

Comemorações do Ano Internacional dos Solos

Simpósio “O Solo na Investigação Científica em Portugal”

27 de Novembro de 2015



2015

Ano Internacional
dos Solos

Editores: Maria Manuela Abreu, David Fangueiro, Erika Silva Santos

Instituto Superior de Agronomia

Universidade de Lisboa

 **ISA Press**

Ficha técnica

<i>Título:</i>	Simpósio "O Solo na Investigação Científica em Portugal" Comemorações do Ano Internacional dos Solos
<i>Editores:</i>	Maria Manuela Abreu, David Fangueiro, Erika Silva Santos
<i>Autores:</i>	Vários
<i>Sugestão de citação:</i>	Author(s), 2015. Title. In: Abreu M.M., Fangueiro D., Santos E.S. (Eds.). O Solo na Investigação Científica em Portugal. ISAPress, Lisboa, pp. nn-nn.
<i>Concepção gráfica e paginação:</i>	Madalena Fonseca, Fernando Lagos Costa
<i>Edição:</i>	©2015 ISAPress Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal Tel: 213 653 513; Fax: 213 653 195; e-mail: isapress@isa.ulisboa.pt www.isa.utl.pt/home/node/307
<i>Impressão:</i>	Manuel Barbosa & Filhos, Lda.
<i>Data:</i>	Novembro de 2015
<i>Tiragem:</i>	200 exemplares
<i>ISBN:</i>	978-972-8669-65-2
<i>Depósito legal:</i>	401774/15

Comunicações apresentadas no Simpósio "O Solo na Investigação Científica em Portugal – Comemorações do Ano Internacional dos Solos" que decorreu no Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa a 27 de Novembro de 2015

Nº COMUNICAÇÕES EM PAINEL

- P.1** **Alves, Paulo Hagendorn; Silva, Teresa P.; Figueiredo, Maria Ondina; Ramalhal, Fernando J.S.** - Lateritos da Guiné-Bissau. Morfologia e geodiversidade
- P.2** **Arrobas, Margarida; Rodrigues, M. Ângelo** - Adubos de libertação lenta e outros fertilizantes “especiais”
- P.3** **Azevedo-Gomes, Alberto; Barrento, Maria João; Machado, Maria Helena** - Relação solo/diversidade micológica em montados de sobre
- P.4** **Carvalho, Luísa; Ferreira, Mara; Santos, Erika; Amâncio, Sara; Abreu, Maria Manuela** - Atividades de enzimas do sistema antioxidativo em *Cistus salvifolius* das zonas mineiras de São Domingos e Caveira e de zonas não contaminadas
- 9.5** **Coelho, João Carlos Dias; Frazão, Joana; Dias, Susana; Santos, Cristiana** - Composto Orgânico – produção, qualidade e aspetos económicos
- P.6** **Cortinhas, Ana Lúcia; Caperta, Ana D.; Abreu, Maria Manuela** - Cultivo de Limonium algarvense regado com água salobra em Technossolo derivado de sedimentos subutilizados e resíduos orgânicos
- P.7** **Costa, Fernando Lagos** - Contributos para o conhecimento sobre a erosão e o impacto das medidas de conservação do solo em Cabo Verde no século XXI
- P.8** **Costa, Sofia; Ribeiro, Sofia; Moura, Catarina; Lecomte, Xavier; Martins, Ana; Caldeira, Maria Conceição** - Comunidades de nemátodes da rizosfera associadas à expansão de *Cistus ladanifer* no ecossistema Montado
- P.9** **Cruz, Cristina; Dias, Teresa; de Varennes, Amarilis; Carolino, Manuela; Dores, José; Patanita, José; Castro Pinto, João; Carvalho, Luís; Correia, Patrícia** - Não é só o solo. É a vida!
- P.10** **Duarte, António Canatário; Lima, João Pedroso; Mateos, Luciano** - Comportamento hidrológico e dinâmica dos sedimentos numa pequena bacia hidrográfica com uso agro-florestal
- P.11** **Fraga, I.; Bajouco, R.; Pinto, R.; Brito, L.M.; Bezerra, R.; Coutinho, J.** - Evolução de curto prazo no teor de carbono orgânico do solo numa rotação hortícola no modo de produção biológica em ambiente mediterrânico: o uso do carbono oxidável por permanganato
- P.12** **Fraga, I.; Fangueiro, D.; Surgy, S.; Bezerra, R.; Coutinho, J.** - Aplicação de chorume de bovino bruto ou acidificado: efeito nos indicadores de glomalina do solo
- P.13** **Franco, Luísa; Magalhães, Manuela Raposo** - Evolução da paisagem de Alcoutim e recomendações para uma estratégia de ordenamento
- P.14** **Gomes, Ana** - A importância dos Paleossolos para a vulcanoestratigrafia
- P.15** **Inácio, Manuela; Pereira, Virgínia** - Atlas Geoquímico dos solos de Portugal Continental: Macro e micronutrientes, sua distribuição e disponibilidade
- P.16** **Jordão, Pedro; Marcelo, M. Encarnação; Martins, J. Casimiro; Mano, Raquel; Calouro, Fátima** - Estado de fertilidade de solos com olivais no Alentejo. II – Olival tradicional
- P.17** **Lage, J.; Wolterbeek, H. Th.; Almeida, S.M.** - Avaliação da contaminação de solos de superfície de uma área industrial
- P.18** **Marcelo, M. Encarnação; Martins, J. Casimiro; Maricato, Rosa; Jordão, Pedro** - Estado de fertilidade de solos com olivais no Alentejo. I – Olivais intensivos e superintensivos
- P.19** **Marques, Rosa; Prudêncio, M. Isabel; Dias, M. Isabel; Rocha, Fernando; Waerenborgh, J. Carlos; Madeira, José** - Terras raras, actínideos e outros metais em solos agricultáveis da ilha Brava (Cabo Verde)

