



IV Colóquio Nacional de Horticultura Biológica



Faro, 17 a 19 de março de 2016



FICHA TÉCNICA

Título: IV Colóquio Nacional de Horticultura Biológica

Coleção: Actas Portuguesas de Horticultura, N.º 25

Propriedade e edição

Associação Portuguesa de Horticultura (APH)

Rua da Junqueira, 299, 1300-338 Lisboa

<http://www.aphorticultura.pt>

Editores

Isabel de Maria Mourão

Amílcar Duarte

Maria Elvira Ferreira

Luís Miguel Brito

Grafismo da capa: Ludovico Silva, Gabinete de Comunicação da Universidade do Algarve

Impressão: Setor de Reprodução Documental da Universidade do Algarve

Tiragem: 250 exemplares

ISBN: 978-972-8936-18-1

Ano: 2016

IV COLÓQUIO NACIONAL DE HORTICULTURA BIOLÓGICA

Comissão Organizadora

Albertina Gonçalves (UAlg)
Alcinda Neves (UAlg) (Presidente)
Amílcar Duarte (UAlg)
Ana Cristina Ramos (APH, INIAV)
António Calado (APH)
António Marreiros (DRAPALG)
Carlos Guerrero (UAlg)
Celestina Pedras (UAlg)
Eugénia Neto (DRAPALG)
Jaime Ferreira (AGROBIO)
Maria de Deus Domingos (DRAPALG)
Mário Reis (UAlg)

Comissão Científica

Alcinda Neves (UAlg)
Amílcar Duarte (UAlg) (revisor)
António Marreiros (DRAPALG)
António Mexia (ISA/UL)
Cristina Cunha Queda (ISA/UL) (revisor)
Domingos Almeida (ISA/UL)
Gustavo Nolasco (UAlg)
Isabel Duarte (ESA/IPC) (revisor)
Isabel Mourão (CIMO/ESA/IPVC) (Presidente, revisor)
João Batispta (UA)
Jorge Ferreira (AGROSANUS)
José Leitão (UAlg) (revisor)
Laura Torres (UTAD) (revisor)
Luís Miguel Brito (CIMO/ESA/IPVC) (revisor)
Manuel Ângelo Rodrigues (ESA/IPBr) (revisor)
Maria Elvira Ferreira (INIAV) (revisor)
Mário Reis (UAlg) (revisor)
Mónica Truninger (ICS)
Raúl Rodrigues (CIMO/ESA/IPVC) (revisor)
Sofia Costa (CIMO/IPVC, CBMA/UM) (revisor)

Índice

Prefácio.....	1
1. COMUNICAÇÕES POR CONVITE	2
Perspetivas da agricultura biológica em Portugal e na União Europeia	3
<i>Jorge Ferreira</i>	
A horticultura biológica e os recursos genéticos vegetais regionais	8
<i>António Marreiros</i>	
2. TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO	14
Avaliação da enxertia na cultura protegida de feijão-verde na região Litoral Norte	15
<i>António L. Ferreira, João A. Capitão, Isabel Mourão, Sofia R. Costa, L. Miguel Brito, Luísa Moura</i>	
Avaliação da enxertia na produtividade e qualidade de feijão-verde na região de Ponte de Lima.....	21
<i>Francisco B. Vaz, Isabel Mourão, Raul Rodrigues, Sofia R. Costa, L. Miguel Brito, Luísa Moura</i>	
Efeito da fertilização nos teores de ácido ascórbico e de açúcares redutores de batata produzida no modo de produção biológico	28
<i>Domingos P. F. Almeida</i>	
Avaliação de substratos com compostados de acácia no enraizamento de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. e <i>Prunus lusitanica</i> L.	32
<i>Isabel Mourão, L. Miguel Brito, Luísa Moura, Virgílio Peixoto, Raúl Rodrigues</i>	
Estudo de diferentes compassos e tipos de poda num olival em modo de produção biológico	38
<i>Inês Saramago, Idália Guerreiro, José Regato, Mariana Regato</i>	
Caracterização da rebentação da tangerineira ‘Setubalense’ em anos de safra e de contrassafra.....	43
<i>Pedro Pacheco, Amílcar Duarte</i>	
Efeito da aplicação de citoquininas de origem natural na quebra de dormência em kiwi	50
<i>Raul Rodrigues, Rui Araújo, Fernão Veloso, Isabel Mourão</i>	
3. FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DAS CULTURAS	57
Influência do solo e de um adubo orgânico na produção de alface biológica	58
<i>L. Miguel Brito, Áurea Sampaio, Rui Pinto, Isabel Mourão, João Coutinho</i>	
Efeito do fosfato de Gafsa e da micorrização na absorção de nutrientes e no crescimento de alface biológica.....	65
<i>L. Miguel Brito, Áurea Sampaio, Rui Pinto, Isabel Mourão, João Coutinho</i>	
Fertilização com composto orgânico: efeito imediato e residual	71
<i>Luísa Coelho, Mário Reis</i>	
Efeito do controlo de infestantes com aves nas propriedades físico-químicas do solo	78
<i>Paulo Miguel S. Pereira, Maria Filomena P. Miguens, Daniela V. S. Santos</i>	
Estudo sobre a fertilização orgânica na produção de alface ao ar livre	84
<i>Rosinda Pato, Rosa Guilherme, João Moreira, Hartmut Nestler, Cristina Galhano</i>	
Potencialidades e limitações da utilização de aparelhos portáteis na avaliação do estado nutricional das plantas	92
<i>Sandra Afonso, Margarida Arrobas, Clara Pinheiro, Isabel Q. Ferreira, M. Ângelo Rodrigues</i>	
Efeito da aplicação de um corretivo orgânico e de um fertilizante orgânico líquido na cultura da hortelã-pimenta (<i>Mentha x piperita</i>) no modo de produção biológico	99
<i>Sandra Carvalho, L. Miguel Brito, Virgílio Peixoto, Isabel Mourão</i>	
4. ESTRATÉGIAS DE PROTEÇÃO DAS CULTURAS.....	106
Proteção biológica contra a da mosca do terrço – <i>Bradysia</i> spp. na propagação vegetativa de plantas aromáticas e medicinais	107
<i>Ana Lopes, Joaquim Morgado, Raúl Rodrigues, Isabel Mourão, L. Miguel Brito, Luísa Moura</i>	

