro (LEAF/ISA)

**Disponibilidade em fósforo de fertilizantes orgânicos e adubos fosfatados**

Maria do Carmo Horta (CERNAS/ESACB)

**Estudo do efeito da utilização de lamas residuais urbanas e composto na fertilidade do solo e na cultura de azevém anual**

Paula Alvarenga (LEAF/ESABe)

**How Brazilian cerrado tree seedlings grow after amended with anaerobic fermented sugar cane wastes**

Leonardo Santos Collier (IBG-2)



**Dinâmica dos sedimentos produzidos ao nível de uma pequena bacia hidrográfica com uso agro-florestal**

António Duarte (ESACB)

**Is the content of organic matter enough to avoid the soil loss in the volcanic regions?**

Zulimar Hernandez (UAM)

18.30h – Encerramento das sessões plenárias

18.45h – Reunião da Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo

20.30h – Jantar do EACS 2015

**Dia 25 junho**

Visita Técnica

9.00h-12.00h – Geoparque Naturtejo: Município de Vila Velha de Rodão

Almoço

15.30h-18.00h - Cova da Beira: Visita a pomares e central fruteira





# Conferências



# Valor Económico do Solo: perspectivas pública e privada

*António Cipriano A. Pinheiro<sup>1</sup>*

Resumo Neste trabalho põem-se em destaque as principais funções do solo; analisa-se como a gestão do solo pode afectar positiva ou negativamente a capacidade produtiva; apresenta-se uma metodologia para avaliação do solo pelos privados, evidenciando que estes valorizam quase exclusivamente, a quantidade e qualidade de bens e serviços produzidos, para os quais exista mercado; realça-se que muitos bens e serviços têm efeitos públicos e globais; enfatiza-se que a sociedade deve reconhecer a multifuncionalidade do solo e deve tentar atribuir valor a todos os bens e serviços por ele produzidos, mesmo para os que, presentemente, não exista mercado. Conclui-se dizendo que: (1) sem a existência de solo produtivo a vida à superfície da terra, como a conhecemos, seria impossível; (2) embora a estimação do valor real de todos os bens e serviços que o solo fornece seja uma tarefa quase impossível, é importante desenvolver metodologias adequadas para que haja uma maior integração na análise custo-benefício, que ajude na tomada de decisões, tendo em vista o uso sustentável do solo.

---

<sup>1</sup> Professor Emérito da Universidade de Évora. [acap@uevora.pt](mailto:acap@uevora.pt)



# O recurso terra – economia e sociedade

*Pedro Reis<sup>1</sup>*

O solo é um recurso natural tradicionalmente visto como um suporte para a produção de plantas. No início das ciências agrárias modernas, final do séc. XIX, o solo era considerado o grande e indestrutível instrumento de produção. Cem anos antes, Adam Smith conceituou a renda da terra como a transferência de rendimento do capital para os proprietários fundiários, pelas propriedades naturais originais e indestrutíveis do solo.

A teoria da renda da terra através dos autores clássicos (A. Smith; D. Ricardo; T. Malthus, J.S. Mill; J. von Tünen; K. Marx) e marginalistas (Jevons; Walras) ajudamos a compreender os conceitos económicos de valor, de riqueza, de rendimento, de utilidade marginal e de preço de mercado. A terra, composta pelo solo com a vegetação, água e clima, tem um valor patrimonial e é um fator de produção.

O solo é um recurso cujo stock é estável, numa escala humana, mas que fornece um fluxo renovável de serviços que se pode degradar. Esta perspetiva económica de recurso natural introduz a questão da conservação e da opção entre o consumo atual e futuro. O solo é analisado de forma integrada no ecossistema, como um fornecedor de serviços com valor económico para o proprietário e para toda a sociedade. Emergem outros valores para além do valor de uso, ganham relevo as externalidades, o uso sustentável e a valoração dos serviços do ecossistema.

A governação do recurso solo está fortemente ligada à propriedade, e condiciona as políticas públicas e os acordos internacionais (por exemplo, uma diretiva europeia ou uma convenção das Nações Unidas). A reserva agrícola nacional é um exemplo de condicionamento dos direitos de propriedade privada face ao valor económico do recurso solo para a sociedade.

<sup>1</sup> INIAV, I.P., Oeiras. [pedro.reis@iniav.pt](mailto:pedro.reis@iniav.pt)







# Comunicações



# A delimitação de unidades de terra e a classificação da capacidade da terra. O caso do concelho de Lourinhã

*Rita Lopes<sup>1</sup>, Pedro Arsénio<sup>2</sup> e Manuel Madeira<sup>3</sup>*

As unidades de terra apresentam grande potencial de caracterização da paisagem por expressarem porções do território com características semelhantes quanto ao clima, geologia, relevo, solos e vegetação. As unidades de terra podem ser um instrumento muito útil no ordenamento do território e na avaliação da aptidão ou da capacidade da terra. Consequentemente é crucial aprofundar o conhecimento dos procedimentos da sua delimitação, nomeadamente em áreas onde a informação apresenta alguma complexidade. Como caso de estudo optou-se pelo concelho de Lourinhã, que assenta sob formações exclusivamente sedimentares; procedeu-se à delimitação de unidades de terra através dos atributos geologia (escala 1:50 000), formas de relevo (sensu Hammond, 1954; 1964) e solos (cartas complementares; escala 1:25 000).

A partir das unidades geológicas e das formas de relevo delimitaram-se 30 unidades fisiográficas básicas; a associação destas com as unidades de solos resultou em igual número de unidades de terra. Apesar das dificuldades associadas à carência e qualidade de informação, a delimitação das unidades de terra mostrou ser de grande utilidade na sistematização e simplificação das unidades de solos. No caso de estudo foi necessário considerar simultaneamente a carta geológica e a carta de solos para a definição mais rigorosa de algumas das unidades de terra; além disso observou-se inadequações e lacunas na carta de solos, observáveis, aliás, na respectiva Carta de Capacidade de Uso. As unidades de terra delimitadas mostraram-se adequadas para a avaliação da capacidade da terra à escala da bacia hidrográfica (1:50 000, 1:25 000), dado que mostraram um grande potencial para sistematizar e identificar a natureza e intensidade dos principais riscos de degradação da terra (e do solo); além disso mostraram ser uma via adequada para melhorar a sistematização espacial da classificação da Carta de Capacidade de Uso do Solo. As unidades de terra podem ser um instrumento de suporte do ordenamento concelhio, informando sobre os riscos de degradação associados ao uso actual da terra.

<sup>1</sup>Instituto Superior de Agronomia, Mestrado em Arquitectura Paisagista;

<sup>2</sup>Centro de Investigação em Agronomia, Alimentos, Ambiente e Paisagem (LEAF - Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food), Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal;

<sup>3</sup>Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal. [mavmadeira@isa.ulisboa.pt](mailto:mavmadeira@isa.ulisboa.pt)

- Hammond, E.H. 1954. Small-Scale Continental Landform Maps. *Annals of the Association of American Geographers* **44**(1): 33–42.
- Hammond, E.H. 1964. Analysis of Properties in Land Form Geography: An Application to Broad-Scale Land Form Mapping. *Annals of the Association of American Geographers* **54**(1): 11–19.

# Análise exploratória da diversidade no uso da terra no perímetro de rega do Roxo

*Carlos Alexandre<sup>1,2</sup>, Manuela Correia<sup>1</sup> e José Pinto Casquilho<sup>3</sup>*

A Carta de Solos de Portugal, publicada na escala 1:50 000 (semi-detalhada), é apropriada para o planeamento e ordenamento do uso da terra ao nível distrital e regional. Embora constitua um instrumento fundamental para o ordenamento do território disponível há mais de 40 anos, é pouco divulgado o seu valor no planeamento do uso agrícola da terra e na tomada de decisão para a instalação de culturas. Neste trabalho apresenta-se uma análise da relação entre as culturas e os solos cartografados no perímetro de rega do Roxo em dois momentos com quase 10 anos de intervalo: 2005 e 2014.

A lista de culturas adoptada inclui: amendoeira, arroz, cereais, citrinos, gramináceas forrageiras, hortícolas, leguminosas, milho, oleaginosas, olival, perenes, tubérculos e tomate. Para os solos foram consideradas duas listas diferentes: famílias de solos cartografadas e agrupamentos ou classes de solos com limitações semelhantes, inferidas a partir das características dominantes de cada família e das respectivas fases, quando existem. Definiram-se 7 classes de solos com base nas limitações: ao desenvolvimento das raízes, de nutrientes (por texturas grosseiras e por presença de carbonatos), ao arejamento, de água e nutrientes (por texturas grosseiras e por presença de carbonatos) e uma classe de solos sem limitações evidentes. Para a avaliação da relação entre os solos e as culturas foram aplicados vários índices de diversidade: índice de Shannon H, índice de Shannon normalizado H' e número N1 de Hill; e índice de Gini-Simpson G-S, índice de Gini-Simpson normalizado G-S' e número N2 de Hill.

A área regada em 2005 (3 457 ha) foi pouco mais de metade da de 2014 (6 696 ha) principalmente devido ao aumento das áreas de olival (de 1 256 ha para 2 777 ha), oleaginosas, amendoeira e arroz. As culturas dominantes em 2005 (cereais e olival – 83% da área total) e em 2014 (olival e cereais – 63%) apresentaram muita alta diversidade de solos, quase equivalente à diversidade dos solos da totalidade do perímetro de rega, tanto por famílias como por classes de limitações. Embora se possa admitir a boa plasticidade de algumas culturas (ex.: olival) e a implementação de medidas que atenuem algumas limitações do solo (ex.: regadio) os resultados indicam uma grande diversidade nas relações entre solos e culturas, o que é compa-

<sup>1</sup>ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora, Apdo. 94, 7002-554 Évora, Portugal. cal@uevora.pt

<sup>2</sup>Departamento de Geociências, Universidade de Évora, Apdo. 94, 7002-554 Évora, Portugal

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Nacional Timor Lorosa'e; Centro de Ecologia Aplicada "Prof. Baeta Neves" da Universidade de Lisboa.

tível com um baixo nível de ordenamento do uso da terra. Em consequência é de esperar uma produtividade média do perímetro de rega inferior ao seu potencial.

Estudo financiado pelo projecto PRODER N° 50370 “Qualidade da água da albufeira do Roxo na dinâmica dos solos e das culturas agrícolas (QARSC)”

# Impacto da preparação do terreno em indicadores físicos e químicos da qualidade de solos florestais

*Felícia Fonseca<sup>1</sup>, Tomás de Figueiredo<sup>1</sup> e Afonso Martins<sup>2</sup>*

Na região Mediterrânea, é frequente os solos com aptidão florestal apresentarem 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. Assim, a aplicação de técnicas de preparação do terreno é essencial para melhorar o armazenamento de água e a disponibilidades de nutrientes no solo. Foi instalado um ensaio experimental constituído por 3 blocos onde foram distribuídos aleatoriamente 6 tratamentos que representam diferentes intensidades de preparação do terreno (ligeira, intermédia e intensiva). Antes da preparação do terreno foram observados 48 perfis de solo e um ano após a instalação do povoamento florestal, foram observados 6 perfis de solo por tratamento na linha de plantação. Para avaliar os efeitos das técnicas de preparação do terreno nas propriedades do solo e possíveis relações com a resposta das espécies florestais, foram colhidas amostras de solo nas profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm. A monitorização da qualidade do solo foi baseada em propriedades morfológicas, análises laboratoriais e índices de enriquecimento. Nos tratamentos de mobilização ligeira do solo, a espessura efectiva manteve-se muito semelhante à do solo original, registando-se aumentos significativos (entre 30 e 40 cm) nos tratamentos de mobilização intermédia e intensiva. Também nestes últimos tratamentos, ocorreu uma diminuição da resistência do solo à penetração e da massa volúmica em todas as profundidades consideradas. Quando comparado com o solo original, a preparação do terreno contribuiu para um aumento do teor de argila e da disponibilidade de nutrientes no solo, com excepção do C orgânico e do N total, na camada superficial (0-20 cm). Os resultados mostram que a preparação do terreno pode produzir efeitos positivos na qualidade dos solos florestais da região Mediterrânea.

---

<sup>1</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança (ESAB/IPB), Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal. ffonseca@ipb.pt

<sup>2</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-911 Vila Real, Portugal

# O solo como suporte do desenvolvimento regional

*António Magalhães Cardoso<sup>1</sup>*

## **O solo como base do desenvolvimento**

Neste capítulo, são abordados os seguintes temas: (a) importância do solo para a vida humana, (b) importância da sua proteção, (c) o solo urbano; (d) o valor ecológico do solo, (e) as áreas protegidas e (f) os problemas específicos dos territórios de baixa densidade.

## **Alguns fatores condicionadores**

A abordagem de fatores condicionantes do ordenamento do território e das políticas públicas de salvaguarda dos solos desenvolve-se com referência às matérias relacionadas com: (a) dicotomias usos/condicionantes, (b) dinâmicas de transformação de usos e ocupações do solo, (c) a noção de servidão administrativa e de restrição de utilidade pública e tipologias de servidões/restrições, (d) outras formas de proteger os solos, (e) a avaliação ambiental estratégica e (e) a indemnização e a perequação compensatória como formas de normalizar a expropriação.