Adubos de libertação lenta e outros fertilizantes “especiais”

Slow-release fertilizers and other “special” fertilizers

Margarida Arrobas, M Ângelo Rodrigues

Centro de Investigação de Montanha – Instituto Politécnico de Bragança (marrobas@ipb.pt)

Resumo

O mercado dos fertilizantes sofreu uma sofisticação extraordinária nas últimas décadas. No mercado Português estão hoje disponíveis mais de 2000 tipos de fertilizantes, considerando marcas e formulações. Fertilizantes para aplicação ao solo, aplicações foliares e/ou na água de rega. Fertilizantes com macronutrientes, micronutrientes e/ou reguladores de crescimento. Fertilizantes que libertam os nutrientes de forma gradual, de menor solubilidade, com barreiras físicas que limitam a passagem dos nutrientes para a solução ou que inibem processos biológicos que influenciam a biodisponibilidade dos nutrientes. Grande ênfase tem também sido dada às matérias-primas. Uma gama cada vez mais variada de fertilizantes contém substâncias húmicas, algas marinhas, extratos de plantas, etc.. As empresas associam significado ecológico a diversas destas soluções e ligação a investigação e inovação tecnológica. Os produtores, por seu lado, estão receptivos a esta imagem de inovação e tecnologia, sendo a única barreira a uma melhor aceitação destes produtos o preço, tendencialmente mais elevado em comparação com os fertilizantes convencionais. Muitos destes fertilizantes foram desenvolvidos para contextos ecológicos bem definidos mas posteriormente tenta-se alargar a sua cota de mercado. Em atenção ao fenómeno, e tendo em conta que os centros de investigação e as universidades estão habitualmente afastados deste “diálogo” entre empresas e produtores, com desvantagem potencial para os segundos, foi decidido avançar-se com uma linha de investigação sobre alguns dos produtos com maior importância no mercado. Neste trabalho faz-se uma breve descrição da investigação desenvolvida nos últimos anos sobre adubos de libertação lenta, adubos de libertação controlada, adubos estabilizados, adubos ativados na rizosfera, estimulantes do vengamento e biofertilizantes.

Palavras-chave: adubos de libertação lenta; adubos de libertação controlada; adubos estabilizados; estimulantes do vengamento; biofertilizantes.

Abstract

The fertilizers' market experienced an extraordinary sophistication in recent decades. In Portugal are currently available more than 2000 different fertilizers considering brands and formulations. There are available fertilizers for soil application, foliar application and/or for use in irrigation water. Fertilizer with macronutrients, micronutrients and/or with plant growth regulators. Fertilizers releasing their nutrients gradually, with barriers restricting the diffusion of the nutrients into the soil solution or which inhibit biological processes in the soil influencing the bioavailability of the nutrients. Great emphasis has also been given to raw materials. An increasingly wide range of fertilizers contains humic substances, seaweed, plant extracts, etc. The companies try to establish relationships between their products and ecological values and also with research and technological innovation. The farmers, in turn, are receptive to the idea of innovation and knowledge, and the only barrier to the full acceptance of these products tends to be their higher price compared to conventional fertilizers. Many of these fertilizers were developed for specific ecological contexts but the sellers are constantly trying to expand their use to increase the market share. In response to the phenomenon, and because research centers and universities are usually away from this “dialogue” between companies and farmers, with disadvantage to the latter, it was decided to proceed with a research line on some products reaching greater importance on the market. In this work we make a brief description of the research carried out in recent years on slow-release fertilizer, controlled-release fertilizers, stabilized fertilizers, rhizosphere-controlled fertilizers, fruit set stimulators and biofertilizers.