Estudo da capacidade entomopatogénica de fungos fitopatogénicos	114
<i>Ana Marques, Lídia Dionísio, Francisco Pallero-Bueno, Luís Neto</i>	
Estudo comparativo das comunidades de nemátodes em horticultura biológica e convencional.....	120
<i>Andreia Teixeira, Maria Teresa Almeida, Sofia Costa</i>	
Avaliação da resistência de cultivares de feijoeiro (<i>Phaseolus</i> spp.) a <i>Meloidogyne javanica</i> , para uso como porta-enxerto.....	126
<i>David Pires, Sofia Costa, Isabel Mourão, Maria Teresa Almeida</i>	
Uso de fungos antagonistas no controlo de doenças de plantas.....	133
<i>Francisco Bueno-Pallero, Luísa Coelho, João Duarte, Mário Reis, Carlos Guerrero, Lídia Dionísio</i>	
Diversidade de himenópteros associados à cultura da oliveira (<i>Olea europaea</i>) no sul de Portugal	138
<i>Maria Albertina Gonçalves</i>	
Avaliação da resistência de linhagens de feijoeiro ao nemátode <i>Meloidogyne javanica</i> e ao fungo <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	143
<i>Sofia R. Costa, Maria Fernandes Martins, Isabel Mourão, Luísa Moura</i>	
5. MERCADO E SOCIEDADE	150
Oportunidades para desenvolver o mercado de alimentos biológicos em Portugal	151
<i>Catarina Crisóstomo</i>	
Sustentabilidade ambiental e humana da produção de alimentos: uma análise comparativa entre agricultura biológica e convencional	158
<i>Jacinta Fernandes, Gabriela Gonçalves, Amílcar Duarte</i>	
Criar pontes entre agricultura familiar e biológica através da formação no local de trabalho	164
<i>Cristina Amaro da Costa, Davide Gaião, Daniela Teixeira, Helena Esteves Correia</i>	
Cartografia de Áreas Agrícolas de Elevado Valor Natural - Propostas e processos de integração da agricultura biológica.....	171
<i>Tiago Sousa Barbosa, Joaquim Mamede Alonso, Isabel Mourão</i>	

Prefácio

A Agricultura Biológica tem futuro e o futuro é hoje! foi o lema do IV Colóquio Nacional de Horticultura Biológica, que se realizou de 17 a 19 de março de 2016, na Universidade do Algarve, em Faro. Uma iniciativa da Associação Portuguesa de Horticultura (APH), em parceria com a Universidade do Algarve e a Direção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve. O IV Colóquio Nacional de Horticultura Biológica e os colóquios precedentes, realizados em Coimbra (2003), Lisboa (2007) e Braga (2011), têm representado os principais fóruns de intercâmbio técnico-científico dos agentes ligados ao sector da agricultura biológica (AB) em Portugal, contribuindo para o desenvolvimento e demonstração do seu potencial produtivo, económico e ambiental.

A agricultura biológica tem vindo a crescer na União Europeia nos últimos 10 anos a uma taxa média anual de 8% em área e de 11,6% em mercado, ultrapassando em 2012 os 20 000 milhões de euros em vendas. No mesmo ano, a AB ocupava em Portugal 226 425 hectares, distribuídos por 2 885 produtores, principalmente pelo Alentejo, Beira Interior e Trás-os-Montes, com predomínio das pastagens e do olival. A área de hortofrutícolas e de vinha em modo de produção biológico (MPB) é baixa em Portugal, mas a sua produção tem um enorme potencial que urge desenvolver, assim como o valor dos produtos agrícolas biológicos através do seu processamento local. A certificação rigorosa e credível é indispensável para manter a confiança dos consumidores. A partilha de informação entre produtores, técnicos e investigadores gera inovação, que contribui para aumentar a competitividade da agricultura biológica, aumentar o emprego e fortalecer a economia rural.

A edição n.º 25 das Actas Portuguesas de Horticultura, dedicada ao IV Colóquio Nacional de Horticultura Biológica, inclui 27 artigos, de um total de 63 comunicações apresentadas durante o evento sob as formas oral ou em painel, e que constam do Livro de Resumos. Todos os artigos foram submetidos a revisão científica pela comissão científica do colóquio, sendo exceção os dois primeiros artigos resultantes de comunicações por convite.

A realização deste evento só foi possível com o empenho de uma vasta equipa. A todos os membros da comissão organizadora, da comissão científica e do secretariado, assim como aos oradores convidados, aos autores das comunicações e às entidades que, de forma direta ou indireta, apoiaram e patrocinaram a realização deste evento, endereçamos os nossos sinceros agradecimentos.

Isabel de Maria Mourão

Amílcar Duarte

Maria Elvira Ferreira

Luís Miguel Brito

1. Comunicações por convite

Perspetivas da agricultura biológica em Portugal e na União Europeia

Jorge Ferreira

Agro-Sanus - Assistência Técnica em Agricultura Biológica Lda., Calçada Moinho de Vento, 4, 2º, 1150-236 Lisboa, Portugal, jferreira@agrosanus.pt

Resumo

Passados 30 anos desde o início do movimento da agricultura biológica em Portugal, com a fundação da associação AGROBIO em 1985, o setor tem vindo a crescer, mas ainda não atingiu a dimensão e a importância que alcançou noutros países europeus, onde está a deixar de ser um “nicho de mercado”. Na Alemanha, o país da Europa com mais vendas de alimentos de agricultura biológica, já se vendem mais de 7 500 milhões de euros por ano e, no conjunto dos países da União Europeia em que há dados estatísticos (não inclui Portugal), o volume de vendas anuais já ultrapassou os 22 .000 milhões de euros, com um crescimento médio anual de 11% no período de 2004 a 2013 (10 anos).

Em Portugal só temos estatísticas das áreas e culturas certificadas mas não das produções e respetivas vendas. Grande parte dos mais de 200 000 hectares de terra certificados em Portugal como agricultura biológica, são pastagens, com criação de bovinos para produção de carne. Mas a maior parte desses animais nem sequer chega ao prato como carne “biológica”, pois uma boa parte dos produtores opta por vender os animais ainda novos para o mercado convencional. Temos então um setor da pecuária biológica mais dependente do subsídio agro-ambiental à pastagem e menos virado para o mercado, com exceções de alguns produtores (incluindo os de ovos e os de carne de aves), que têm como prioridade o mercado. Já na produção vegetal, na maior parte dos casos, o principal motor é o mercado, seja o nacional (hortícolas, frutos frescos), seja o europeu (hortícolas de estufa, mirtilos e outros pequenos frutos, azeite, vinho, plantas aromáticas e medicinais), seja o mundial (azeite, vinho).

Quanto às perspetivas de crescimento, atendendo à evolução da última década (mesmo em tempos de crise) e ao consumo anual *per capita* (44 euros no conjunto dos habitantes da UE, 210 euros na Suíça e 163 euros na Dinamarca, os dois países do Mundo com maior consumo anual médio por habitante), haverá por certo margem para um crescimento continuado. Esse crescimento continuará a ter como principal motor o mercado, podendo a procura crescer a um maior ritmo no caso de os preços não serem excessivamente altos e de a confiança dos consumidores não for posta em causa, com casos de fraude ou de contaminação indesejada. É preciso ainda um maior desenvolvimento técnico, que permita aumentar a produtividade sem pôr em causa a sustentabilidade, ou seja uma eco-intensificação que permita também baixar os custos unitários de produção e os preços ao consumidor.

Ao nível mundial, o movimento da agricultura biológica, liderado pela federação internacional IFOAM-Organics international, está a lançar a campanha “Organic 3.0” com o objetivo de aumentar a dimensão e a influência positiva no setor na agricultura global e na sociedade em geral.