## **Territórios de risco**

O capítulo inicia-se com a consideração da pertinência da escala municipal para a prevenção e a mitigação de riscos. Seguidamente procede-se a uma tipificação de riscos, acidentes e degradação de solos. Conclui-se com algumas reflexões sobre alterações climáticas, biodiversidade e desertificação.

## **Serviços de ecossistemas**

A partir do encadeamento entre espécies, habitats e ecossistemas, enunciam-se de forma breve o conceito e as tipologias dos serviços de ecossistemas. Reflete-se sobre o papel destes serviços na mitigação do risco e sobre as vantagens e o modo da sua incorporação nos Planos

---

<sup>1</sup> Técnico superior da CCDRC – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional.  
antonio.cardoso@ccdrc.pt



# Avaliação da “necessidade em cal” em Andossolos da ilha Terceira – Açores

*Mónica Ferreira<sup>1</sup>, Lourdes Matos<sup>1</sup>, João Madruga<sup>1</sup> e Jorge Pinheiro<sup>1</sup>*

A acidez do solo é um fator crucial na produtividade das culturas, afetando a solubilidade dos nutrientes e podendo ser responsável por processos de fitotoxicidade alumínica. O pH do solo sendo um indicador da acidez ativa (concentração hidrogeniônica em solução) não permite estimar a quantidade de substância neutralizante necessária para vencer o poder tamponizante do solo ou seja a “necessidade em cal” para se atingir um determinado valor de pH, tido como o mais adequado para determinada (s) cultura (s).

A toxicidade por alumínio é geralmente considerada como sendo o maior constrangimento da produção agrícola em solos ácidos.

No presente trabalho avaliaram-se dois dos testes laboratoriais mais comuns baseados em soluções tamponizadas: Shoemaker-McLean-Pratt (SMP) e Adams e Evens (AE), por comparação com o método das curvas de neutralização o qual tem sido utilizado por muitos autores para calibrar diferentes métodos baseados em soluções tampão para atingir determinados valores de pH próximos da neutralidade.

O principal objetivo do estudo foi o de criar uma primeira base de referência para a avaliação da “necessidade em cal” em solos de pastagem na ilha Terceira, uma vez que até ao presente a calagem tem sido “estimada” apenas com base no valor do pH o qual não constitui base técnica suficiente nem adequada quando tomado isoladamente.

A comparação dos resultados obtidos com os 4 solos sujeitos a incubação mostrou que enquanto o método SMP dá resultados excessivos quando comparados com os obtidos por incubação no final das 10 semanas o método AE apresenta valores bastante mais próximos, indicando-o claramente como o método laboratorial de solução tamponizada mais adequado para o cálculo da “necessidade em cal”, no contexto do sistema produtivo estudado.

Contudo importa destacar que os valores de alumínio de troca muito baixos ou mesmo residuais encontrados em todos os solos analisados sem exceção, indicam que, ao contrário do que é usual na maior parte dos ambientes pedológicos associados a condições de acidez do solo, o risco de toxicidade alumínica nos Andossolos de natureza alofânica, poderá ser reduzido ou nulo.

Deste modo, estaremos em muitas das áreas agrícolas da ilha Terceira e even-

---

<sup>1</sup> Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias rua Capitão João de Ávila 9700-024 Angra do Heroísmo. jpinheiro@uac.pt

tualmente dos Açores em condições tais que a acidez do solo poderá não ter um impacto significativo na produtividade do sistema agrícola, mormente aquele que é baseado na pastagem. Assim, a subida de pH para um valor próximo da neutralidade poderá ser inconsequente em termos da resposta produtiva para a pastagem e eventualmente para outras culturas e portanto técnica e economicamente desaconselhável, se meramente considerada na perspectiva da subida do pH para valores próximos da neutralidade, conforme tem sido procedimento habitual.

Esta hipótese necessita contudo de ser melhor aprofundada com recurso a experimentação de campo que permita uma melhor fundamentação das dúvidas e hipóteses científicas que o presente trabalho suscita.

# Evolução de populações microbianas em solos não mobilizados e em solos mobilizados

*António Pinto<sup>1</sup>*

No presente estudo, iremos apresentar os resultados preliminares, obtidos no verão de 2014, nos solos da Quinta da Alagoa, onde se encontra instalada a Escola Superior Agrária de Viseu, relativos aos níveis populacionais de microrganismos, avaliados num solo não mobilizado (olival conduzido sem mobilizações, há mais de 10 anos) e aos níveis populacionais registados, numa outra parcela de solo, sujeita às práticas convencionais de mobilização.

Os grupos microbianos avaliados foram a designada flora microbiana total (constituída fundamentalmente por microrganismos procarióticos: bactérias e actinomicetos) e os fungos (microrganismos eucarióticos, os bolores). A avaliação quantitativa dos dois grupos de microrganismos mencionados, foi realizada em 3 diferentes profundidades do solo ao longo do perfil: 0 - 25 cm; 25 - 50 cm e 50 - 75 cm.

O método de avaliação quantitativa adoptado foi o método das placas, utilizando-se para a flora microbiana total, o meio de cultura PCA (Plate Count Agar, Merck) suplementado com 10% de extracto de terra e para os fungos, foi utilizado o meio e cultura Sabouraud Caf Agar, da Liofilchem, suplementado também com 10% de extracto de terra. As amostras de solo, às diferentes profundidades, foram colhidas assepticamente e as determinações foram realizadas na terra fina.

Os resultados expressos em UFC/g (unidades formadoras de colónias por grama de solo) revelaram uma tendência clara, para o aumento dos níveis populacionais dos microrganismos no solo não mobilizado, relativamente ao solo mobilizado. As tendências manifestaram-se com mais intensidade nas camadas profundas do solo (50 - 75 cm), tendo-se registado níveis populacionais de fungos, cerca de 50 vezes superiores no solo não mobilizado relativamente ao mobilizado. Nas populações de bactérias os níveis populacionais observados, à mesma profundidade, no solo não mobilizado excederam em cerca de 4,2 vezes as populações observadas no solo mobilizado.

Refira-se que estes resultados são apenas de um ano, sendo que este estudo irá ser continuado, durante os próximos anos, para depois se tirarem conclusões definitivas.

---

<sup>1</sup> Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viseu, CI&DETS (centro de estudos em educação tecnologias e saúde). apinto@esav.ipv.pt

# A utilização de compostados de acácia na formulação de substratos hortícolas

*Luís Miguel Brito<sup>1</sup>, Mário Reis<sup>2</sup>, Isabel Mourão<sup>1</sup> e João Coutinho<sup>3</sup>*

As crescentes limitações na exploração da turfa por razões ambientais fundamentam a procura de materiais orgânicos alternativos para a produção de substratos, incluindo os produtos resultantes da compostagem de biomassa vegetal. Neste estudo avaliam-se as características físicas e químicas de compostados de biomassa de plantas invasoras de acácia (*Acacia longifolia* e *Acacia melanoxylon*), e de compostados de acácia (*Acacia longifolia*) misturada com casca de pinheiro, com o objetivo de proceder à sua utilização na formulação de substratos hortícolas ou como corretivos orgânicos do solo.

A densidade aparente dos compostados de acácia foi sempre inferior ao limite máximo de  $0,4 \text{ g cm}^{-3}$  e o espaço poroso total sempre superior ao valor de 85% do volume total, valores vulgarmente recomendados para os substratos. O composto de acácia apresentava uma capacidade de ar adequada para incorporação em substratos. Os valores de água facilmente utilizável e de água de reserva encontravam-se, também, dentro dos preconizados como admissíveis para os substratos hortícolas. Com o aumento do período de compostagem as características físicas dos compostos melhoraram, mas o mesmo não aconteceu relativamente às características químicas, porque diminuiu o teor de matéria orgânica e aumentou a condutividade elétrica.

Os compostados de acácia com casca de pinheiro apresentaram uma capacidade de arejamento acima dos valores recomendados e uma menor capacidade de retenção de água em comparação com os compostados só de acácia, mas apresentaram melhores características químicas, designadamente porque diminuíram o valor de pH e a condutividade elétrica, e aumentaram o teor de MO e a capacidade de troca catiónica dos compostos.

Recomenda-se a utilização parcial dos compostados de acácia porque as suas características físicas são apropriadas para a formulação de substratos, em misturas com turfa para aumentar o teor de MO e a razão C/N e para diminuir o pH e a condutividade elétrica dos substratos finais.

---

<sup>1</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima. miguelbrito@esa.ipv.pt

<sup>2</sup> Faculdade de Ciências e Tecnologia de Gambelas, Universidade do Algarve, 8005-139 Faro.

<sup>3</sup> Centro de Química, DeBA, EC Vida e Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ap. 1013, 5001-911 Vila Real.

# Efeito de diferentes corretivos orgânicos sobre algumas características do solo de três vinhas de casta ‘Syrah’ podadas mecanicamente

*H. Ribeiro, M. Botelho<sup>1</sup>, A. Cruz<sup>2</sup>, F. G. Monteiro<sup>1</sup> e E. Vasconcelos<sup>1</sup>*

Em 2012 estabeleceram-se três ensaios, em três regiões vitivinícolas (Tejo, Lisboa e Península de Setúbal), com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de diferentes corretivos orgânicos (resíduo sólido urbano compostado, estrume de bovinos, lama de ETAR e biocarvão) nas características dos solos de vinhas de casta Syrah, sujeitas a poda mecânica (poda em sebe). Os corretivos foram aplicados em fevereiro de 2012, 2013 e 2014, em quantidades correspondentes a 5 000 kg ha<sup>-1</sup> de matéria orgânica por ano, e a amostragem final dos solos foi efetuada em janeiro de 2015.

A análise de variância dos dados obtidos indicou que, para os parâmetros avaliados, houve um efeito significativo dos fatores em estudo - “região vitivinícola” e “corretivo orgânico” - nas características do solo, enquanto a interação “região x corretivo” não foi significativa. No final dos 3 anos, o teor médio de matéria orgânica nos solos aumentou 44, 24 e 18%, com a aplicação de biocarvão, composto de RSU e estrume, respetivamente, enquanto a lama de ETAR não afetou esse teor. A lama de ETAR também não afetou o pH dos solos, mas os restantes correctivos originaram aumentos de pH, de 5,9 (valor médio na modalidade testemunha) para 6,4, 6,8 e 6,8 nas modalidades estrume, composto de RSU e biocarvão, respectivamente. A aplicação dos correctivos aumentou, ainda, a disponibilidade de nutrientes no solo, sendo de destacar o aumento do fósforo extraível (+140% na lama de ETAR), do potássio extraível (+56% no estrume) e do cálcio de troca (+16% no biocarvão). Relativamente à concentração de metais pesados (Cu, Zn, Ni, Cd, Pb, Cr e Hg), encontraram-se diferenças significativas entre os solos das diferentes regiões. No entanto, a aplicação dos corretivos não afetou essa concentração. Assim, em cada região, após 3 anos de aplicação dos corretivos orgânicos, a concentração de metais pesados no solo manteve-se estatisticamente igual ao da modalidade que não recebeu corretivo orgânico.

# Produção vegetal e gestão do azoto no solo numa rotação de culturas hortícolas no modo de produção biológico

Rui Pinto<sup>1</sup>, Luís Miguel Brito<sup>2</sup> e João Coutinho<sup>3</sup>

Os ensaios de campo no modo de produção biológico são necessários para investigar sobre a gestão do azoto (N) no solo, melhorar as recomendações de fertilização e aumentar a produção das culturas neste modo de produção. Com estes objectivos realizou-se uma rotação trianual com uma cultura de cobertura no período outono-invernal de ervilhaca (*Vicia sativa*, L.) e centeio (*Secale cereale*, L.) para adubação verde, nos três anos de rotação, seguida de batata (*Solanum tuberosum*, L.) e alface (*Lactuca sativa* L.) (2012), acelga (*Beta vulgaris* L.) e nabo (*B. napus*) (2013), e penca (*Brassica oleracea* var. trochuda) e cenoura (*Dacus carota* L.) (2014) com um delineamento de blocos casualizados, para determinar a produção e a mineralização de N através de uma incubação de campo, em resposta à incorporação do adubo verde (AV), AV com 20 e 40 t ha<sup>-1</sup> de compostado (C20 e C40) e AV com 1 e 2 t ha<sup>-1</sup> de adubo orgânico comercial (AO<sub>1</sub> e AO<sub>2</sub>) antes da cultura da batata, acelga e penca.

A produção de alface, nabo e cenoura aumentou no tratamento C40 em relação aos restantes tratamentos em virtude da rápida mineralização de N do adubo orgânico ocorrida na cultura anterior, beneficiando da mineralização de N mais lenta do compostado ocorrida ao longo da rotação. A produção da acelga aumentou com o tratamento AO<sub>2</sub> devido à rápida mineralização de N do adubo orgânico em relação ao compostado. Pelo contrário, a produção de batata foi semelhante nos tratamentos AO<sub>2</sub> e C40 devido à maior disponibilidade de N do compostado na cultura de ciclo-longo da batata (124 dias) em relação à cultura de ciclo-curto da acelga (54 dias). No 3º ano de rotação as produções idênticas da penca nos tratamentos AO<sub>2</sub> e C40, apesar de ser uma cultura de ciclo curto (56 dias), deve-se à aplicação continuada de composto que aumentou a disponibilidade de N. A aplicação de 40 t ha<sup>-1</sup> de compostado (223 kg N t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e 22 t ha<sup>-1</sup> de centeio e ervilhaca como adubo verde (74 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) revelou potencial para aumentar a produtividade numa rotação trianual de culturas hortícolas.