Keywords: slow-release fertilizers; controlled-release fertilizers; stabilized fertilizers; plant growth stimulators; biofertilizers.

Adbos de libertação lenta

Adbos de libertação lenta são produtos resultantes da condensação da ureia ou ureia-aldeídos. Os adubos de libertação lenta incluem [1]: ureia-formaldeído (UF), obtida da reação do formaldeído com excesso de ureia, da qual resulta uma mistura de metileno-ureias de cadeia mais ou menos longa, em que uma fração é solúvel em água ficando o N rapidamente disponível e a outra fração resiste à degradação por um período mais longo; isobutilideno-diureia (IBDU), que resulta da reação de condensação de isobutiraldeído líquido com ureia, formando-se um precipitado, composto por uma única molécula (IBDU), em que o N fica disponível por hidrólise; e o crotonilideno-diureia (CDU), que resulta da reação da ureia com aldeído acético ou crotonaldeído, é decomposto por hidrólise e pela ação de microrganismos. Assim, os adubos de libertação lenta atrasam a disponibilidade de N no tempo através de mecanismos diferenciados.

A investigação que se reporta neste trabalho incluiu um adubo de libertação lenta (adubo composto NPK com 6% de N na forma IBDU) em duas linhas de trabalho distintas: i) ensaios com couve (*Brassica oleracea* var. *costata*, cv. Penca de Mirandela), cultivada entre agosto e dezembro, e centeio (*Secale cereale*) cultivado de setembro a maio; e ii) ensaios em relvados municipais, envolvendo o período primavera/verão. A couve foi cultivada em campo e em vasos. Nos ensaios em vasos foi cultivado azevém italiano (*Lolium multiflorum*) após a couve, para avaliar o efeito residual da fertilização. Em ambos os estudos foram incluídas membranas de troca aniônica para monitorizar o teor de nitratos no solo. O adubo de libertação lenta foi integrado num delineamento experimental que incluiu adubos de libertação controlada, adubos estabilizados e testemunha (ureia nos ensaios de couve e centeio e nitrato de amónio no caso dos relvados).

Os resultados não mostraram vantagens no uso do adubo de libertação lenta, por comparação com as testemunhas. No caso da couve, uma espécie de ciclo

relativamente curto, parte do N do fertilizante terá sido disponibilizado após o pico de absorção da cultura. No caso do centeio, cujo ciclo cultural atravessa o inverno, verificou-se baixa eficiência de uso do N, em resultado de perdas ocorridas durante o inverno [2,3]. No estudo dos relvados municipais, o fertilizante mostrou performance agrónómica equivalente ao nitrato de amónio, mas menor eficiência económica (avaliada pela produção de biomassa por unidade monetária gasta com fertilizante) devido ao preço mais elevado do fertilizante [4,5].

Adbos de libertação controlada

Os adubos de libertação controlada são compostos solúveis, envoltos num revestimento de protecção para controlar a entrada de água e reduzir a dissolução do nutriente [1]. Este grupo inclui os fertilizantes: ureia revestida com enxofre (SCU, Sulfur Coated Urea); fertilizantes convencionais revestidos por membranas impermeáveis ou semi-permeáveis (poliuretanos, poliésteres, resinas, ...); fertilizantes que combinam uma cobertura de enxofre e uma cobertura secundária com polímero (combinam a performance do revestimento com polímeros com os baixos custos do enxofre); e misturas de SCU com fertilizantes convencionais (visam obter apenas um reduzido efeito de libertação gradual de nutrientes). De uma maneira geral, os adubos de libertação controlada degradam-se lentamente no solo por processos microbiológicos, químicos e físicos. A libertação de nutrientes depende da espessura da membrana relativamente ao tamanho do grânulo.