Palavras-chave: consumo, mercado, preços, volume de vendas

1 - Situação e perspetivas no país e nos diferentes setores de produção em Portugal

Em Portugal não existem estatísticas relativas ao mercado de produtos de agricultura biológica, o que é lamentável atendendo à considerável área de produção e ao aumento da procura. Assim, não se sabe quanto vale o mercado da alimentação biológica em Portugal, nem a parte da produção nacional destinada ao mercado interno ou à exportação.

As estatísticas disponíveis para Portugal continental são relativas às áreas de cultivo por tipo de cultura e por região, e ao número de agricultores. Os dados mais recentes disponíveis, de 2014, indicam uma área total de 228 841 hectares, com a seguinte distribuição por culturas (por ordem decrescente de área): pastagem (66% - 150 824 ha), olival (8% - 18 990 ha), floresta (7% - 16 892 ha), forragem (6% - 13 413 ha), culturas arvenses ou cerealíferas (4% - 8207 ha), pousio (3% - 7437 ha), frutos secos (2% - 4567 ha), vinha (1% - 2767 ha), frutos frescos (1% - 2489 ha), hortícolas (1% - 1982 ha), plantas aromáticas e medicinais (1% - 1272 ha).

Esta distribuição das áreas revela um grande predomínio das pastagens, bastante superior ao que ocorre no conjunto da União europeia (42% de pastagens), e uma dimensão ainda muito reduzida do setor hortofrutícola. Como a carne e o leite resultantes das pastagens biológicas em Portugal, na sua grande maioria não chegam ao mercado com certificação “bio”, este predomínio das pastagens mostra a influência do subsídio agroambiental que se sobrepôs à do mercado. Já nos produtos vegetais frescos,

o mercado tem maior influência e o crescimento tem ocorrido em explorações de menor dimensão e menos dependentes de subsídios.

Verifica-se ainda uma distribuição geográfica muito desigual, com a principal região em área certificada (Alentejo) com 56,4% da área total, e a região com menos área (Beira Litoral) com apenas 0,9% da área total nacional do continente português. Também podemos concluir que as culturas com maiores áreas são aquelas cuja conversão é tecnicamente mais fácil e menos dependente de experimentação e demonstração prévia, e de acompanhamento técnico especializado no terreno.

Esta situação leva a que a oferta de grande parte dos produtos frescos (em especial os hortofrutícolas), não seja suficiente para a procura interna, o que faz com que todos os distribuidores e muitos dos retalhistas, tenham de recorrer à importação doutros Estados-membro e até fora da União Europeia.

O olival e o azeite

O setor com maior área de produção que chega ao mercado biológico é o do olival, em que existem vários lagares a trabalhar bem, nas melhores regiões olivícolas do país – Trás-os-Montes, Beira Interior, Alto Alentejo e região de Moura e Serpa. O azeite destina-se ao mercado nacional e, provavelmente em maior quantidade, à exportação, e é de reconhecida qualidade, com vários prémios em concursos nacionais e internacionais.

O problema é não existir quantidade suficiente para responder à procura. Talvez por isso um produtor transmontano tenha caído na tentação de juntar óleo vegetal refinado ao seu azeite, situação detetada pela Deco e publicada na revista *Proteste*, sem que a empresa certificadora tivesse verificado tão grave infração. Outra situação também grave, foi a aplicação de herbicida num olival biológico, com mais de 100 hectares, na região de Beja, e que teve duas consequências ao nível da certificação. A certificadora que fazia o controlo de agricultura biodinâmica (marca internacional Demeter®) confirmou a irregularidade grave e a Demeter Internacional suspendeu a certificação do azeite. No entanto, a outra certificadora de agricultura biológica, que certificava o olival e o azeite como biológico, procurou encobrir a situação, tendo-se arrastado o processo alguns meses até à suspensão definitiva do olival em causa. Com a suspensão dos olivais e de acordo com a informação da autoridade competente (DGADR), o operador em causa passou a produzir e comercializar azeite “biológico” a partir de azeitona doutros produtores com certificação.

Situações como esta, para além de darem uma má imagem ao setor, prejudicam não só os consumidores, mas todos os produtores que cumprem as regras e com muito esforço e dedicação. Apesar deste tipo de situações fraudulentas, felizmente que são casos raros e isolados, pois temos produtores com azeite biológico de muita qualidade, que são honestos e que continuam a vender bem o seu produto.

A vinha e o vinho

Na viticultura biológica Portugal tem tido uma boa evolução qualitativa, embora a área cultivada ainda seja relativamente pequena em comparação, por exemplo, com os cerca de 80 000 ha em Espanha. Mas também aqui a aposta tem de ser na qualidade, incluindo a componente de contaminação química relacionada com os pesticidas aplicados nas vinhas “convencionais” de parcelas próximas. Se o vinho “biológico” é difícil de diferenciar na prova, em comparação com um vinho “convencional”, já no que diz respeito à presença de resíduos de pesticidas a situação é bem mais favorável aos “biológicos”. O estudo realizado pela Deco em 2015 aponta nesse sentido, pois apesar de dois dos 15 vinhos biológicos (13%), analisados pela Deco/*Proteste* em 2015, conterem resíduos de pesticidas químicos, os vinhos “convencionais” no mesmo estudo, apresentaram um ou mais resíduos em 71% das garrafas analisadas, incluindo 5 pesticidas diferentes num dos vinhos nacionais. Se em 13 dos 15 vinhos biológicos analisados não foi detetado qualquer pesticida, isso quer dizer que é possível a produção biológica sem a aplicação dos pesticidas de síntese química que, em tão grande quantidade, são aplicados nas vinhas convencionais e de produção integrada em Portugal. Porque não produzir mais “organic wine”, agora que também já temos normas comunitárias para a vinificação biológica e mercado para o mesmo (Regulamento EU nº 203/2012). Em algumas regiões, a pressão de pragas e doenças da vinha ainda é muita, o que aumenta os riscos de perdas de produção. Mas trabalhando bem e duma forma mais preventiva, podem-se obter boas produções.

A aplicação de cobre como fungicida é um dos temas mais polémicos e criticados, mas é possível evitar excessos de cobre, respeitando a dose máxima autorizada (6 kg/ha e ano de cobre elementar, ou 3 kg/ha e ano na agricultura biodinâmica), que previne eventuais contaminações do solo. Nos casos de vinhas antigas ou instaladas em terrenos que já eram de vinha, o cobre do solo deve ser analisado desde o início da conversão para agricultura biológica, de modo a identificar eventuais casos de acumulação excessiva deste elemento, micronutriente importante para a vinha, mas que não deve

ultrapassar o limite legal na EU para a agricultura em geral, de 30mg/kg de terra seca. O intervalo mais adequado é de 0,9 a 7,0 mg/kg (método de análise Lakanen), pois abaixo de 0,9 mg/kg começam a surgir carências, e acima de 7 mg/kg, começam os riscos de toxicidade para organismos do solo (fungos, minhocas) e para as plantas. Para a produção biodinâmica as regras são mais exigentes, quer quanto ao uso do cobre (metade da dose autorizada em agricultura biológica), quer quanto à utilização dos “preparados biodinâmicos” e do cumprimento do “calendário biodinâmico”. A agricultura biodinâmica certificada e identificada pela marca Demeter®, tem já bastantes adeptos na viticultura mundial, com vinhos de muita qualidade e um mercado particular no centro e norte da Europa.