<sup>1</sup> Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ap1013, 5001-911 Vila Real. ruicasaldematos@gmail.com

<sup>2</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima.

<sup>3</sup> Centro de Química, DeBA, EC Vida e Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto-Douro, ap 1013, 5001-911 Vila Real.

# Técnicas de aplicação de chorume ao solo e eficiência do uso do N pelas culturas

*João Carneiro<sup>1</sup>, Diana Soares<sup>2</sup>, José Monteiro<sup>2</sup>, Sonia Surgy<sup>3</sup>, José Pereira<sup>4,5</sup>, João Coutinho<sup>6</sup>, Henrique Trindade<sup>5</sup> e David Fangueiro<sup>3</sup>*

Com o objetivo de se reduzirem efeitos indesejados da aplicação de chorume na superfície do solo (Sup), como a emissão de amoníaco, têm sido preconizadas práticas para distribuição do efluente, tais como a imediata incorporação (Trad), a injeção (Inj), ou a distribuição após tratamento, através da separação de sólidos com aplicação unicamente da fração líquida (Fl), ou da acidificação a pH<sub>5</sub> (Ac).

A eficácia destas práticas na redução de perdas de azoto (N) do sistema solo-planta pode ser verificada pela avaliação da eficiência de uso do N pelas culturas, através da eficiência agronómica (EA) e da recuperação aparente de N dos fertilizantes (RAA). Com este objetivo, desenvolveu-se na Escola Superior Agrária de Castelo Branco, um ensaio em campo, num Cambissolo dístico, utilizando-se a sucessão de culturas aveia x milho para produção de forragem. Os efluentes de suinicultura com e sem tratamento prévio e os fertilizantes minerais (Ad), foram aplicados nas quantidades de 80 e 170 kgNha<sup>-1</sup>, na aveia e milho, respetivamente. Foi ainda considerado um tratamento sem aplicação de fertilizante (Controlo).

A produção anual de forragem foi semelhante ( $p > 0,05$ ) nos tratamentos com aplicação de chorume, tendo variado entre 25,2 e 28,6 tha<sup>-1</sup> em Ac e Fl, respetivamente. Tal resultado terá contribuído para a inexistência de diferenças importantes ( $p > 0,05$ ) de EA e de RAA, originadas pela técnica de aplicação de chorume utilizada. Os valores anuais de EA oscilaram entre 35 e 48 kgMS kg<sup>-1</sup> N aplicado, e os de RAA entre 48 e 70%, em Ac e Fl, respetivamente.

As maiores diferenças entre os tratamentos com aplicação de efluente e Ad, relativamente aos parâmetros referidos, foram observadas na cultura de Outono-Inverno. Efetivamente, e comparativamente ao verificado em Ad, a injeção, a aplicação da fração líquida ou a acidificação do chorume, não resultaram em quebras de produção de forragem ou numa redução do aproveitamento pelas plantas do N veiculado pelo efluente, quando o mesmo foi aplicado à cultura de milho.

Perante o exposto, para além da conveniência da aplicação de chorume à sementeira da cultura de Primavera-Verão, constatou-se haver vantagem da injeção ou do tratamento do efluente, relativamente à aplicação tradicional (Trad).

<sup>1</sup> CERNAS, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Portugal, jpc@ipcbr.pt

<sup>2</sup> Instituto Politécnico de Castelo Branco - Escola Superior Agrária, Portugal

<sup>3</sup> LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal

<sup>4</sup> Instituto Politécnico de Viseu, Escola Superior Agrária, Portugal

<sup>5</sup> CITAB, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

<sup>6</sup> Centro de Química, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

# Nitrogen mineralization, nitrification and phosphorous availability in contrasting soils amended with acidified pig slurry

*David Fangueiro<sup>1</sup>, Sonia Surgy<sup>1</sup>, Irene Fraga<sup>2</sup>, Fernanda Cabral<sup>1</sup>, Ernesto Vasconcelos<sup>1</sup>, Fernando Monteiro<sup>1</sup> and João Coutinho<sup>3</sup>*

Pig slurry treatment by acidification minimizes efficiently ammonia emissions. Furthermore, recent studies reported that application to soil of acidified slurry might influence the organic nitrogen (N) mineralization and delay the nitrification process. Slurry acidification might also influence the phosphorus (P) availability in amended soil attending that some P fractions in acidified slurry are solubilized.

Here, five soils with contrasting characteristics were treated with: 1) raw slurry (RS); 2) acidified slurry (AS); 3) slurry treated with nitrification inhibitor (S+NI). A control (no fertilization) was also considered. An aerobic incubation was run during 92 day and the  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_3^-$  contents and pH values were monitored. The nitrification potential (NP) and Olsen P content were determined at day 8 and 92.

Our results show that the effect of slurry acidification on N mineralization and nitrification relies strongly on soil characteristics such as organic matter content, pH and buffer capacity. No significant effects on N mineralization were observed except in one soil where acidification seems to depressed N immobilization. In some of the soils considered, no effect of both acidification neither NI addition on nitrification was observed due to the strong immobilization and/or clay fixation of most of the available ammonium N immediately after soil application.

Slurry acidification induced a decrease and /or delay of nitrification in 3 of the studied soils. This effect was also clearly highlighted when considering the lower values of NP obtained in AS and S+NI relative to RS in most of the studied soils, even if the effect of acidification was less noteworthy than the addition of NI.

The values of Olsen P content in soils amended with AS on day 8 were always significantly higher or similar to values obtained in the same soil amended with RS. However, at day 92, the Olsen P contents in AS treatment were in many soils significantly different from values at day 8 and in some soils, lower than the values obtained in RS treatment. It suggests that the effect of slurry acidification is reversible and might vary attending the soil characteristics, namely those related to buffer capacity.

<sup>1</sup> LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa. [dfangueiro@isa.ulisboa.pt](mailto:dfangueiro@isa.ulisboa.pt).

<sup>2</sup>CTTAB, Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD, Quinta dos Prados, 5000-801 Vila Real.

<sup>3</sup>Ctr. Química, Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD, Quinta dos Prados, 5000-801 Vila Real.



# Disponibilidade em fósforo de fertilizantes orgânicos e adubos minerais

*Maria do Carmo Horta<sup>1,2</sup>*

Este trabalho teve como objetivo avaliar a partição das formas de fósforo de distinta disponibilidade em fertilizantes de origem orgânica e adubos minerais. Foram analisados fertilizantes compostados (4) e resíduos orgânicos de pecuária (2) por comparação com o superfosfato de cálcio (18%  $P_2O_5$ ) e com a struvite (28% de  $P_2O_5$ ). Utilizou-se um fracionamento sequencial do fósforo no qual a primeira extração é realizada com água (P- $H_2O$ ), a segunda com  $NaHCO_3$  0,5 M tamponizado a pH 8,5 (P- $NaHCO_3$ ), a terceira com NaOH 0,1 M (P- $NaOH$ ) e a última com HCl 1M (P-HCl). O P inorgânico (Pi) quantificado nas duas primeiras frações é considerado rapidamente disponível para a planta. O Pi- $NaOH$  encontra-se associado a óxidos de Fe ou Al ou a compostos orgânicos e o Pi-HCl associado ao cálcio em formas de menor solubilidade tais como apatite ( $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ ) ou fosfato octacálcico ( $Ca_8H_2(PO_4)_6 \cdot 5H_2O$ ). Nos fertilizantes orgânicos quantificou-se também o P orgânico (Po) nas três primeiras frações. Os resultados obtidos mostram que 80-94% do P total dos compostos está na forma inorgânica, enquanto nos resíduos orgânicos não compostados o Pi representa cerca de 93-99% do P total. Nos compostos as duas primeiras frações (Pi- $NaOH$  e Pi- $NaHCO_3$ ) representam cerca de 50% do Pi enquanto os resíduos apresentam uma maior variabilidade de 17-44%. A fração associada a fosfatos de cálcio (Pi-HCl) mostra também elevada variabilidade, desde 15-44% nos compostos e entre 53-82% nos resíduos. A partição das formas do Pi nos compostos e resíduos orgânicos mostra estar principalmente relacionada com a origem destes produtos. Nos adubos, o Pi presente nas duas primeiras frações varia entre 32% na struvite e 86% no superfosfato. A fração Pi- $NaOH$  apresenta 42% na struvite ou 0.3% no superfosfato enquanto a fração Pi-HCl representa 26% ou 13 % do P total do fracionamento na struvite e no superfosfato respetivamente. Os resultados indicam que os fertilizantes avaliados possuem maioritariamente o P em formas disponíveis para as culturas. No entanto os resultados sugerem que a facilidade na libertação do P biodisponível pode também estar relacionado com fatores edáficos e da própria cultura.

**Palavras chave:** Composto; Fósforo; Resíduo orgânico; Superfosfato de cálcio; Struvite.

<sup>1</sup> Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Quinta da Sra. de Mércules, 6001-909, Castelo Branco, Portugal.

<sup>2</sup> CERNAS, Centro de Investigação em Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade, Quinta da Sra. de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Portugal.

carmoh@ipcb.pt

# Estudo do Efeito da Utilização de Lamas Residuais Urbanas e Composto na Fertilidade do Solo e na Cultura de Azevém Anual

*Paula Alvarenga<sup>1,2</sup>, Márcia Farto<sup>1</sup>, Clarisse Mourinba<sup>1</sup>, José Dorés<sup>1</sup> e Manuel Patanita<sup>1</sup>*

Em Portugal, onde os solos têm um baixo teor de matéria orgânica, a utilização de lamas residuais urbanas e de composto, obtido a partir de diferentes tipos de resíduos, como correctivos de solo apresenta-se como uma boa alternativa ao seu encaminhamento para aterro, permitindo a reciclagem da matéria orgânica, N, P, K e outros nutrientes existentes nestes materiais. No entanto, esta prática apresenta um risco potencial, devido ao teor em metais pesados destes materiais, um problema que pode levar à acumulação desses contaminantes nos solos e à sua eventual transferência para as águas e para a cadeia alimentar humana. O objectivo deste estudo foi efectuar a avaliação dos benefícios e potenciais riscos associados ao uso de lamas residuais urbanas (LRU) e de dois tipos de composto, composto de resíduos sólidos urbanos (CRSU) e composto de resíduos agrícolas (CRA), num «Vertissolo» cultivado com azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.). Para esse efeito, foi instalado um ensaio de campo com níveis de aplicação de 6, 12 e 24 ton matéria seca/ha de LRU, tendo os níveis de aplicação dos compostos sido calculados por forma a veicular a mesma quantidade de matéria orgânica (MO) por unidade de área, sendo avaliado o efeito da aplicação destes correctivos orgânicos na fertilidade do solo, na produtividade e estado nutricional da cultura, bem como no teor em metais pesados totais no solo e na planta (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn). A aplicação do nível mais elevado de qualquer um dos correctivos orgânicos permitiu o aumento do teor em MO do solo em cerca de 0,5%, mas as LRU, por possuírem um teor mais elevado em N total, evidenciaram um efeito benéfico superior na cultura (biomassa, clorofila, área foliar) e em algumas propriedades do solo. O teor em metais pesados no solo e na planta não aumentou significativamente relativamente ao controlo sem aplicação de correctivos. Para além disso, os factores de transferência dos metais para a planta foram baixos, e as suas concentrações na planta foram inferiores ao nível máximo recomendado para consumo animal, evidenciando o risco reduzido de entrada desses metais na cadeia alimentar humana.

<sup>1</sup> Departamento de Tecnologias e Ciências Aplicadas e Departamento de Biociências, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Beja. paula.alvarenga@ipbeja.pt

<sup>2</sup> LEAF – Centro de Investigação em Agronomia, Alimentos, Ambiente e Paisagem, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

# How Brazilian Cerrado Tree Seedlings Grow After Amended With Anaerobic Fermented Sugar Cane Wastes

Leonardo S. Collier<sup>1</sup>, Átala R. Silva<sup>2</sup>, Juliano M. Barbosa<sup>2</sup>, Nara R. M. Arantes<sup>2</sup>, Marciana C. Silva<sup>2</sup>, Joachim W. Zang<sup>1</sup>, Warde A. F. Zang<sup>1</sup>, Nicolai D. Jablonowski<sup>3</sup>, Wilson M. Leandro<sup>4</sup>, Andrea Schüch<sup>5</sup> and Bettina Eichler-Löbermann<sup>5</sup>.