Os ensaios em que se usaram adubos de libertação controlada foram descritos no ponto anterior. Como adubo de libertação controlada foi utilizado um composto NPK revestido por um copolímero de etileno acrílico que retém os nutrientes por 9 meses. Nos ensaios da couve e do relvado o fertilizante libertou pouco N para as plantas, originando baixa produção de biomassa [3,5]. Também não se revelou ajustado ao ciclo de inverno do centeio,

uma vez que não aumentou a eficiência de uso do N [3]. Os indicadores de eficiência econômica foram muito baixos devido ao preço bastante elevado desta gama de fertilizantes [5].

Adbos estabilizados

Os adubos estabilizados são modificados durante o processo de fabricação através da adição de compostos químicos que inibem processos biológicos naturais do solo [1]. Podem dividir-se em dois grupos principais: os que recebem inibidores da nitrificação (atuam sobre *Nitrosomonas* reduzindo a oxidação de NH_4^+ a NO_3^- prolongando a presença de NH_4^+ no solo); e os que recebem inibidores da urease (retardam a formação do íon NH_4^+). Os inibidores da nitrificação podem também vender-se em separado. Algumas das substâncias mais utilizadas como inibidores da nitrificação são nitrapirina, dicianidamida (DCD) e 3,4-dimetilpirazole fosfato (DMPP).

Nos ensaios com couve e com centeio foi utilizado um fertilizante que utiliza DMPP como inibidor da nitrificação. No estudo dos relvados foi utilizado um fertilizante NPK, estabilizado com DCD e revestido com politerpeno. Não se observaram vantagens agrônomicas evidentes do uso do fertilizante, sendo as performances muito semelhantes às da ureia e nitrato de amônio [3,5]. A eficiência econômica foi um pouco inferior à do fertilizante convencional, devido a um preço ligeiramente mais elevado [5].

Adbos controlados na rizosfera

Um novo tipo de fertilizantes que restringem a biodisponibilidade dos nutrientes foi desenvolvido pela Timac. Os nutrientes estão presentes numa fração solúvel em água e também numa fração não solúvel em água mas solúvel em ácidos orgânicos. A fração insolúvel fica retida numa matriz molecular, que consiste em fosfatos metálicos preparados na presença de ácidos húmicos [6]. Os nutrientes ficam disponíveis quando a matriz se desintegra pela ação de ácidos

orgânicos libertados pela atividade radicular das plantas e microrganismos. Do ponto de vista teórico, os nutrientes só são libertados na presença de plantas em crescimento. Os fertilizantes com este mecanismo foram designados de fertilizantes controlados na rizosfera [7].

Experiências em campo e em vasos, com talhões com plantas e em solo nu, e recorrendo a membranas de troca aniônica para monitorização do teor de nitratos no solo, mostraram que o fertilizante reduziu a disponibilidade de N no solo até 65 dias após a aplicação. Em fases avançadas do ciclo, o mecanismo não assegurou idêntica proteção. A eficiência de uso do N com este fertilizante foi inferior ao fracionamento da aplicação com adubos convencionais [8].

Estimulantes do vingamento

Algumas plantas como a oliveira apresentam forte alternância. A seguir a uma boa produção segue-se uma má colheita. A oliveira produz habitualmente floração abundante. Em um ano normal é suficiente que 1 a 2 % das flores vinguem e os frutos cheguem à colheita para se obter uma boa produção. Nas três semanas que se seguem à floração ocorre queda maciça de flores e pequenos frutos. Em anos de contra-safra não vingam frutos em número suficiente para se assegurar uma boa colheita [9]. Nestas condições parece atrativa a ideia de utilizar estimulantes de vingamento para melhorar a regularidades das produções.

Foram realizados ensaios com um produto solúvel em água que contém B, Mo, polissacáridos e ácido fólico. Os ensaios incluíram as variedades Santulhana e Cobrançosa, a primeira conhecida por acentuar a alternância e a segunda por apresentar produção mais regular. O produto não melhorou a percentagem de frutos vingados. Contudo, as plantas tratadas revelaram melhor estado nutricional, mesmo em nutrientes não veiculados pelo produto [10]. A árvore regula a carga de frutos em função da disponibilidade de carboidratos [9], pelo que o estimulante de vingamento não

poderá promover a produção do ano em curso. Contudo, as melhores condições nutricionais poderão favorecer a performance da árvore no ano seguinte.

Biofertilizantes

Biofertilizantes são substâncias que contêm microrganismos vivos que, quando aplicados sobre sementes ou ao solo, colonizam o interior da planta ou a rizosfera promovendo o crescimento. Os biofertilizantes favorecem o crescimento das plantas através de processos naturais como a fixação biológica de N ou a solubilização de P.