O pomar e os diferentes frutos, frescos, secos e secados

Porventura um pouco mais difícil que a vinha é a produção frutícola, com algumas variedades sensíveis às doenças, como é o caso da pêra Rocha. No entanto, até esta variedade, sensível a doenças como o pedrado e a estenfiliose, é possível produzir em agricultura biológica. Existe ainda um número muito escasso de produtores e de pomares em produção certificada, mas os primeiros a conseguir já estão a vender a pêra a preços que rentabilizam o seu trabalho e investimento, apesar de produtividades mais baixas. É que, quando se vendem peras a 1 €/kg, já não é preciso exigir tanto das árvores nem torná-las tão dependentes de adubos, água, reguladores de crescimento e de pesticidas. Já se consegue obter uma produção média de 20 t/ha de boas peras biológicas, sem resíduos de pesticidas de síntese e, ao preço referido. Já é possível ganhar dinheiro, mesmo que se tenha de investir em frio, pois ainda são muito poucas as centrais fruteiras a trabalhar com fruta biológica. É de sublinhar também que, num anodo intenso ataque de estenfiliose, como foi o ano de 2015, o ataque foi intenso em alguns pomares “convencionais”, enquanto os “biológicos” tiveram apenas ligeiros ataques, com a maioria das peras de boa qualidade, com a sua forma natural, sem alongamentos hormonais, com carepa mas muito doces e aromáticas.

Ainda na proteção fitossanitária, tem sido constatado, não só em 2015, como em anos anteriores, que a psila da pereira deixou de ser problema. Será que foi por se ter substituído o azoto sintético pelo azoto da fava e do trevo? Ou porque as doenças foram tratadas com cobre e enxofre e não com fungicidas de síntese química? Ou porque se deixaram de aplicar inseticidas não seletivos que matavam os insetos auxiliares e agora o bichado é combatido com um inseticida microbiano e não um químico, que só mata a lagarta do bichado e não é tóxico para insetos ou ácaros auxiliares (e nem sequer para outras lagartas)? São questões que alguns países têm estudado com ensaios e análises, mas em Portugal para a produção biológica em geral e para a pêra Rocha biológica em particular, há muito pouca investigação e demonstração, o que deveria ser uma prioridade, nomeadamente na Medida de Inovação do PDR2020.

Noutras frutas como a maçã será porventura mais fácil produzir “biológico”, se forem cultivadas as variedades mais resistentes às doenças, em particular ao pedrado. Já existem diversas variedades resistentes disponíveis comercialmente, embora a maior parte estrangeiras e não testadas ainda nas condições de solo e clima de Portugal. É mais uma cultura a estudar e a desenvolver no país em fruticultura biológica. Uma outra razão, não menos válida, para apostar na produção biológica de pêra (prioritariamente a Rocha) e de maçã, é o baixo preço ao produtor que estes frutos têm tido na produção convencional e integrada nos últimos anos. De acordo com dados de cinco organizações de produtores (OP) da região Oeste, os valores entre 2010 e 2014 foram os seguintes:

- Pera Rocha convencional: preço = 0,29€/g; custo = 0,24€/kg; rendimento líquido = 0,05€/kg = 1500€/ha (30 000kg/ha);
- Maçã convencional: preço = 0,27€/kg; custo = 0,21€/kg; rendimento líquido = 0,06€/kg = 2700€/ha (45 000 kg/ha).

Já na pera biológica, com dados de uma das poucas OP que trabalha no setor, os números são mais favoráveis:

- Pera Rocha biológica: preço = 1,00€/kg; custo = 0,50€/kg; rendimento líquido = 0,50€/kg = 10 000€/ha (20 000 kg/ha).

Outros frutos frescos têm também mercado e condições para a produção, como é o caso da romã que se começa a produzir no Alentejo (região de Beja e de Alentejo) com bons resultados.

O setor dos pequenos frutos tem também alguns produtores, nomeadamente de mirtilo, amora, framboesa e morango, sendo este último o mais procurado, talvez por ser mais evidente a diferença no aroma e no sabor.

Nos frutos secos biológicos também é possível o aumento da produção e da exportação, em especial de amêndoa e noz, principalmente nas regiões interiores onde haja regadio, como o caso do Alentejo no perímetro de rega da barragem de Alqueva.

Outro setor frutícola com potencialidades é o dos frutos secados, em especial o figo, que já se produz, transforma e exporta no Algarve.

A horta de ar livre e de estufa, para fresco e para a indústria

A produção hortícola, apesar da ainda reduzida área de produção nacional, é aquela que mais chega ao consumidor português pois, por um lado, quem cultiva legumes biológicos tem como principal motivação o mercado e não o subsídio e, por outro lado, o consumidor procura em primeiro lugar os produtos frescos hortofrutícolas. Salvo raras exceções de produção hortícola para exportação (caso do tomate em estufa, ou do espargo verde que se começa agora a produzir com alguma dimensão), a grande maioria é para o mercado nacional e produzido por pequenas empresas, muitas delas familiares. É também de salientar que grande parte da produção é vendida em circuitos curtos, em mercados de venda direta, em lojas especializadas, ou em entrega domiciliária ao consumidor pelo chamado sistema de “cabazes” com pré-encomenda. Desta forma, torna-se possível ter melhores preços ao produtor sem subir demasiado os preços no consumidor. No caso de venda em grandes superfícies, os produtos frescos muitas vezes atingem preços muito altos, em parte porque têm de ser pré-embalados para evitar misturas com os não biológicos e porque as margens de comercialização são altas.

No setor hortícola existe ainda alguma produção para a indústria, os chamados horto-industriais, seja no tomate para concentrados e seus derivados, seja no brócolo para congelar, havendo em ambos os casos um potencial de crescimento, com o mercado e a indústria a precisarem de produto biológico que os agricultores ainda não têm em quantidade suficiente.

No setor hortícola também é necessário mais conhecimento aplicado, pois subsistem alguns problemas de difícil resolução quando os produtores não têm suficiente informação ou tecnologia para os resolver. É de salientar a produção biológica de cenoura, que é de tal modo exígua em Portugal que a grande maioria da que chega ao mercado nacional é importada. Isto é ainda mais grave quando os distribuidores estrangeiros solicitam este produto a Portugal na época em que no Norte da Europa não conseguem produzir e os produtores nacionais não são capazes de responder, perdendo a oportunidade de valorizar a sua produção.

As searas, o pão e as rações

Nos cereais, por razões climáticas e de solos de baixa fertilidade, não temos as melhores condições, em especial para os de praga e de sequeiro e, por isso, a produção de trigo e centeio nacionais é diminuta e não chega para o pão biológico que já por cá se faz e consome. Há também falta e procura de milho grão para rações, e de milho doce para alimentação humana, pelo que, havendo água para a rega, é uma cultura a considerar. Podemos também acrescentar as proteaginosas, como a fava-ratinha, a ervilha forrageira, o tremçoço, o grão-de-bico, o feijão-frade, e até o chícharo (nos solos calcários), como culturas com algum potencial para o mercado biológico, que procura alternativas aos alimentos de origem animal.