More effort about land degradation and the need for replacement of native vegetation areas is increasing in Brazil. There is pressure to avoid more deforestation and respect existing laws to maintain permanent preservation areas and legal reserves in Brazilian farms next to agricultural soils. The same agricultural areas produce organic wastes from sugar cane agroindustry that can be used to improve energetic efficiency when energy sources in Brazil have become critical. Anaerobic fermentation of sugar cane residues produces organic compost named digestate. It presents conditioner properties for the soil and can be applied to help initial development of tree species used to reforestation. The work presented used *Enterolobium contortisiliquum* (*Fabaceae*) seedlings in five-liter pots with soil from three different origins, two from Brazil and one commercial peat substrate. The soil was initially fertilized with triple superphosphate in dose to ensure early growth and 60 days later were applied superficially three successive doses of digestate totaling 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. After 65 days, the height of the plants under greenhouse conditions (19°C) showed advantage of the soil from a Brazilian Cerrado agroforestry, but no effect of the application of digestate. There was no effect of using digestate to dry mass of roots and shoots of the trees, even with numerically higher values for dry mass and smaller roots to when we used the digestate. The soil showed significant increase in the amounts of P and Ca assimilated by plants with digestate treatments. Despite other results published, digestate use and the presence of N<sub>2</sub>-fixing species did not cause acidification of soil. The leaf material analyzes show greater overall nutrient accumulation with use of digestate. The leaf material

---

<sup>1</sup>Post-doctoral in Institute of Bio and GeoSciences IBG-2, Forschungszentrum Jülich, D-52425, Jülich, Germany. santos.collier@fz-juelich.de

<sup>2</sup>Post doctoral in Rostock University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock,

<sup>3</sup>Researcher in Institute of Bio and GeoSciences IBG-2, Forschungszentrum Jülich, D-52425, Jülich, Germany,

<sup>4</sup>Brazilian Supervisor of the post-doctoral team, Federal University of Goiás, Agronomy Faculty 74690-000, Goiânia, Brasil,

<sup>5</sup>German supervisors of the post-doctoral team Rostock University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock.

analyses show greater overall macronutrient accumulation with use of digestate, with emphasis to N, P and Ca. The morphological evaluation by taking images of the main root at end of the experiment identified differences in the use of digestate for the Brazilian red Oxisol with no agroforestry. The short evaluation period suggested necessity to study residual effect of this organic waste. More studies with this kind of anaerobic wastes should be done in Brazilian real conditions.

# Dinâmica dos sedimentos produzidos ao nível de uma pequena bacia hidrográfica com uso agro-florestal

*António Canatário Duarte<sup>1</sup>, Luciano Mateos<sup>2</sup> e João L. M. Pedroso de Lima<sup>3</sup>*

A erosão hídrica do solo à escala da bacia hidrográfica está intimamente relacionada com o comportamento hidrológico daquela unidade territorial, apresentando actualmente uma importante questão ambiental à escala mundial e causando uma degradação do solo e do meio hídrico a jusante. A bacia hidrográfica deste estudo localiza-se no Aproveitamento Hidroagrícola da Campina da Idanha (Concelho de Idanha-a-Nova), cobrindo uma área de 189 ha. O clima é tipicamente mediterrânico; o terreno é moderadamente declivoso; a rede de linhas de água garante uma boa drenagem natural da área ( $12.2 \text{ m ha}^{-1}$ ); os tipos de solos predominantes incluem-se nas categorias Cambissolos e Luvisolos. A actividade agrícola desenvolve-se em duas épocas distintas: época de culturas de inverno e época de rega, havendo ainda uma área considerável com aproveitamento florestal (58,6 ha). Na secção de referência da bacia hidrográfica de estudo foi instalada uma estação hidrométrica e de qualidade da água, em que se registam continuamente o escoamento e vários parâmetros de qualidade da água (turbidez, nitratos e condutividade eléctrica). Neste estudo foi ainda usado o modelo hidrológico de simulação de poluição difusa AnnAGNPS, com os objectivos de testar a sua aplicabilidade às condições vigentes e de simular a distribuição dos sedimentos na área da bacia.

Foi possível concluir sobre o enorme efeito protetor da vegetação ao compararmos a concentração de sedimentos no escoamento em eventos erosivos diferentes, correspondentes a condições de revestimento da bacia bastante distintas. Com a utilização do modelo AnnAGNPS infere-se que para ocorrer erosão hídrica, pela natureza do processo, é necessário que haja escoamento superficial; no entanto, a forma como se manifestam outros fatores, concretamente a vegetação, o solo, a topografia do terreno e as práticas culturais dos agricultores, determinará amplitude da sua importância no processo. Em alguns eventos erosivos mais intensos, os correspondentes sedigramas evidenciam um desenvolvimento de histeresis positiva, o que indica que os sedimentos chegam rapidamente à secção de referência da bacia, sendo provenientes de zonas próximas daquela, ou da rede principal de drenagem natural.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Castelo Branco, Portugal. [acuarte@ipcb.pt](mailto:acuarte@ipcb.pt)

<sup>2</sup>Instituto de Agricultura Sostenible (IAS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Córdoba, España

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (DEC-FCTUC), Portugal

**Palavras-chave:** erosão hídrica do solo, dinâmica dos sedimentos, actividade agrícola e florestal, bacia hidrográfica, modelos de simulação.

# Is the content of organic matter enough to avoid the soil loss in the volcanic regions?

*Zulimar Hernández<sup>1</sup>, Tomás de Figueiredo<sup>2</sup>, Pilar Carral<sup>1</sup>, Ana M. Álvarez<sup>1</sup> e Gonzalo Almendros<sup>3</sup>*

Different theoretical milestone models have been formulated for explaining the role of organic matter (OM) in soil aggregation. Nowadays, the attention is centered on conceptual models which try to explain the influence of disturbance on soil aggregation and C levels at different scales. Volcanic ash soils have been the subject of interest due to their recognized potential for accumulating stabilized OM. However, a well-defined aggregate hierarchy has not been found in these soils, as a consequence of their high content of amorphous oxides. This research aims at evaluating the role of OM in the formation of soil micro- and macroaggregates in volcanic regions under different environment conditions. Volcanic ash soils from Azores (Portugal), Canary Islands (Spain) and Cape Verde (Africa) were chosen as study areas. A series of diagnostic properties were analyzed by standard techniques for soil taxonomy purposes. Macroaggregate stability was determined by wet sieving, and the composition of soil OM was determined by analytical pyrolysis. Preliminary results shown high content of soil OM and macroaggregate stability, so as typical peaks of lignin-, carbohydrate- and alkyl-derived pyrolytic compounds in the volcanic soils analysed. However, volcanic soils under xeric conditions showed a poor structural stability, being easily crushed, lacking of fine-root biomass, and high erosion susceptibility, with high soil loss (values up to 105 kg ha<sup>-1</sup> year). In these soils, the relative abundance of lignin-derived compounds are lower than those reported in other soils, which is possibly associated to low biomass input. The above results demonstrate that, although the importance of aliphatic organic constituents in improving soil structure (e.g., agglomeration through microbial carbohydrate or roots polyuronids, or aggregate protection by hydrophobic coatings of lipid compounds) has probably been overemphasized in classical studies, it seem clear that accumulation of lignin in volcanic ash soils over certain threshold amounts is necessary to improve its structural stability and reduce soil loss. In fact, in Andosols, where strong organo-mineral interactions play an important role in the C stabilization at micro-scale, but not necessarily at a large scale, it is expected a decline in soil C levels paralleling the intensity of erosion processes.

<sup>1</sup> Department of Geology and Geochemistry, Autonomous University of Madrid, Cantoblanco, 28049, Madrid, Spain. zulimar.hernandez@uam.es.

<sup>2</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança (ESA/IPB), Campus de Santa Apolónia, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal.

<sup>3</sup> Spanish Council of Scientific Research. C/ Serrano 115B, 28006 Madrid, Spain.







# Posters



**1 - 01**

# O contributo da análise espacial multicritério para a utilização sustentável do solo

*Quinta-Nova, L.<sup>1</sup> e Roque, N.<sup>1</sup>*

É consensual que a escolha dos usos mais adequados às aptidões edafoclimáticas, complementada com critérios socioeconómicos, promove uma utilização sustentável dos espaços rurais. Existem, no entanto, diferentes metodologias utilizadas para a definição da capacidade e potencialidade do solo para a implementação de usos agroflorestais ou para a manutenção de ecossistemas naturais e seminaturais, nomeadamente culturas agrícolas, povoamentos florestais, territórios agro-silvo-pastoris e áreas prioritárias para a conservação da natureza. Muitas dessas metodologias recorrem a sistemas de apoio à decisão, baseados na análise espacial multicritério. Neste estudo pretendeu-se determinar os diferentes níveis de aptidão para a utilização de culturas agrícolas, povoamentos florestais e sistemas agrosilvopastoris no território da Beira Baixa. Para o efeito recorreu-se a um conjunto de variáveis climáticas, edáficas e topográficas, tendo como base um modelo digital do terreno, cartografia de solos e cartografia fitossociológica e biogeográfica. A avaliação da aptidão foi efetuada com recurso ao método de análise espacial multicritério Analytic Hierarchy Process (AHP) em ambiente SIG.

**Palavras-chave:** Análise multicritério, aptidão do solo, floresta, agricultura, sustentabilidade, SIG.

---

<sup>1</sup> Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Quinta da Senhora de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Inova@ipcb.pt.

## **2 - 01** Avaliação da erosão hídrica potencial dos solos à escala da unidade de intervenção florestal com a utilização de um Sistema de Informação Geográfica

*Luís M. Ferreira<sup>1</sup>, Nuno S. Neves e Gonçalves Ferreira*

Este estudo tem como objetivo o desenvolvimento de metodologias para produção de cartografia de avaliação da erosão do solo adequada à uma utilização operacional no contexto da gestão florestal, através de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Foram testados dois modelos na determinação da erosão hídrica potencial, escolhidos pela sua aplicabilidade teórica: uma adaptação da Equação Universal de Perda de Solo (USLE) (Wischmeier & Smith, 1965; 1978) e o índice de Erosão Hídrica Estrutural (EHE) (Ferreira et al., 2010; Neves et al., 2011).

Estes modelos foram aplicados a uma área florestal, parte de uma propriedade próxima da vila de Azambuja, no distrito de Lisboa. Para uma validação qualitativa dos resultados de modelação, foi realizado um levantamento cartográfico da erosão observada nesta área.

Numa perspetiva operacional, ambos os modelos demonstraram uma eficácia razoável na descrição da realidade observada na área estudada. O modelo adaptado da USLE alcançou melhores resultados gerais, enquanto os níveis de confiança na cartografia do índice EHE aumentaram com o grau de erosão, possibilitando melhores resultados nas classes de maior suscetibilidade de erosão.

**Palavras-chave:** Erosão hídrica potencial, gestão florestal, USLE, EHE, SIG

---

<sup>1</sup> Altri Florestal, S.A.  
lferreira@altri.pt

**2 - 02**

## Estudo com tomografia de resistividade elétrica do efeito de tráfego de máquinas e mobilização em solo cultivado

*Aitor García-Tomillo<sup>1</sup>, Tomás de Figueiredo<sup>2</sup>, Jorge Dafonte Dafonte<sup>3</sup>,  
Antonio Paz-González<sup>1</sup> e Arlindo Almeida<sup>2</sup>*

A degradação da estrutura do solo causada por práticas convencionais de preparação do terreno é um grave problema que ocorre na generalidade dos solos cultivados e para todos os níveis de produção, estando na origem de perdas de produtividade das culturas, com redução no rendimento dos agricultores. O problema é tão mais grave quanto é difícil de localizar e reverter, porque a deterioração da estrutura do solo é um fenómeno sub-superficial. A tomografia de resistividade elétrica (TRE) é reconhecido como um método não invasivo de estudo da variabilidade espacial e temporal do solo amplamente utilizado para identificar áreas compactadas, espessura de horizontes e classificação de propriedades hidrológicas. A resistividade eléctrica varia com várias características do solo, tais como o teor de humidade, a porosidade, entre outras. Este trabalho estuda as alterações na resistividade eléctrica por efeito de mobilização e tráfego de máquinas no terreno, e a sua relação com propriedades físicas do solo. Os dados de resistividade eléctrica foram obtidos num transecto de 4 m num terreno em pousio, no campus do Instituto Politécnico de Bragança. A primeira medição foi feita antes da escarificação (20 cm de profundidade), após a qual passou um trator (sem alfaias) sobre o terreno. Foi realizada imediatamente outra medição de resistividade eléctrica no mesmo transecto anterior para observar o efeito da mobilização e da passagem do trator na resistividade eléctrica. Foram colidas amostras não perturbadas de solo (cilindros de 100 cm<sup>3</sup>) a 0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade, para avaliação de densidade aparente, porosidade total e de drenagem e permeabilidade do solo, antes e depois das intervenções no terreno, neste caso dentro e fora da zona do rodado do trator. Observou-se que o efeito da mobilização e da passagem do trator foi mais marcado na camada 0-5 cm do solo. Nesta e nas áreas correspondentes ao rodado do trator, a resistividade eléctrica sofreu uma redução de aproximadamente 40%, a permeabilidade diminuiu em 70% e a densidade aparente aumentou em 24%. A TRE revelou-se prometedora para avaliação do efeito das mobilizações e do tráfego de máquinas em propriedades físicas do solo em áreas cultivadas.

<sup>1</sup>Área de Edafología y Química Agrícola, Universidad de A Coruña – Campus Zapateira – CP-15008 A Coruña, España. aitor.garcia.tomillo@udc.es

<sup>2</sup>Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança (ESA/IPB), Campus de Santa Apolonia, 5301-855 Bragança, Portugal. tomasfig@ipb.pt

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Agroforestal, Universidad de Santiago de Compostela – Calle Benigno Ledo s/n. CP-27002, Lugo, España

**3 - 01**

# Avaliação temporal do arsénio da solução do solo em incubação anaeróbia

*Jorge Delgado Nunes<sup>1</sup>, Carlos. Alexandre<sup>1</sup> e José Rafael Marques da Silva<sup>2</sup>*

O Arsénio é um metalóide com potencial cancerígeno omnipresente ambientalmente. A planta de arroz é uma eficiente acumuladora de As, com um papel importante na transferência do As para a cadeia alimentar.