Os biofertilizantes que ganharam mais importância à escala mundial são os que contêm microrganismos fixadores de N, pela importância do nutriente nos ecossistemas agrícolas. No mercado português apareceram recentemente corretivos orgânicos, enriquecidos com microrganismos fixadores de N do género *Azotobacter*. Estes microrganismos são fixadores livres, ubíquos no solo, mas que podem também viver em associação com algumas plantas superiores.

Está em curso uma linha de trabalho para avaliar a capacidade fertilizante destes corretivos orgânicos. Estão colocadas duas teses em confronto: i) sendo estes microrganismos ubíquos nos solos haverá benefício da sua aplicação com o fertilizante?; e ii) a colocação dos organismos fixadores próximo do substrato confere-lhes vantagens relativamente a todos os restantes microrganismos heterotróficos não fixadores que competem pelo substrato, resultando como benefício mais N introduzido no solo? Os ensaios estão no segundo ano e os resultados disponíveis não são ainda conclusivos.

Reflexão final

Os adubos de libertação lenta, de libertação controlada e muitos outros adubos "especiais" podem apresentar vantagens em ambientes específicos, designadamente de difícil gestão de N, como arroz alagado, solos arenosos, ciclo culturais submetidos a elevada precipitação, campos de golfe, plantas envasadas, etc.. Para a generalidade dos contextos agrícolas, não é expectável

que estes adubos apresentem performance superior aos convencionais. Contudo, a tendência é que, uma vez no mercado, os comerciais tentem expandir, tanto quanto possível, a sua utilização, com prejuízo eventual para o produtor. A investigação realizada até ao presente no Centro de Investigação de Montanha mostra que este tipo de produtos não deve ser recomendado para contextos agroecológicos em que não tenham sido previamente demonstradas as vantagens da sua utilização.

Referências bibliográficas

- [1] Trenkel, ME. 2010. Slow-and Controlled release and Stabilized Fertilizers. An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture. International Fertilizer Industry Association, Paris, France, pp.160
- [2] Santos, H, Rodrigues, MA, Dias, LG, Arrobas, M. 2008. Evaluation of slow release nitrogen fertilization for tall cabbage grown in autumn. ITAL J OF AGRON, 3(3), suppl. 161-162.
- [3] Rodrigues, MA, Santos, H, Ruivo, S, Arrobas, M. 2010. Slow-release N fertilisers are not an alternative to urea for fertilisation of autumn-grown tall cabbage. EUR J AGRON, 32 (2): 137-143.
- [4] Magalhães, P, Rodrigues, M., Arrobas, M. 2009. Nitrogen use efficiency of slow-release fertilisers applied in a grass turf of a public garden. pp. 423-424. Proc. 16th Nitrogen Workshop, Turin, Italy.
- [5] Arrobas, M, Parada, MJ, Magalhães, P, Rodrigues, MA. 2011. Nitrogen-use efficiency and economic efficiency of slow-release N fertilisers applied to irrigated turfs in a Mediterranean environment. NUTR CYCL AGROECOSYS, 89:329-339.
- [6] Erro, J., San Francisco, S., Urrutia, O., Yvin, J. C. and Garcia-Mina, J. M. 2007. El Fertilizante D-CODER de Timac AGRO INABONOS. AGRICOLA VERGEL, 1-3.
- [7] Erro, J, Urrutia, O, San Francisco, S, Garcia-Mina, JM. 2007. Development and Agronomic Validation of New Fertilizer Compositions of High Bioavailability and Reduced Potential Nutrient Losses. J. AGRIC. FOOD CHEM., 55: 7831-7839.
- [8] Arrobas, M, Rodrigues, MA. 2013. Agronomic evaluation of a fertiliser with D-CODER technology, a new mechanism for the slow release of nutrients. J. AGR. SCI. TECH, 15: 409-419.
- [9] Rodrigues, MA, Arrobas, M. 2011. O fenómeno da safra e contra safra em olival. OLEAVITIS, 8: 10-12.
- [10] Rodrigues, MA, Acácio, L, Claro, M, Ferreira, IQ, Arrobas, M. 2011. Aplicação de um estimulante do vingamento dos frutos em olival. p. 60-66. Atas Portuguesas de Horticultura-17, 3^o Colóquio Nacional de Horticultura Biológica.