As plantas para os temperos e para a farmácia

Finalmente o setor das plantas aromáticas e medicinais teve um grande crescimento nos últimos anos graças à entrada de muitos jovens agricultores, o que está a permitir o aumento da exportação, visto o mercado interno não absorver o referido aumento de produção. Temos boas condições naturais para produzir com qualidade, mas a produção e venda de plantas secas a granel tem uma rentabilidade limitada, devido aos preços baixos que resultaram do aumento de uma oferta não organizada.

A viabilidade de muitas das novas unidades de produção passa por boas tecnologias de produção e secagem que assegurem a melhor qualidade, e pela criação de organizações de produtores que promovam e valorizem o produto, como aliás já está a acontecer.

2 - A agricultura biológica na União Europeia

No conjunto dos países da União Europeia em que há dados estatísticos, o volume de vendas anuais já ultrapassou os 22 000 milhões de euros (dados de 2013), com um crescimento médio anual de 11% no período de 10 anos entre 2004 e 2013 (Willer, 2015). O mercado europeu é o segundo no mundo depois do norte-americano (FIBL & IFOAM, 2015) e outros mercados estão também a crescer, como o brasileiro e o chinês. Esta tendência de crescimento europeu e mundial deverá manter-se. No entanto, à medida que mais produtores vão entrando para responder a essa procura, aumenta também o risco de incumprimento e de perda de confiança dos consumidores. Este é pois um dos pontos críticos para um crescimento sustentável, porventura o mais importante para a sustentabilidade económica do setor.

Há também que passar a considerar as externalidades que são efeitos não desejados, habitualmente de custos não quantificados, mas que devem passar a sê-lo.

3 - A qualidade alimentar, a certificação e a confiança como fatores de valorização e de crescimento

Os estudos comparativos entre o mesmo tipo de alimentos em diferentes modos de produção – convencional e biológico – têm mostrado melhor qualidade nutricional e sanitária para os “biológicos”. Em 2006 foi publicado pelo Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), na Suíça, uma síntese de 98 estudos publicados em vários países (Alfoldi et al., 2006), que revelou as seguintes diferenças:

- Ácidos gordos essenciais (ómega 3 e ácido linoleico conjugado) - 10 a 60% mais em leite, queijo e carne;
- Minerais - mais ferro e magnésio em hortícolas;
- Vitaminas - 5 a 90% mais em frutos e hortícolas;
- Antioxidantes - 10 a 50% mais em frutos e hortícolas e vinho;
- Resíduos de pesticidas - 200 vezes menos nos alimentos biológicos, com uma média de 0,002 mg/kg contra 0,4 mg/kg nos alimentos convencionais.

Mais recentemente, em 2014, o estudo de meta-análise mais completo até agora publicado, com base em 343 estudos comparativos de alimentos de origem vegetal, mostrou as seguintes vantagens para os alimentos biológicos (Baranski et al., 2014):

- Antioxidantes - ácidos fenólicos (+19%), flavononas (+69%), estilbenos (+28%), flavonas (+26%), flavonóis (+50%) e antocianinas (+51%);
- Metais pesados - cádmio (-48%);
- Nitratos (-30%) e nitritos (-87%);
- Pesticidas - 10% de presença em alimentos biológicos, contra 75% em frutos convencionais, 32% em hortícolas convencionais, e 45% em produtos transformados também convencionais.

Os consumidores procuram os alimentos de agricultura biológica e biodinâmica principalmente pela sua melhor qualidade e também por serem os únicos modos de produção agrícola que não permitem os organismos geneticamente modificados (OGM), sejam variedades transgênicas, sejam outros organismos. Para dar maior garantia de que as normas de produção, conservação, armazenamento, importação e certificação, são cumpridas de forma semelhante em todos os Estados-membro, a legislação comunitária é a mesma, na forma de regulamento, que não precisa de ser transposta para a lei nacional: Reg. (CE) n.º 834/2007; Reg. (CE) n.º 889/2008 (regulamentação do anterior); Reg. de execução (UE) n.º 354/2014 (altera os anexos I, II, V e VI do Reg. 889/2008).

Apesar desta uniformidade, há diversas formas de pôr em prática esta legislação, de que resulta um modo de fazer agricultura com diferentes níveis de intensificação e de valor acrescentado. A certificação das práticas e dos produtos finais é obrigatória quando o alimento se destina ao mercado. Em Portugal, em que o Estado delegou em empresas privadas esse serviço, há um número, porventura excessivo, de empresas de controlo e certificação (OC), que competem entre elas pelo baixo preço, diminuindo em simultâneo o nível de controlo, nomeadamente pelo reduzido número de análises feitas, e o número de visitas.

4 - Conclusões

A produção de agricultura biológica tem ainda pela frente um longo caminho com potencial de crescimento para o mercado nacional, europeu e mundial. É o modo de produção agrícola que mais valoriza a produção, mas essa valorização está dependente da boa qualidade do produto e da confiança que o consumidor tiver no produtor e no sistema de certificação, pois só assim estará disposto a pagar mais, e também a apoiar, desta forma, o agricultor, tornando-o menos dependente dos subsídios agrícolas. Falta também mais inovação, experimentação e demonstração, pois muitas vezes têm de ser os próprios produtores a inovar com produtos e tecnologias que ainda não foram testadas em Portugal.

Referências

- Alfoldi, T., Berner, A., Böhrer, K. Fliess-Bach, A. & Fruh, B., 2006. Qualité et sécurité des produits bio. Dossier FiBL n° 4, 24pp.
- Baranski M., Srednicka-Tober D., Volakakis N., Seal C., Sanderson R., Stewart GB, Benbrook C., Biavati B., Markellou E., Giotis C., Gromadzka-Ostrowska J., Rembiałkowska E., Skwarło-Sońta K., Tahvonon R., Janovská D., Niggli U., Nicot P. & Leifert C., 2014. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systemic literature review and meta-analyses. *British Journal of Nutrition*, 112, 794-811.
- FiBL & IFOAM, 2015. *The World of Organic Agriculture 2015*. Frick and Bonn.
- Willer, H., 2015. *The European market for organic food*. BIOFACH, Nürnberg, Germany, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Suíça.

A horticultura biológica e os recursos genéticos vegetais regionais

António Marreiros

Direção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve, Apartado 282, Patação, 8001-904 Faro, Portugal, marreiro@drapalg.min-agricultura.pt

Resumo

Neste trabalho abordam-se as principais vantagens da utilização de variedades regionais/variedades tradicionais para a horticultura/agricultura biológica. Apresenta-se o trabalho desenvolvido nesta área pela Direção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve (DRAP Algarve), nomeadamente em horticultura herbácea biológica, com variedades tradicionais. Perspetiva-se o futuro destas linhas de trabalho, iniciadas há alguns anos, com variedades/acessos de fruteiras regionais de citrinos, alfarrobeira, amendoeira, figueira, macieira/pero-de-Monchique, nespereira, romãzeira e videira.