Para responder às novas exigências da segurança alimentar, é essencial compreender a mobilidade e a fitodisponibilidade do As em solos sujeitos a condições de encharcamento.

Para avaliar a disponibilidade de As na solução de solo em condições de encharcamento realizaram-se incubações anaeróbias com solos colhidos em 2 canteiros de arroz: um na lezíria junto ao rio Tejo (solo A) e o outro na região de Benavente (Solo B). Triplicados de 750 g de solo crivado ( $\leq 2$  mm) e limpo de resíduos, foram colocados em frascos de vidro e saturados com água bi-distilada, de forma a manter uma altura constante de 2 cm de água acima da superfície do solo. O ensaio foi mantido à temperatura do laboratório de  $20 \pm 5$  °C. Um sistema de colheita de solução do solo foi inserido em cada um dos frascos para recolha da respectiva solução aos 0, 3, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 91 e 119 dias após a inundação. O teor de As e o valor do pH foi determinado em cada uma das réplicas. As medições de pH e de Eh dos solos inundados foram realizadas em frascos duplicados com 500 g de solo nos mesmos dias das colheitas da solução. O As foi determinado por absorção atómica com câmara de grafite.

O valor de Eh dos solos variou entre +155.56 mv no dia “0” e -259.22 mv no final da incubação. O pH do solo saturado variou entre 7.91 e 7.16 no solo A e à volta de 6.50 no solo B. Os valores obtidos correspondem ao esperado em situações de encharcamento. O pH da solução do solo apresentou um padrão em linha com o pH do solo saturado, com valores a rondar os 7.50 no solo A e entre 6.23 e 6.91 no solo B, sendo estes significativamente menores ao longo da incubação. O teor de As na solução do solo foi sempre aumentando ao longo do período de incubação, passando de  $2.24 \mu\text{g L}^{-1}$  no início do ensaio para  $171.42 \mu\text{g L}^{-1}$  no final. Esta tendência evidencia um aumento do potencial de absorção de As pelas plantas de arroz com o aumento do tempo de encharcamento.

Estudo financiado pelo projecto PRODER N° 12416 “Production of low arsenic content rice using precision agriculture techniques”

<sup>1</sup>ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Departamento de Geociências, Universidade de Évora, Ap. 94, 7002-554 Évora, Portugal. jdnunes@uevora.pt

<sup>2</sup>ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Departamento de Engenharia Rural, Universidade de Évora, Ap. 94, 7002-554 Évora, Portugal.

## **4 - 01** Maior sustentabilidade da produção de milho compensando a redução de fertilização com aplicação de microorganismos benéficos ao solo

*Patricia Correia<sup>1</sup>, Carvalho, L<sup>1</sup>, Pacheco, I<sup>1</sup>, Delgado, M<sup>1</sup>, Mesquita, L<sup>2</sup>, Dorés, J<sup>3</sup>, Patanita, J<sup>3</sup>, Castro Pinto, J<sup>4</sup>, Khalid, A<sup>5</sup>, Varennes, A<sup>2</sup>, Carolino, M e Cruz, C<sup>1</sup>*

Sendo o solo um recurso limitado, actualmente têm sido sugeridas diversas medidas para a sua protecção

(FAO, UE). Uma das medidas mencionadas é a implementação de práticas agrícolas sustentáveis, nomeadamente a redução da aplicação de fertilização, mantendo a produtividade e garantindo a qualidade alimentar.

Neste trabalho propomos a adição de um consórcio microbiano (fungos micorrízicos e bactérias benéficas) conjuntamente com a redução em 33% de fertilização (recomendação UE), como uma prática agrícola sustentável e inovadora para aumentar a eficiência do uso dos nutrientes e a qualidade alimentar, mantendo a produtividade.

Esta proposta foi testada num sistema agrícola intensivo em produção de milho. Foi estabelecido um ensaio de campo com 4 blocos, cada bloco com 5 tratamentos (controlo, 100% fertilização, 67% adubação; inóculo micorrízico, inóculo bacteriano e o consórcio microbiano). Foram avaliados diferentes parâmetros, que nos permitiu concluir que a adição do consórcio microbiano conjuntamente com a redução de 33% de fertilização é uma alternativa agrícola sustentável, porque permitiu: i) o aumento da biomassa da planta de milho; ii) o aumento da eficiência do uso dos nutrientes pela planta; iii) o aumento da qualidade nutricional do grão; e iv) melhorar a qualidade biológica do solo, aumentando a população de bactérias dos grupos funcionais benéficos ao ciclo dos nutrientes.

<sup>1</sup> Centre for Environmental changes Faculty of Sciences, University of Lisbon. Campo Grande, Bloco C2, 1749-016 Lisbon, Portugal;

<sup>2</sup> Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa (Centro de Engenharia de Biosistemas), Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal;

<sup>3</sup> Centro de Experimentação Agrícola, Escola Superior Agrária de Beja, Instituto Politécnico de Beja, Rua Pedro Soares, Apartado 158-7800-501 Beja, Portugal;

<sup>4</sup>ADP Fertilizantes, Portugal; 5AMC & Trichodex, Sevilha , Spain. pat\_correia@yahoo.com

## 4 - 02 A comunidade bacteriana do solo como indicador da resposta integrada do ecossistema à alteração da disponibilidade de azoto

Teresa Dias<sup>1,2</sup>, Catarina Gouveia<sup>1,2</sup>, Florian Ulm<sup>1,2</sup>, Sandra Chaves<sup>3</sup>, Rogério Tenreiro<sup>3</sup>,  
Laura Martínez e Cristina Cruz<sup>1,2</sup>

Para entender os efeitos do aumento da disponibilidade de N em um ecossistema limitado em N e altamente bio-diverso, criou-se (2007) um dispositivo experimental único na Europa focado na resposta integrada do ecossistema ao aumento da disponibilidade de N (Dias et al. 2012). Na tentativa de entender as mudanças causadas pelo N na estrutura e função do solo, este trabalho foca-se nas comunidades bacterianas do solo.

Na área de estudo (Serra da Arrábida; Portugal) o solo tem 15-20 cm de profundidade e textura limo-arenosa. A vegetação é composta por mato denso, estabelecido através de uma sucessão secundária após fogo (2003). Os 3 talhões controlo não receberam adição de N, os restantes 3 talhões de cada tratamento receberam: 40 kg  $\text{NH}_4^+$  como uma mistura 1:1 de  $\text{NH}_4\text{Cl-N}$  e  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-N}$ ; 40 kg  $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-N}$ ; e 80 kg  $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-N}$  por ha por ano. A fertilização começou em janeiro de 2007. A análise bacteriana baseou-se em pyrosequencing da sequência do gene 16S rRNA. Em cada parcela, as amostras de solo foram recolhidas sob a copa de *Cistus ladanifer* e *Genista triacanthos*. Two-way ANOVA foi aplicado para determinar interações significativas entre espécies e tratamento de plantas.

Foi possível relacionar as principais diferenças na estrutura da comunidade bacteriana com os principais factores limitantes para a produtividade: 1) Acidobacteria - conhecidas pela sua capacidade de imobilizar polifosfatos - diminuiu com o aumento da disponibilidade de azoto, que pode estar associada com um aumento da limitação P; 2) Actinobacteria - conhecidas como reguladoras da atividade microbiana, 3) Gemmatimonadetes - conhecidas como tolerantes à desidratação tende a representar um percentual maior de bactérias do solo em resposta à adição de N e 4) o conjunto das comunidades bacterianas foi mais determinado no controlo e mais estocástico nos talhões que receberam N adicionada.

### Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) através do projecto PTDC / BIA-ECS / 122214/2010 e Pós concessão doc SFRH



/ BPD / 85419/2012 de Teresa Dias. Somos gratos ao Parque Natural da Arrábida para tornar o site experimental disponível para a realização da experiência.

---

<sup>1</sup> Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Centro de Biologia Ambiental (CBA). Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal;

<sup>2</sup> Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Centre for Ecology, Evolution and Environmental Change (CEECE). Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal;

<sup>3</sup> Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Center for Biodiversity, Functional & Integrative Genomics (BioFIG). Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal.

**5 - 01**

## Biomassa e acumulação de carbono e nutrientes em povoamentos jovens de *Cupressus lusitanica* e *Robinia pseudoacacia* em ambiente mediterrânico

Afonso Martins<sup>1</sup>, Fernando Raimundo<sup>1</sup> e Manuel Madeira<sup>2</sup>

Avaliou-se os efeitos da florestação com as espécies *Robinia pseudoacacia* L. (RP) (13 anos) e *Cupressus lusitanica* Miller (CL) (14 anos), considerando a área envolvente de referência (AR), e a respetiva adaptação ao ambiente Mediterrâneo (Terra Quente Transmontana). Em cada um dos povoamentos (RP e CL) delimitaram-se quatro parcelas com 25 árvores. Para quantificação da biomassa da vegetação espontânea e raízes em AR e da vegetação subarborescente (e da folhada) nos povoamentos utilizaram-se parcelas com 25 m<sup>2</sup>. A biomassa aérea (e dos cepos e raízes) das árvores foi obtida a partir do abate de 24 árvores de CL e de 30 árvores de RP. Os solos foram amostrados nas profundidades de 0-5 e 5-20 e 20-40 cm e determinou-se o C orgânico, o N, o P e o K extraíveis, as bases e a acidez de troca. As quantificações respeitantes ao solo abrangeram a profundidade até 30 cm.

A biomassa total foi de 111858, 41506 e 25471 kg ha<sup>-1</sup>, respetivamente em CL, RP e AR; a proporção de biomassa subterrânea (cepos mais raízes) em relação à total foi de 23,1 e 22,1 % em CL e RP, respetivamente. A quantidade de C orgânico total foi de 64160, 24165 e 22100 kg ha<sup>-1</sup> nos sistemas CL, RP e AR; a quantidade no solo foi respetivamente de 9900, 5655 e 10521 kg ha<sup>-1</sup>. A quantidade total de N nos sistemas atingiu 825,4, 981,5 e 880,3 kg ha<sup>-1</sup>; no solo foi de 556,0, 555,3 e 696,5 kg ha<sup>-1</sup> para CL, RP e AR. O total de Ca de troca era de 1062,2, 905,1 e 265,5 kg ha<sup>-1</sup> nos sistemas CL, RP e AR; no solo era apenas de 135,5, 580,5 e 159,6 kg ha<sup>-1</sup>. A elevada produção de biomassa da espécie CL permitiu a recuperação da quantidade de C orgânico anterior à plantação e o aumento da quantidade de nutrientes no solo, mostrando simultaneamente adaptação ao meio Mediterrâneo; a espécie RP, embora tenha mostrado um efeito melhorador no solo pelo acréscimo de Ca, Mg e N, apresentou cerca de metade do C orgânico existente na AR e não se mostrou adaptada ao ambiente Mediterrâneo.

<sup>1</sup> Departamento de Biologia e Ambiente, UTAD, Vila Real, Portugal,

<sup>2</sup> Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal  
amartins@utad.pt

**5 - 02**

# Fertilizantes orgânicos: efeitos na fertilidade do solo e na produção de azevém

*Maria do Carmo Horta<sup>1,2</sup>, Paulo Ribeiro<sup>1</sup>, Marta Batista<sup>1</sup>, João Paulo Carneiro<sup>1,2</sup>,  
António Canatário Duarte<sup>1</sup> e Marta Roboredo<sup>3</sup>*

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito fertilizante de resíduos orgânicos de pecuária na cultura do azevém (*Lolium* sp.), num ensaio de campo. Efetuaram-se as seguintes modalidades: estrume de vaca (M); fração sólida, obtida após separação mecânica do efluente proveniente de suinicultura (S) e de avicultura-patos (D); adubo mineral, superfosfato de cálcio (F) e Controlo (C). Realizou-se a incorporação dos resíduos orgânicos e adubo mineral, numa quantidade correspondente à aplicação de 50 kg P ha<sup>-1</sup>. Aplicou-se em todas as modalidades 20 kg N ha<sup>-1</sup> à sementeira e 20 kg N ha<sup>-1</sup> em finais de fevereiro, incluindo na modalidade Controlo. O ensaio decorreu durante dois anos 2012-2013 e 2013-2014. Observou-se que o estrume compostado originou um aumento significativo na produção de matéria seca do azevém relativamente aos outros fertilizantes. O P no solo apresentava-se como elemento limitante conduzindo a fertilização fosfatada efetuada a uma produção cerca de três vezes superior à da modalidade testemunha, independentemente do tipo de fertilizante utilizado. A adubação mineral azotada conduziu a uma nutrição adequada não sendo possível evidenciar a resposta do azevém ao azoto veiculado nos fertilizantes orgânicos, observando-se um teor em N nas plantas similar em todas as modalidades. O estrume compostado mostrou proporcionar condições mais favoráveis à nutrição da cultura nomeadamente em K e numa razão Ca/Mg mais equilibrada, não só no solo como nas plantas. A aplicação de fertilizantes orgânicos não conduziu a variações significativas no teor em micronutrientes e metais pesados no solo e na composição do azevém. Em conclusão, os fertilizantes orgânicos demonstraram disponibilizar quantidades adequadas de vários nutrientes, em particular de P, K, Ca e Mg. O estrume compostado originou um melhor equilíbrio em nutrientes quer no solo quer na planta e uma maior produção. Estes efeitos intensificaram-se ao longo do tempo com a continuação da incorporação do estrume.

<sup>1</sup> Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Quinta da Sra. de Mércules, 6001-909, Castelo Branco, Portugal.

<sup>2</sup> CERNAS, Centro de Investigação em Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade, Quinta da Sra. de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Portugal.

<sup>3</sup> Centro de Química Vila Real, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta dos Prados, 5001-801 Vila Real, Portugal  
carmoh@ipcb.pt

## **5 - 03** Effect of slurry application and its acidification or injection on soil biochemistry indicators in an ongoing field trial

*I. Fraga<sup>1</sup>, J. Continho<sup>2</sup>, J. P. Carneiro<sup>3</sup>, D. Soares<sup>3</sup>, R. M. Bezerra<sup>1</sup> and D. Figueiro<sup>4</sup>*

Injection of slurry and band application of acidified slurry are considered alternative efficient solutions to minimize ammonia emissions during and after slurry application to soil. The aim of the present work was to assess the effect of those alternatives relative to traditional slurry broadcast and mineral N application on soil quality indicators, assuming that soil management may impact on the microbial processes over a shorter time scale.

A field experiment, still ongoing, was established at Castelo Branco in 2012 in a sandy-loam dystric Cambisol (pH H<sub>2</sub>O - 5.9 and OM - 15.3 g kg<sup>-1</sup>). The results take into account the first two years of experimentation, with application to oat (autumn/winter) and maize (spring/summer). Pig slurry acidification is performed by addition of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> to reach a pH of 5.5. Application rates were equivalent to 80 and 170 kg N ha<sup>-1</sup> for oat and maize, respectively. In this presentation, only five treatments are considered: non amended soil, mineral N, untreated slurry injection, surface untreated slurry application, and surface acidified slurry. Soil samples were collected at the end of each crop (0-20 cm layer) and kept at 4°C until analysis.  $\beta$ -glucosidase, acid and alkaline phosphomonoesterases, urease and arginine-deaminase activities and nitrification potential were determined.

Despite interactions between treatments and dates were significant, only the overall effect of the treatments in all the dates is presented here. All the considered biochemistry parameters showed significantly lower values in control than in soil receiving mineral N (except for arginine-deaminase -endoenzyme), or receiving pig slurry, including acidified slurry. Acidification affects significantly the nitrification potential and enzyme activities, except for arginine-deaminase. However, injection of the non-treated slurry depressed significantly both phosphomonoesterases, arginine-deaminase, and nitrification potential when compared with acidification. Relative to mineral N fertilization, the acidified slurry presented values significantly higher, excepting for  $\beta$ -glucosidase.

After two years of experimentation, the available results suggest that band application of acidified slurry affect some of the indicators of soil quality when

<sup>1</sup>CITAB, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal. ifraga@utad.pt;

<sup>2</sup>CQVR, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

<sup>3</sup>CERNAS, Escola Superior Agrária de Castelo Branco, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal

<sup>4</sup>LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal

---

compared to raw slurry. Nevertheless, the second alternative solution for minimizing ammonia emission, injection, presented a more negative impact on the parameters under study.

**5 - 04**

# Deficiência de Fe efetiva e induzida pelo calcário no desenvolvimento do morangueiro

*Teresa Saavedra<sup>1</sup>, Alba Moreno<sup>1</sup>, Florinda Gama<sup>1</sup>, Pedro José Correia<sup>1</sup> e Maribela Pestana<sup>1</sup>*

O ião bicarbonato existente na solução do solo é um dos principais factores indutores da clorose férrica em solos calcários dominantes na região do Mediterrâneo. A deficiência de ferro (Fe) induz uma redução na síntese de fotoassimiláveis afetando negativamente a qualidade do fruto e a produtividade. Com o objectivo de estudar o efeito dos solos calcários no desenvolvimento e produção na cultura do morangueiro efectuou-se um ensaio em solução nutritiva de Hoagland à qual se acrescentou carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) de modo a simular este tipo de solos.

Colocaram-se plantas de morangueiro (*Fragaria* × ananassa Duch.) da cultivar ‘Diamante’ de raiz nua a crescer em solução nutritiva, tendo-se estabelecido três modalidades: Fe0 (0  $\mu\text{M}$  de Fe); Fe5 (5  $\mu\text{M}$  de Fe adicionado na forma de Fe-EDDHA; plantas controlo) e Fe5Ca (5  $\mu\text{M}$  de Fe + 10mM  $\text{CaCO}_3$  + 10mM de  $\text{NaHCO}_3$ ). No início do ensaio, o pH foi ajustado para 6.0 nas modalidades Fe0 e Fe5 enquanto na modalidade com calcário este parâmetro não foi ajustado, verificando-se que após 24 horas o valor de pH estabilizou a 8.4. O controlo das soluções nutritivas foi efectuado através do pH e da condutividade eléctrica.

O ensaio decorreu durante 8 semanas numa estufa de vidro, tendo sido colocadas 6 plantas por caixa de 20 litros de solução nutritiva, num total de pelo menos 6 plantas por modalidade. A clorofila total foi estimada semanalmente através de leituras com o aparelho de SPAD-502. Os sintomas surgiram 22 e 42 dias após o início do ensaio, respetivamente nas plantas que cresceram sem Fe (Fe0) e com Fe e calcário (Fe5Ca). Ao longo do ensaio foram contabilizados o número de folhas, flores, frutos e estolhos. A atividade da quelato de Fe(III)-redutase (QF-R), enzima responsável pela redução do ferro (III) foi determinado nos ápices radiculares em duas datas (nos primeiros sintomas e no final do ensaio). Os frutos foram colhidos no último dia de ensaio, tendo sido determinados os seguintes parâmetros indicadores do valor qualitativo dos morangos: pH, TSS (Total de Sólidos Solúveis, expresso em ° Brix), acidez titulável, firmeza e cor do fruto. Nesta fase foi avaliada a biomassa nos diferentes órgãos da planta, nomeadamente: raiz, coroa, folhas velhas, folhas novas, flores, frutos e estolhos.

Salienta-se o efeito do ião bicarbonato na taxa de crescimento e na partição da biomassa, resultando em menos frutos. As plantas com clorose férrica devido à ausência do elemento apresentaram um decréscimo mais acentuado no teor de

<sup>1</sup> MeditBio, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro. Portugal. fmgama@ualg.pt

clorofila total mas não foram tão afetadas em termos de crescimento. Comparativamente com as plantas do controlo (Fe5), foi possível observar um maior número de frutos pelas plantas cloróticas durante o ensaio. Os resultados serão discutidos de forma a comparar a clorose férrica real, por ausência de Fe, e a clorose férrica induzida pelo ião bicarbonato, característica dos solos calcários.

Agradecimentos: Este trabalho foi financiado pelo projecto PTDC/AGR-PRO/3861/2012 da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT). FG agradece a bolsa SFRH/BD/89521/2012 da FCT.

## 5 - 05 Effect of slurry acidification on phosphorus distribution along the soil profile

*J. R. Sousa<sup>1</sup>, P. Tomé<sup>1</sup>, P. Joel<sup>1</sup>, J. P. Carneiro<sup>2</sup>, D. Fangueiro<sup>3</sup> and J. Coutinho<sup>1</sup>*

Slurry acidification and/or its mechanical separation for direct use of the liquid fraction (LF) are techniques used to minimize NH<sub>3</sub> emission during and after application to soil. However, these treatments can modify the content or solubility of some nutrients, particularly phosphorus (P) compounds.

Consequently, we hypothesized here that the P availability to crops and its mobility in soil profile, following application of treated slurry, might differ from application of untreated slurry, with agricultural and environmental consequences.

To test out hypothesis, an in-situ incubation was performed using open reactors with no plants, during a 24 months period. For this, we used a distric cambisol (pH H<sub>2</sub>O – 5.9, organic matter – 15.3 g kg<sup>-1</sup> and clay content – 86.0 g kg<sup>-1</sup> in fine earth fraction), dried and sieved (<4 mm diameter) before packing. Three surface applications was performed in equivalent quantities of 40 kg P ha<sup>-1</sup> by no treated slurry (pH 8.2) (T1) and acidified slurry (pH 5.5) (T2), and 36 kg P ha<sup>-1</sup> by slurry liquid fraction (LF) (pH 8.2) (T3) and acidified LF (pH 5.5) (T4). A control treatment (T0), with no fertilizer addition, was also tested. After 24 incubation months, the soil was collected and sliced in layers of 0-2, 2-5 and 5-15 cm depth. The vertical P distribution was evaluated based on extracting solutions, namely 0.01M CaCl<sub>2</sub>, Olsen and Egner-Riehm.

Except for T0, where the values of the first two layers are similar, the results exhibit a significant increase of P availability with depth, sharper for both acidified materials. In all layers, the P values show a significant increase between T0 and the others treatments and between no treated slurry (T1) and both LF treatments. Regarding slurry acidification, the effect was more evident for LF at the 5-15 cm layer.

Comparing the methods used in this study, the results obtained by CaCl<sub>2</sub> (0.01M) and Olsen show to be more effective to discriminate treatments effects than Egner-Riehm method.

<sup>1</sup>Centro de Química, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal. jricardo@utad.pt

<sup>2</sup>CERNAS, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Portugal.

<sup>3</sup>UIQA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal



**5 - 06**

## Efeito da acidificação de efluente de suinicultura na recuperação do fósforo do solo através de vários métodos

*Marta Roboredo<sup>1</sup>, Dora Ramos<sup>1</sup>, João Coutinho<sup>1</sup> e David Figueiro<sup>2</sup>*

O recurso aos efluentes pecuários como fertilizantes, substituindo o consumo de adubos inorgânicos, constitui uma prática com relevo no sentido de evitar a ineficiência do ciclo global do fósforo. Várias técnicas permitem melhorar a qualidade e o valor dos efluentes pecuários tornando-os mais eficazes enquanto substitutos dos adubos minerais. Uma destas técnicas consiste na acidificação dos efluentes pecuários para diminuição das emissões de amoníaco. Contudo, esta prática pode alterar as formas de fósforo presentes através da solubilização de alguns fosfatos de cálcio e magnésio moderadamente solúveis. Com o objetivo de compreender o efeito da acidificação de efluente de suinicultura na quantidade de P do solo recuperada por diferentes métodos, incubaram-se amostras de um solo com 65 mg P kg<sup>-1</sup> na forma de: (i) chorume de suinicultura acidificado (pH 5,5); (ii) chorume de suinicultura não acidificado (pH 7,9); (iii) KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Foi igualmente incubado solo sem qualquer adição de P (0 mg P kg<sup>-1</sup>). Ao longo de período de incubação foram efetuadas seis amostragens (7, 14, 28, 56, 84 e 112 dias) para avaliação dos seguintes parâmetros: (i) recuperação de P pelos métodos de Olsen, CaCl<sub>2</sub> 0.01M, membranas de troca aniónica e tiras de papel impregnadas em óxido de Fe, (ii) determinação do pH(H<sub>2</sub>O) do solo; (iii) quantificação do P na biomassa microbiana pelo método das membranas de troca aniónica.

<sup>1</sup>Centro de Química Vila Real, UTAD, 5001-801 Vila Real, Portugal. roboredo@utad.pt

<sup>2</sup>UIQA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal

**5 - 07**

# Efeitos do calcário e de um compostado na absorção de nutrientes e na produção de acelga biológica

*Luís Miguel Brito<sup>1</sup>, Rui Pinto<sup>2</sup>, Isabel Mourão<sup>1</sup> e João Coutinho<sup>3</sup>*

A acelga (*Beta vulgaris* subsp. marítima, var. cicla L.) é uma cultura hortícola de folha, com grande valor nutritivo, e com recente importância no NW de Portugal onde é produzida durante todo o ano. No entanto, para aumentar a produção de acelga no modo de produção biológico (MPB) os produtores precisam de ter informação que os auxilie a decidir sobre a sua fertilização. Assim, com o objetivo de avaliar o crescimento e a acumulação de nutrientes pela acelga (*Beta vulgaris*), realizou-se uma experiência de campo em blocos casualizados com estrutura fatorial de tratamentos, incluindo 3 níveis de um compostado de estrume de equinos (0, 20 e 40 t ha<sup>-1</sup>), aplicado à cultura de acelga e, também, no início da rotação constituída por uma cultura de alface seguida por uma cultura de cobertura com centeio e ervilhaca, para adubação verde, antes da cultura de acelga, combinado com 2 níveis de calcário (0 e 8 t ha<sup>-1</sup>) aplicado no início da rotação.

A produção de acelga aumentou significativamente com a aplicação de 40 t ha<sup>-1</sup> do compostado (34% quando não se aplicou calcário e 55% quando se aplicou calcário) e também aumentou com a aplicação de calcário, para a mesma dose de compostado (40% e 64%, respetivamente sem e com a aplicação de 40 t ha<sup>-1</sup> compostado), enquanto os aumentos com 20 t ha<sup>-1</sup> de compostado não foram significativos. O efeito combinado da aplicação de 40 t ha<sup>-1</sup> de compostado e calcário, juntamente com o aumento da biomassa do adubo verde neste tratamento, resultou num aumento de produção da acelga de 117% entre este tratamento e o tratamento controlo (não fertilizado).