Estes estudos iniciaram-se com a localização de variedades/acessos, recolha de material vegetal, multiplicação, instalação de coleções, caracterização do material regional recolhido e a sua potencial utilização na horticultura biológica.

A preservação e valorização dos recursos genéticos beneficiam da possibilidade de um aproveitamento económico, nomeadamente, através da produção biológica que permitirá a obtenção de preços mais elevados à produção e uma oferta diversificada e diferenciada de produtos, para além das conhecidas vantagens para o ambiente e para a saúde das pessoas, proporcionadas por este modo de produção.

Palavras-chave: variedades tradicionais, horticultura herbácea, fruteiras

Abstract

Organic horticulture and regional plant genetic resources

This work evaluates the main advantages of using horticultural landraces in organic farming. It presents the work developed by the Direção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve (DRAP Algarve, particularly with organic vegetable crops using traditional cultivars. Evaluation of fruit crops are also on the way, concerning regional varieties of citrus, carob, almond, fig, apple (pero-de-Monchique), loquat, pomegranate and vine. These studies include localization, identification, multiplication, installation in collections, characterization of the material and their potential use in organic production.

The preservation and enhancement of genetic resources benefit from the possibility of an economic return, particularly through organic production, which may allow higher prices for the producers and a diverse and differentiated product for the consumers, as well as the known advantages for the environment and people's health, provided by this production system.

Keywords: fruit crops, traditional varieties, vegetable crops

1 - A Agricultura Biológica e a importância da preservação dos recursos genéticos

De acordo com o Regulamento (CE) N.º 834/2007 do Conselho de 28 de junho de 2007, relativo à produção biológica, no seu primeiro considerando (1) refere que, “a produção biológica é um sistema global de gestão das explorações agrícolas e de produção de géneros alimentícios que combina as melhores práticas ambientais, um elevado nível de biodiversidade, a preservação dos recursos naturais,...”. Refere ainda no seu artigo 3.º (Objetivos), a), ii) “Contribua para um elevado nível de diversidade biológica.”

No Codex Alimentarius: Organically Produced Foods, a FAO e a OMS, definem a Agricultura Biológica (AB) como um “sistema de produção, que promove e melhora a saúde do ecossistema agrícola, incluindo a biodiversidade, os ciclos biológicos e a atividade biológica do solo” (FAO-OMS, 2007).

A IFOAM (Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Biológica) define os princípios subjacentes à Agricultura Biológica - saúde, justiça, precaução e ecologia - referindo sobre este último que “o respeito pelo ambiente leva, em Agricultura Biológica, ao desenho de sistemas

agrícolas onde se inclui a criação de habitats e a manutenção da diversidade genética e agrícola, ...". (www.agrobio.pt).

De acordo com Snežana et al. (2002), citada por Roljevic et al. (2014), quase todos os métodos usados para aumentar a agrobiodiversidade são usados em sistemas de cultivo biológico, nomeadamente: intensificação da rotação de culturas, policultura, culturas intercalares e estabelecimento de explorações agrícolas ecológicas integradas.

Do exposto, podemos encontrar um denominador comum, que é a manutenção e o fomento da biodiversidade como algo fundamental para o cultivo biológico.

2 - A situação dos recursos genéticos vegetais no Mundo

A perda da biodiversidade é uma ameaça muito séria para o nosso planeta e, conseqüentemente, para a humanidade. É uma ameaça normalmente silenciosa, "invisível", rápida mas não imediata, normalmente indolor, enfim, tem todas as características para que, não sendo um processo alarmista - como alguns que fazem as capas dos jornais ou merecem o destaque da restante comunicação social - ser muito real, perigosa e causar, dada a sua natureza, danos irreparáveis e irreversíveis.

Com a intensificação da agricultura, os sistemas agrícolas de subsistência, habitualmente com grande biodiversidade, foram dando gradualmente lugar a sistemas mais especializados, onde a monocultura impera, provocando o desaparecimento de um incalculável património genético, como é o caso das variedades de árvores de fruto que se foram modelando ao longo dos tempos (Strecht, 2009).

As variedades regionais das plantas cultivadas são um património de inestimável valor para toda a humanidade. Estas variedades foram obtidas, selecionadas e mantidas em todas as civilizações, ao longo de gerações, nas suas regiões. Este material vegetal faz parte do património regional, cultural também, com influência ainda hoje em muitas manifestações de cultura popular, com ligações "umbilicais" aos agricultores, que as tratavam como seres especiais, que ano após ano, entravam nas suas vidas e permitiam o seu sustento e da sua família, sendo esses produtos da terra dados ou trocados com amigos e vizinhos, com um salutar orgulho. Estas plantas locais eram a garantia de que, sobretudo no caso das hortícolas, podiam continuar a cultivar, sem custos acrescidos, nem necessitar de comprar sementes, eventualmente por vezes mais produtivas ou precoces, como o caso dos híbridos, mas que não permitiam continuar a ser guardadas pelos agricultores para serem utilizadas na campanha do ano seguinte.

Nos finais do século XIX/início do século XX, o melhoramento das plantas cultivadas fazia-se sobretudo numa escala muito local, normalmente de forma empírica pelos agricultores (Reis, 2007). Com o desenvolvimento da agricultura "moderna" e principalmente após a II Guerra Mundial, com o incremento da mecanização e desenvolvimento dos agroquímicos, foi promovida a seleção intensiva das plantas principalmente com o objetivo de incrementar a produtividade, muitas vezes à custa de uma maior utilização dos novos e cada vez mais caros fatores de produção. Esta melhoria da produtividade obteve-se por vezes em detrimento de outros aspetos que, no presente, retomaram a sua importância, tais como a qualidade, a resistência a pragas e doenças, e aspetos particulares com implicação nos usos, tradições e costumes locais, entre outros. Assim, a grande diversidade de variedades regionais que se cultivavam até meados do século passado, começaram a desaparecer de uma maneira rápida, substituídas por novas variedades, originado uma muito significativa erosão genética. Por ironia da história, esta situação, não se verificou no entanto, de igual forma, em todo o mundo. Foi nos países com uma agricultura menos desenvolvida que essa "erosão genética" menos se verificou, pois por razões de insuficiente capacidade financeira, os agricultores mais pobres não tiveram acesso a essas novas variedades, normalmente importadas, mais caras e também normalmente mais exigentes em fatores de produção.

Tentando inverter esta situação, Portugal inclui-se neste movimento global de recuperação da biodiversidade. A redução do cultivo das variedades regionais, constitui pois um grave problema pela perda da biodiversidade que acarreta. Estima-se que se tenha perdido, a nível mundial, desde o final do séc. XIX, cerca de 75% da diversidade genética na agricultura. Como casos drásticos, citam-se as variedades de trigo na China que, entre 1949 e os anos 70, passaram de cerca de 10 000 para apenas 1 000, ou as variedades de arroz nas Filipinas onde, de milhares de variedades, se passou ao cultivo apenas de duas, em 98% da área desta cultura (Nierenberg & Halweil, 2005, citado por Reis, 2007).

Nos últimos 70 anos surgiram novas cultivares, algumas mais produtivas, com produções mais regulares, com algumas resistências a agentes patogénicos, etc., ainda que em detrimento da variabilidade e da biodiversidade cultivada anteriormente. No caso das maçãs, o consumidor compra cerca de seis variedades por ano, todo o ano, e em quase todo o lado, muitas vezes por ausência de oferta de outras variedades. Estão neste grupo as variedades Fuji, Golden, Royal Gala, Pink Lady,

Raineta e Granny Smith. Esta situação poderá levar a que, na Europa, 2 000 variedades de macieiras estejam em risco de extinção. As variedades tradicionais, não sendo altamente rentáveis, são valorizadas pela via da produção biológica e têm uma herança genética que as torna resistentes a pragas e doenças. (Programa Biosfera, 2015).

A maior parte da população mundial é alimentada com base em apenas 10 espécies cultivadas de plantas, ficando muitas outras subaproveitadas. Segundo a FAO, só quatro das cerca de 30 000 espécies de plantas alimentares - arroz, trigo, milho, batata - fornecem 60% da dieta alimentar do mundo, e destas utilizamos poucas variedades/cultivares de cada uma.

Ao longo de 10 000 anos da história da agricultura, foram domesticadas cerca de 7 000 espécies vegetais para satisfazer necessidades alimentares, de vestuário e industriais. Atualmente, apenas se cultivam cerca de 150 dessas espécies que apresentam, na sua diversidade genética, a herança de todas as experiências práticas dos agricultores através dos tempos, dos intercâmbios culturais resultantes do cruzamento dos povos, migrações, conquistas ou descobertas, que se transmitiram de geração em geração (Rump, 2004, citado por Ferreira, 2012).

Os recursos da Terra estão a ser depredados também por causa de formas imediatistas de entender a economia e a atividade comercial e produtiva. A perda de florestas e bosques implica simultaneamente a perda de espécies que poderiam constituir, no futuro, recursos extremamente importantes, não só para a alimentação mas também para a cura de doenças e vários serviços. As diferentes espécies contêm genes que podem ser recursos-chave para resolver, no futuro, alguma necessidade humana ou regular algum problema ambiental. (Papa Francisco, 2015).

3 - Vantagens e inconvenientes das variedades regionais/tradicionais para a Agricultura Biológica/Horticultura Biológica

Segundo diversos autores, com destaque para Ferreira (2012), as principais vantagens da relação entre agricultura biológica e as variedades tradicionais/regionais são:

- Menor dependência de fornecedores de sementes/plantas;
- Conservação das variedades enquanto património genético e recurso disponível para o agricultor;
- Maior diversidade de variedades, logo maior biodiversidade, com as vantagens que são inerentes, nomeadamente para a desejada sustentabilidade;
- A AB dá um importante contributo para a conservação *in situ*, mantendo a biodiversidade agrícola, fator de produção fundamental para a AB;
- Oferta diversificada e diferenciada de produtos agrícolas ao consumidor, com origem em variedades regionais, permitindo também o seu consumo ao longo de um maior período de tempo como, por exemplo, no caso da maçã, que permite ter produções de junho a outubro;
- Maior procura por parte de alguns consumidores, que reencontram antigos sabores;
- As variedades regionais têm um maior valor para a alimentação humana, por apresentarem uma composição química mais rica e variada em compostos importantes para a nutrição e a saúde;
- Variedades mais adequadas à produção de certos alimentos, como os milhos regionais para produção de broa, ou confeção de pratos regionais como o xarém (Reis, M., comunic. pessoal), ou as variedades regionais para a produção de doce fino de amêndoa;
- Variedades bem adaptadas às condições do meio onde se desenvolveram e foram sendo cultivadas, com maior rusticidade, facilitando assim a AB;
- A preservação das variedades regionais permite a manutenção de tradições;
- Quando as quantidades a comercializar não permitem preços concorrenciais, o cultivo de variedades regionais em AB é uma opção a considerar, face à obtenção de um melhor preço na produção (ex: as maçãs 'Riscadinha-de-Palmela' e 'Bravo-de-Esmolfe');
- Algumas variedades são mais resistentes ou tolerantes a algumas pragas e doenças, permitindo uma redução do número de tratamentos fitossanitários, com a consequente redução de custo de produção e vantagens para a AB e o ambiente.

Como principais inconvenientes referem-se nalguns casos, menor produtividade e maior alternância de produção e também, em alguns casos, a menor resistência a determinadas doenças, quando comparadas com variedades selecionadas especificamente para essas doenças.

Assim, para cada cultura e região, o agricultor biológico deve ponderar a utilização de variedades regionais que melhor se adaptem ao seu caso, como a sua localização, possibilidade de comercialização, não apenas nos mercados locais mas também para mercados com elevado poder de compra que apostam numa elevada qualidade, com vantagens para si e para a sociedade.

4 - Trabalho desenvolvido com variedades regionais da DRAP Algarve

Até 2011, a DRAP Algarve desenvolveu um significativo trabalho na área da preservação do material regional de fruteiras e videira, iniciado no final da década de oitenta do século passado, e incrementado significativamente na década de noventa, que levou à implantação nesses anos de coleções em terrenos da DRAP Algarve:

- Coleções do Centro de Experimentação Horto - Frutícola do Patacão (CEHFP)
- Coleção de Citrinos e Banco de Germoplasma
- Coleções do Centro de Experimentação Agrária de Tavira (CEAT)
- Coleção de Variedades Regionais de Alfarrobeira, Amendoeira, Figueira e Nespereira.
- Coleção Ampelográfica de Castas de Videira, de Vinho e de Mesa.

Já no início deste século, para além de se terem mantido estas coleções, foi desenvolvido entre 2001 e 2004, também trabalho na área dos recursos genéticos no âmbito de um Projeto de colaboração com a Escola Superior Agrária de Santarém, o Banco Português de Germoplasma Vegetal (BPGV) e a Universidade do Algarve (UAlg), com o objetivo de caracterizar e avaliar o germoplasma de Cucurbitáceas dos géneros Cucurbita (abóboras) e Citrullus (melancias), tendo em vista a demonstração das suas potencialidades. O estudo foi completado com a caracterização morfológica e molecular dos acessos existentes, bem como a avaliação agronómica do germoplasma mais promissor.

De 2002 a 2005, o trabalho desenvolvido noutro projeto de colaboração com a Associação Portuguesa de Agricultura Biológica (AGROBIO), e a UAlg, permitiu estudar, na área da horticultura herbácea, algumas variedades tradicionais, do Algarve e de outras zonas do país, provenientes maioritariamente do BPGV, e compará-las com os híbridos comerciais normalmente utilizados na região, como por exemplo no caso do tomate, melão, feijão-verde e fava em AB.

De uma forma global poderemos dizer que, sendo normalmente variedades menos produtivas, as variedades tradicionais têm características organolépticas mais apelativas para o consumidor e apresentaram, nalguns casos, menos problemas fitossanitários. Refira-se a título de exemplo o caso das variedades de tomate provenientes do BPGV, ainda que particularmente vocacionadas para os mercados locais e de proximidade, pela sua limitada capacidade de conservação. Algumas variedades tradicionais, com características idênticas a estas, começam já a ser encontradas nos mercados tradicionais algarvios, situação que não ocorria no passado mais próximo.