Quer a calagem no início da rotação, quer a aplicação do compostado contribuíram para aumentar a absorção de nutrientes pela acelga, que explicaram o aumento de produtividade desta cultura, em mais de 100% entre o tratamento mais fertilizado e o tratamento não fertilizado, concluindo-se que o compostado de estrume de equinos e o calcário (em solos ácidos) são fertilizantes que devem ser recomendados para aumentar a produtividade da acelga no MPB, porque o aumento da produção compensa o custo destes fertilizantes.

<sup>1</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima. miguelbrito@esa.ipv.pt

<sup>2</sup> EC Vida e Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ap. 1013, 5001-911 Vila Real, Portugal. ruicasaldematos@gmail.com

<sup>3</sup> Centro de Química, DeBA, EC Vida e Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ap. 1013, 5001-911 Vila Real. j\_coutin@utad.pt

**5 - 08**

## Carências de Boro no Interior - Norte e Centro - de Portugal

*Ester Portela<sup>1</sup>, Rui Vale<sup>1</sup> e Maria Manuela Abreu<sup>2</sup>*

Em Portugal, a deficiência de boro tem sido observada em quase todo o território, particularmente no interior, causando prejuízos assinaláveis nas culturas. Foi reconhecida pela primeira vez na década de 50 do séc. XX, nas vinhas do Douro (designada de 'maromba'). Desde os anos 80 vêm sendo realizados estudos sistemáticos no interior norte/centro do país para identificação e correcção desta carência em fruteiras e espécies florestais/agroflorestais. Neste trabalho de revisão faz-se uma inventariação das formações geológicas/litológicas onde mais amiúde se têm detectado as carências de boro, bem como as unidades pedológicas onde elas já foram identificadas. Enunciam-se também os conditionalismos de ordem ambiental que mais potenciam o seu aparecimento. Com base em estudos efectuados nestas regiões, indica-se para algumas arbóreas a sintomatologia da deficiência e as concentrações de boro, nos solos e nas folhas, para as quais se observaram esses sintomas.

As deficiências de B têm sido identificadas em solos formados a partir de substratos variados, que vão desde as rochas com maior concentração em silício, como os granitos e os xistos do Complexo Vulcano-silicioso, até aos substratos menos ricos em silício, como as metadiabases, os anfibolitos, ou ainda os metassedimentos ricos em carbonatos. É notório que os solos de textura grosseira e pouco profundos e os solos ácidos, os quais dominam largamente no nordeste e interior centro de Portugal, são os mais sujeitos à carência. Em espécies fruteiras e florestais/agro-florestais, a deficiência é mais frequente quando as concentrações de boro extraível são inferiores a 0,60 mg/kg, e acima de 0,72 mg de B/kg não foram encontrados registos da deficiência. Tem-se constatado algum grau de imprevisibilidade no despontar da carência, a qual se deve, parcialmente, à ocorrência de episódios meteorológicos que desencadeiam ou ampliam os seus efeitos danosos.

Neste trabalho também se apresentam resultados experimentais da aplicação de boro em termos de crescimentos e de produtividade das culturas. Por último, procuraram-se explicações para perplexidades suscitadas pelas reacções das plantas aos estados de carência, ou aquando da aplicação de boro. Finaliza-se com recomendações de estratégias para corrigir a carência deste micronutriente.

<sup>1</sup> Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Centro de Investigação e Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas (CITAB), 5001-801 Vila Real, Portugal. eportela@utad.pt

<sup>2</sup> Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food Research Centre (LEAF), Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal.

**5 - 09**

## Caracterização nutricional da alga *Gracilaria vermiculophylla*

Maria M. Vidal<sup>1</sup>, Catarina R. Silva<sup>1</sup>, Joana M. Rodrigues<sup>1</sup> e Susana M. Cardoso<sup>2</sup>

Palavras chave: Alga, *Gracilaria vermiculophylla*, Composição nutricional, Composição mineral, Potencial fertilizante

Neste trabalho, avaliou-se a composição nutricional da alga *Gracilaria vermiculophylla* desenvolvida numa piscicultura. As amostras das algas foram recolhidas nos invernos 2013/14 e analisadas pelo método Weende, à exceção do azoto total, determinado pelo método Kjeldahl e da composição mineral analisada por absorção atómica. De forma a avaliar o potencial desta alga como fertilizante, o teor de fósforo foi analisado em 2014 por espectrofotometria.

A nível da composição nutricional, a *G. vermiculophylla* apresentou durante os dois anos em que foi avaliada, valores, expressos na base seca, semelhantes de proteína (27,2-25,1%), fibra (7,0-6,8%) e gordura (0,4-0,4%), apresentando, no entanto, diferenças significativas no teor de humidade, cinzas e hidratos de carbono. No caso concreto das cinzas, a redução registada no ano de 2014 (20,2-12,1%) pode estar relacionada com a precipitação mais elevada quando comparada com a ocorrida em 2013 (IPMA, 2013 e 2014). Em termos da composição mineral, constatou-se que à exceção do Fe e do Na, os restantes minerais analisados apresentaram valores, embora ligeiramente inferiores, muito semelhantes aos determinados em 2013.

Quanto aos teores dos macronutrientes essenciais para as plantas (N, P e K), obteve-se para o teor de fósforo (14,9%) um valor muito superior ao descrito para algas do género *Gracilaria* (El din et al., 2012), sugerindo uma concentração elevada de fósforo proveniente da alimentação dos peixes. Observou-se ainda que os teores de N, K e Mg não sofreram uma grande variação, apresentando em 2013, respetivamente, os valores 4,3%, 3,8% e 0,2%, e em 2014 os valores 4,0%; 4,1% e 0,2%, sugerindo, mais uma vez, o aproveitamento pela alga do excesso de nutrientes, proveniente das rações de elevado teor proteico, enriquecidas com os minerais mais importantes para o desenvolvimento dos peixes em aquacultura. Verificou-se ainda que, independentemente da quantidade de precipitação anual, a alga apresenta na sua composição micronutrientes essenciais às plantas, especialmente o ferro e o zinco, apresentando teores de metais pesados abaixo do limite máximo estipulado para os fertilizantes agrícolas. Devido a estes factos, esta alga colhida numa piscicultura apresenta potencial para ser utilizada como fertilizante, cons-

<sup>1</sup>CERNAS, School of Agriculture, Polytechnic Institute of Coimbra, Bencanta, Coimbra, Portugal;

<sup>2</sup>Department of Chemistry & QOPNA, University of Aveiro, Aveiro, Portugal;

balseiro@esac.pt

tituindo uma mais-valia económica e ambiental para as empresas de aquacultura.

IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera 2014. *Boletim Climatológico Sazonal: Inverno 2013-2014*, 1-3.

El Din N. G. Shams, El-Sherif Z. M. 2012. Nutritional value of some algae from the north-western Mediterranean coast of Egypt. *Journal of Applied Phycology* **24**(3), 613-626.

**5 - 10**

# Exigências nutricionais do medronheiro

Rosinda Pato<sup>1</sup>, Sara Pereira<sup>1</sup>, Ana Frias<sup>1</sup>, Fátima Curado<sup>2</sup>, João Gama<sup>2</sup> e Filomena Gomes<sup>1</sup>

O medronheiro (*Arbutus unedo* L.) é uma espécie autóctone utilizada para a produção de aguardente, principal fonte de rendimento atual. Mais recentemente tem sido utilizada em programas de arborização. Nos projetos em curso estão a ser avaliadas outras aplicações considerando o seu potencial como pequeno fruto, convertendo a cultura numa fruteira rentável. Neste trabalho pretende-se estabelecer uma relação entre a produção, aspetos da fertilidade do solo e os nutrientes nas folhas.

Nas áreas experimentais em produção, de regeneração natural (22 anos) e em pomar (7 anos), instaladas nos concelhos da Pampilhosa da Serra e Oleiros, foram colhidas amostras de solo, camadas orgânicas e folhas para análise. Foi ainda avaliada a produção de fruto.

Os resultados obtidos revelam que o teor de nutrientes nas folhas ocorre na seguinte ordem decrescente: macronutrientes, N>Ca>K>S>Mg>P; micronutrientes, Mn>Zn>Fe>B>Cu. A análise de componentes principais (PCA) e análise de cluster mostram que a produção de fruto (valores representam média  $\pm$  erro padrão; N=55), varia na razão direta: 1) da camada orgânica (MS=3,98 $\pm$ 0,30 t/ha), do pH do solo (5,2 $\pm$ 0,03) e da SBT (1,37 $\pm$ 0,09 me 100g-1); 2) do teor dos seguintes nutrientes nas folhas: K=0,29 $\pm$ 0,01%), Ca (0,54 $\pm$ 0,02%), B (30,43 $\pm$ 2,84 mg kg<sup>-1</sup>) e Mg (0,14 $\pm$ 0,01%). O teor de S (0,21 $\pm$ 0,003%) e de N (1,04 $\pm$ 0,02%) nas folhas estão associados ao teor de matéria orgânica do solo (5,17 $\pm$ 0,18%).

Em 2014, a maior produção por hectare ocorreu na área experimental de pomar (P07-C0-P14; 7 anos), com o valor médio de 869 kg ha<sup>-1</sup>. As plantas clonais no tratamento com adubação à plantação com adubo de libertação lenta apresentaram uma produção significativamente superior, 1659 kg ha<sup>-1</sup>, atingindo o valor de 3626 kg ha<sup>-1</sup> nas melhores condições edáficas.

Os resultados revelam a importância de manter no solo os resíduos orgânicos da cultura, devido à relevância que as camadas orgânicas apresentam na dinâmica de nutrientes do ecossistema, na gestão do sistema cultural e na redução do risco de propagação de doenças; a utilização de clones adaptados às condições agro-ecológicas do local e a realização de fertilização à plantação são fatores preponderantes para uma maior produção comparativamente à utilização de plantas de semente e, designadamente, sem fertilização.

**Palavras-chave:** produção, clones, nutrientes, camada orgânica

Financiamento: Projetos ProDeR Ref.<sup>a</sup> 53106 e FCT - PTDC/AGR-FOR/3746/201.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior Agrária de Coimbra, CERNAS, Bencanta, 3045-601 Coimbra, Portugal. rlsp@esac.pt

<sup>2</sup>Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro, Rua Amato Lusitano, lote 3, 6000-150 Castelo Branco

**6 - 01**

# Os sistemas de gestão do montado e a qualidade do solo

*Ana Raquel Rodrigues<sup>1</sup>, Carlos Alexandre<sup>2</sup>, Fernando Monteiro<sup>1</sup> e Manuel Madeira<sup>1</sup>*

A instalação de pastagens melhoradas nos montados tem sido considerada uma das alternativas de gestão promissoras para aumentar a resistência do solo aos processos de degradação, mas o seu efeito dependerá das próprias características do solo e da gestão dessas pastagens. Neste contexto, desenvolveu-se um estudo para avaliar o efeito na qualidade do solo da instalação de pastagens melhoradas (com diferentes períodos de instalação) em dois montados e em condições de gestão diferente: um com solos de textura grosseira (gado ovino; Herdade dos Esquerdos - Vaiamonte) e outro com solos de textura média a fina (gado bovino; Herdade do Olival - Estremoz), considerando também a interação com os elementos arbóreos. Avaliaram-se indicadores físicos (massa volúmica, condutividade hidráulica e estabilidade da agregação) e químicos (carbono orgânico, P extraível e bases de troca) do solo.

Em qualquer dos sítios a instalação das pastagens melhoradas determinou um acréscimo significativo do teor de carbono orgânico, bem como nas demais características químicas do solo, nomeadamente nutrientes disponíveis; essas modificações acentuaram-se com o período de instalação das pastagens. Porém, o padrão de variação para os indicadores físicos mostrou-se diferente entre os dois sítios: na Herdade dos Esquerdos, em solos de textura grosseira e um encabeçamento de quatro ovelhas/ha, observou-se um acentuado decréscimo da massa volúmica e acréscimo da condutividade hidráulica, nomeadamente nas áreas influenciadas pelas árvores; porém, na Herdade do Olival, em solos de textura média a fina, os valores da massa volúmica e da condutividade hidráulica foram semelhantes aos observados na área de referência, não se diferenciaram com os elementos arbóreos e revelaram acentuada compactação do solo. Os resultados sugerem que a introdução de pastagens melhoradas não significa necessariamente melhoria nas características e qualidade do solo. Embora instalação de pastagens melhoradas mostre um efeito melhorador na qualidade do solo, o mesmo pode ser fortemente modificado pelo sistema de gestão (encabeçamento, porte do gado), nomeadamente nos solos de textura mais fina e mais susceptíveis aos processos de compactação, o que põe em risco a qualidade do solo e a sustentabilidade do sistema. Os resultados que é necessário dar muito mais atenção às propriedades físicas do solo na avaliação da qualidade do solo nos montados.

<sup>1</sup>Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal. mavmadeira@isa.ulisboa.pt

<sup>2</sup>Departamento de Geociências, Universidade de Évora, Évora, Portugal.

## **7 - 01** Implementação de medidas de prevenção e mitigação da erosão hídrica numa área sob gestão da Altri Florestal

*João Reis<sup>1</sup>, Henk Feith<sup>1</sup> e Luís M. Ferreira<sup>1</sup>*

No ano 2010, durante a concretização de um projeto de reflorestação na propriedade Vale Mouro (freguesia e concelho da Azambuja, distrito de Lisboa) e após um período de precipitação particularmente intensa, verificou-se a ocorrência de alguns casos críticos de erosão hídrica. As formas de erosão observadas na área foram pericialmente levantadas, originando cartografia que representa a erosão ocorrida em categorias qualitativas.

Nos anos seguintes a este acontecimento, foram ensaiadas nesta propriedade um conjunto de medidas preventivas e mitigadoras da erosão, com recurso a diferentes métodos e materiais, que deram origem a resultados distintos quanto aos seus níveis de eficácia e custo. Este trabalho pretende ser um resumo dessas medidas, com uma clara referência às principais vantagens e desvantagens, em termos práticos, evidenciadas em cada caso apreciado.

**Palavras-chave:** Erosão hídrica, prevenção da erosão, mitigação da erosão

---

<sup>1</sup> Altri Florestal, S.A.  
lferreira@altri.pt



**7 - 02**

## Efeitos edafo-ambientais da atividade agro-pecuária: caso de estudo a Quinta da Sra. de Mércules

*Marta Batista<sup>1</sup>, Maria do Carmo Horta<sup>1,2</sup>, Natália Roque<sup>1</sup> e José Coutinho<sup>1</sup>*

A gestão do solo, e a monitorização dos efeitos no solo decorrentes da atividade agro-pecuária a nível da exploração agrícola pode ser apoiada através de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica, em particular de modelos geoestatísticos. Assim, a distribuição espacial de algumas propriedades do solo pode fornecer informação cartográfica relevante de forma a ajudar não só à seleção das propriedades que melhor expressem esse efeito como também no apoio à decisão sobre as melhores práticas a utilizar no uso do solo não só em termos agronómicos como ambientais. Com recurso a cartografia sobre a distribuição espacial de algumas propriedades químicas do solo o objetivo deste trabalho foi o de i) identificar as propriedades do solo mais influenciadas pela atividade agro-pecuária, constituindo então essas as variáveis indicadoras ii) identificar efeitos negativos quer a nível agronómico (fertilidade do solo) quer ambiental (perda de nutrientes) e iii) propor práticas de gestão do solo adaptadas à exploração agrícola. O trabalho decorreu na Quinta da Sra. de Mércules, propriedade do Instituto Politécnico de Castelo Branco e foi efetuado em duas áreas. Na área destinada à produção de suínos ao ar livre (2,8 ha, área S) e na área com parcelas destinada a culturas agrícolas e parcelas pastoreadas com bovinos ou ovinos (80 ha, área AP). Realizou-se a colheita aleatória de amostras em pontos georreferenciados com base numa malha de 5X5m no verão (julho) de 2006 e no Inverno (fevereiro) de 2007 na área S e de 80X80 m em junho de 2009 na área AP. No solo avaliou-se o pH a CE e o teor em Co, P, K, Ca, Mg, Cu e Zn. Na área S colocaram-se cápsulas de recolha de lixiviados a 0,60 m de profundidade e quantificou-se o teor em  $N_k$ ,  $N-NH_4^+$  e P. Observou-se que nas zonas pastoreadas, quer em AP quer em S, bem como nas zonas de menor cota há um aumento acentuado nas propriedades químicas avaliadas. Na área S observou-se também uma elevada variabilidade espacial e temporal dos parâmetros químicos avaliados, observando-se que o ciclo de acumulação/perda de nutrientes foi fortemente influenciado pela precipitação, declive e manejo

<sup>1</sup> Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária Quinta da Sra. de Mércules, 6001-909, Castelo Branco, Portugal.

<sup>2</sup> CERNAS, Centro de Investigação em Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade, Quinta da Sra. de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Portugal.  
carmoh@ipcbr.pt

pecuário. Os lixiviados apresentavam uma concentração em Pd  $>0,1 \text{ mg L}^{-1}$  valor considerado crítico em águas de drenagem interna para a prevenção da eutrofização das águas superficiais. A perda de azoto mineral por lixiviação foi em média de  $16 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Concluiu-se que as propriedades do solo que melhor expressam os efeitos da atividade agro-pecuária são o teor em Co e em P fitodisponível. Estas duas propriedades mostram-se independentes do material parental e dos fatores de formação do solo mostrando-se relacionadas com fatores de produção e com o uso do solo. Propõe-se o cultivo do solo nas parcelas pastoreadas de forma a diminuir a perda de nutrientes, e um ajuste no manejo pecuário de forma a diminuir a carga animal. A vulnerabilidade do solo a perda de nutrientes requer uma mobilização adequada, rotações com espécies que protejam efetivamente o solo e um planeamento da fertilização seguindo uma estratégia de manutenção/reposição.

**7 - 03**

# Uso da terra e riscos de degradação do solo no Nordeste de Portugal: mudanças nos últimos trinta anos

*Tomás de Figueiredo<sup>1</sup>, Felícia Fonseca<sup>1</sup> e Zulimar Hernandez<sup>2</sup>*

O NE de Portugal está, em extensas áreas, sujeito a degradação do solo, num quadro de suscetibilidade à desertificação e de elevado perigo de incêndio. As mudanças recentes nos padrões de uso da terra vêm suscitando interpretações por vezes contraditórias quanto às suas consequências para o recurso solo. Propõe-se neste trabalho discutir os resultados de uma avaliação diacrónica do quadro de riscos de degradação do solo nos últimos trinta anos no NE de Portugal. Utilizando duas bases cartográficas (Agroconsultores e Coba, 1991, e COS 2007, nível 3), cujas legendas foram compatibilizadas de modo a permitir comparação entre as duas datas quanto às grandes categorias de uso da terra (agricultura, floresta, matos), foi definido o quadro de riscos de degradação do solo pelo grau de adequação do uso da terra à sua aptidão, como estabelecida em Agroconsultores e Coba (1991). Identificaram-se áreas em sobre-exploração (uso mais exigente do que a aptidão permitiria, representando por isso risco potencial de degradação do recurso), em uso adequado (coincidente com a aptidão), e em sub-exploração (uso menos exigente). Revelam-se tendências na evolução da ocupação do solo já conhecidas em Portugal, com redução das áreas agrícolas e incremento dos matos, que se traduzem na diminuição em cerca de 14% da área em sobre-exploração da terra, e num aumento da área em uso adequado (8%) e em sub-exploração (6%). Os resultados, mostrando uma redução desejável na ameaça ao recurso solo, são discutidos considerando a extensão ainda significativa das áreas em sobre-exploração (44%), bem como o acréscimo potencial de outras ameaças ao recurso solo, como o perigo de incêndio, devido ao aumento de áreas combustíveis sujeitas a controle social escasso – os matos – a merecer especial atenção por parte dos decisores e atores regionais.

<sup>1</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança (ESA/IPB), Campus de Santa Apolónia, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal. tomasfg@ipb.pt, ffonseca@ipb.pt

<sup>2</sup> Edafologia, Departamento de Geologia e Geoquímica, Universidade Autónoma de Madrid, Espanha. zulimar.hernandez@uam.es

## **7 - 04** Efeito do fogo controlado na evolução temporal de propriedades químicas do solo: resultados de 3 anos de avaliações em matos de montanha do NE de Portugal

*Clotilde Nogueira<sup>1</sup>, Felícia Fonseca<sup>2</sup> e Tomás Figueiredo<sup>2</sup>*

Atualmente os fogos florestais constituem um grave problema nos ecossistemas mediterrâneos. O abandono das áreas rurais originou a acumulação de biomassa combustível. Uma das técnicas aplicadas na gestão da vegetação em espaços florestais é o fogo controlado, que visa reduzir a carga combustível garantindo uma diminuição do perigo de incêndio. Esta técnica não reúne consenso relativamente aos impactos que causa, dado que o fogo reduz ou elimina temporariamente a cobertura vegetal do solo e podem ocorrer diversas alterações nas propriedades físicas, químicas, mineralógicas e biológicas do solo.

Este estudo decorreu em Aveleda, dentro da área do Parque Natural de Montesinho, que possui uma superfície de cerca de 75000 ha, estando aproximadamente um terço ocupada por matos. A amostragem realizou-se numa área com cerca de 5 ha, ocupada por matos, que de acordo com a aplicação do plano de gestão florestal foi sujeita a fogo controlado, durante e após a passagem do fogo foram observados diversos parâmetros que permitiram concluir que o fogo prescrito foi de baixa severidade. Teve como objetivo avaliar a evolução temporal do efeito do fogo controlado em algumas propriedades químicas do solo. Em 7 locais distribuídos aleatoriamente, foram colhidas amostras de solo a diferentes profundidades, antes do fogo controlado, imediatamente após o fogo, bem como dois meses, seis meses e três anos após o fogo controlado, as colheitas decorreram de abril de 2011 a junho de 2014.

Os resultados obtidos neste estudo mostram que na profundidade de 0- 5 cm, imediatamente após o fogo controlado, há uma diminuição das bases de troca, com exceção do  $K^+$ . O teor de matéria orgânica, o potássio e o fósforo extraíveis, a condutividade elétrica, acidez de troca aumentaram após a passagem do fogo, na

<sup>1</sup> Centro Ciência Viva de Bragança, Edifício Principal, Rua do Beato Nicolao Dinis, 5300-130 Bragança. [clotildenog@gmail.com](mailto:clotildenog@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança (ESAB/IPB), Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal

camada mais superficial. Ao fim de três anos após o fogo controlado, os valores observados na camada de 0-5 cm do grau de saturação em bases e do alumínio de troca, apresentam-se significativamente diferentes dos valores determinados antes do fogo. Os resultados obtidos permitem concluir que apesar da severidade do fogo controlado que afetou a área de amostragem ser baixa, ocorreram alterações químicas no solo.

**7 - 05**

## Efeito de doses crescentes de zinco no crescimento, acumulação e translocação de nutrientes em plantas de *Cistus monspeliensis*

María Manuela Abreu<sup>1</sup> e Erika S. Santos<sup>1,2</sup>

*Cistus monspeliensis* L. é uma espécie que cresce espontaneamente em algumas áreas mineiras da Faixa Piritosa Ibérica. Apesar da ausência de sinais visíveis de fitotoxicidade, algumas plantas atingem na parte aérea (PA) 530 mg Zn/kg independentemente da disponibilidade deste elemento no solo ser baixa. Para compreender o comportamento ecofisiológico desta espécie, avaliou-se, em ensaios experimentais: i) o efeito do Zn no crescimento das plantas; ii) a translocação/acumulação do Zn e o seu efeito em outros nutrientes.

Plântulas de *C. monspeliensis*, obtidas de sementes colhidas na mina de São Domingos, foram transplantadas para vasos contendo areia. Após três meses de crescimento com solução nutritiva adicionaram-se doses crescentes de Zn ( $\mu\text{M}$ – 0, 500, 1000, 1500, 2000). No final do ensaio (após mais 45 dias), analisou-se: altura das plantas, biomassa fresca/seca, concentrações de Zn e outros nutrientes (Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, N, Na, P) na raiz e PA.

O crescimento das plantas não foi influenciado pelas concentrações fitotóxicas de Zn porém a biomassa fresca da PA diminuiu nos tratamentos com mais de 1000  $\mu\text{M}$  (g– 21,50–17,13; Controlo: 28,05). Este efeito nas raízes só se observou com aplicação de 1500  $\mu\text{M}$  de Zn (g– 8,54; Control: 11,95). Todavia, a 2000  $\mu\text{M}$  de Zn a biomassa da raiz atingiu 14,72 g.

As concentrações de Zn na raiz (3,08–10,30 g/kg) e PA (0,94–4,06 g/kg) aumentaram com a dose aplicada sendo superiores ao controlo (g/kg– Raiz: 0,09; PA: 0,04). Não houve variação significativa entre tratamentos e as concentrações de Ca, K, N, Mg, Na na PA e Ca e Fe na raiz. A adição crescente de Zn, principalmente a 2000  $\mu\text{M}$ , diminuiu a concentração de Fe, Mn, Cu, P na PA e Fe, K, Mg, Mn, Na na raiz. As concentrações de Cu na raiz foram superiores com aplicação das doses mais altas de Zn (mg/kg– 32,18–34,03; Controlo: 21,43).

<sup>1</sup>Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food Research Centre (LEAF), Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal. manuelaabreu@isa.utl.pt

<sup>2</sup>Centro de Investigação em Ciências do Ambiente e Empresariais (CICAE), Instituto Superior Dom Afonso III, Convento Espírito Santo, 8100-641 Loulé, Portugal

Independentemente do tratamento, o K, Mg e Na foram translocados para a PA e Cu, Fe e Zn acumularam-se na raiz. O Mn foi translocado para a PA nos tratamentos com 1500–2000  $\mu M$  de Zn. Não foi verificada uma tendência clara de translocação do Ca relativamente aos tratamentos.



**EACS 2015**

Proteger as funções do solo -  
- Assegurar a vida da Terra

IPCB/ESA 24 a 25 junho 2015

2015

Ano Internacional  
dos Solos



Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior Agrária