Mais recentemente, na área das fruteiras, o trabalho de preservação das variedades tradicionais foi claramente ampliado, com o desenvolvimento de um Projeto, de 2011 a 2015, em que se desenvolveram várias ações, com diversas espécies frutícolas (citrinos, alfarrobeira, amendoeira, figueira, nespereira, romãzeira e macieira - 'Pero-de-Monchique').

Os objetivos, direcionados para a Região do Algarve (mas com interesse para a agricultura portuguesa), incluíam a prospeção, recolha, conservação, caracterização e valorização de variedades tradicionais das espécies acima referidas, contribuindo assim, para a valorização e preservação do património genético nacional, que se encontra claramente ameaçado e em contínua erosão e para um desenvolvimento sustentado das atividades agrícolas e do meio rural (cada vez mais desertificado e com menos opções de desenvolvimento). Pretendia-se também contribuir para o estabelecimento de uma Rede Nacional de Coleções de Referência e de Coleções Regionais de Variedades Tradicionais de Fruteiras.

Através das variedades tradicionais das nossas fruteiras, com um aproveitamento económico a nível local e regional, pretendia-se valorizar o mundo rural. Com as variedades preservadas, é possível desenvolver alguns sectores da agricultura nacional, nomeadamente através da diversificação e valorização dos produtos tradicionais de base local e da Agricultura Biológica, tentando assim corresponder, à maior procura por este tipo de produtos específicos a nível nacional e internacional, aos quais, normalmente se associa uma maior qualidade. A elaboração de uma "Lista Nacional de Variedades Tradicionais" era outro dos objetivos do projeto.

Com objetivos e metodologias idênticas, foi desenvolvido um outro projeto, que decorreu entre 2011 e 2014, para prospeção e conservação da variabilidade genética das castas de videira autóctones nas regiões do Alentejo e Algarve. Assim, no âmbito destes projetos, a localização e recolha de material vegetal, foi efetuada principalmente em 2011 e 2012, tendo o início da plantação das Coleções ocorrido em 2013 no CEAT, e continuado no CEHFP (só a Coleção de Citrinos).

Atualmente (março de 2016) existem 892 variedades/acessos, incluindo material já existente em coleções anteriores e material recolhido mais recentemente, nestes projetos, assim distribuído:

- Fruteiras - 612 variedades
- Citrinos - 227, das quais 148 já instaladas em campo
- Alfarrobeira - 43

- Amendoeira – 122
- Figueira – 97
- Nespereira – 23
- Pero-de-Monchique (Macieira) – 32
- Romãzeira – 68
- Coleção Ampelográfica Regional (Videira) – 280 castas
- Uva de Vinho (Brancas) – 98
- Uva de Vinho (Tintas) – 84
- Uva de Mesa (Brancas) – 42
- Uva de Mesa (Tintas) – 56

O termo “variedade”, utilizado no âmbito das Coleções, corresponde a diferentes entradas/acessos nas mesmas de materiais vegetais de proveniência diversa, que se presume serem diferentes do material vegetal já recolhido, maioritariamente disperso pelo Algarve, com boa adaptação às condições edafoclimáticas locais. Nestas Coleções, estão também algumas variedades comerciais como referência/testemunhas. A caracterização que está a ser realizada destes materiais é de natureza agronómica, física, química e organolética (utilizando diversos parâmetros qualitativos e quantitativos), bem como genética (nalguns casos), utilizando marcadores moleculares. Decorre em paralelo uma caracterização de acordo com os descritores do – Instituto Comunitário das Variedades Vegetais (CPVO), da União Internacional para a Proteção das Obtenções Vegetais (UPOV) e do Instituto Internacional dos Recursos Genéticos Vegetais (IPGRI).

Este trabalho permitirá posteriormente escolher os melhores materiais, de cada uma das espécies em estudo, enquadrá-los na legislação vigente e disponibilizá-los para a agricultura regional, preservando e conservando assim, a longo prazo, *in situ*, estes recursos genéticos, tirando partido da sua potencialidade económica, antes que ocorra o seu total desaparecimento. A sua potencial utilização na agricultura biológica será extremamente interessante e contribuirá certamente para a preservação das variedades tradicionais.

5 - Considerações finais

Como considerações finais, importa referir que, apesar da preservação e da valorização dos recursos genéticos tradicionais ser uma tarefa de todos, ela poderá ser efetuada sempre com mais garantias de sucesso se estes materiais vegetais tiverem um aproveitamento económico nomeadamente, e de uma forma mais vantajosa, através do cultivo biológico que permite melhores preços à produção, com uma oferta diversificada e diferenciada de produtos agrícolas ao consumidor, com origem em variedades regionais.

Em síntese, duas referências bibliográficas irão ajudar-nos a concluir o nosso pensamento: “...torna-se indispensável um consenso mundial que leve, por exemplo, a programar uma agricultura sustentável e diversificada, ...” (Papa Francisco, 2015), e “Assim, os inúmeros exemplos práticos demonstram que não só é possível e viável produzir excelentes produtos tradicionais, nomeadamente com base nas variedades regionais, como também que os sistemas de agricultura sustentável, como é o caso da produção biológica, devem dar-lhes preferência, sempre que possível.” (Strecht, 2009).

A finalizar, importa recordar que a biodiversidade enquanto fator de produção fundamental para a AB, é perfeitamente assumido e não questionado pelos intervenientes neste modo de produção, como se procurou mostrar com este trabalho, com a informação apresentada e com os resultados obtidos no trabalho que se tem vindo a realizar no Algarve nestas duas áreas.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido com o apoio dos seguintes projetos: Projeto Agro N.º 58 Recursos Genéticos de Cucurbitáceas - abóboras e melancias; Projeto Agro N.º 282 Hortofruticultura em Agricultura Biológica; Projeto PRODER N.º 18 642, “Prospecção, recolha, conservação e caracterização de variedades tradicionais de fruteiras algarvias, com interesse para a agricultura portuguesa/FRUTALG”; Projeto PRODER N.º 18 999 “Prospecção e conservação da variabilidade genética das castas de videira autóctones nas regiões do Alentejo e Algarve/SULCASTAS”.

Referências

- AGROBIO (Associação Portuguesa de Agricultura Biológica). 2016. www.agrobio.pt
- FAO - OMS. 2007. Codex Alimentarius: Organically Produced Foods 3ª ed. Roma.
- Ferreira, J. (coordenador). 2012. As Bases da Agricultura Biológica/Tomo I - Produção vegetal. Edibio Edições, Lda.

- Nierenberg, D. & Halweil, B. 2005. Cultivando a Segurança Alimentar. p 70-91. In: Universidade Livre da Mata Atlântica (ed.), Estado do Mundo. Salvador, Brasil.
- Strecht, A., Serrador, F., Ferreira, J. & Marques, J. 2009. Editorial. O Segredo da Terra. 28: 4.
- Papa Francisco. 2015. Louvado sejas/Carta Encíclica Laudato si'. Paulinas Editora. Prior Velho.
- Programa Bioesfera. 2015. Programa da RTP 2, emitido em 21/11/15.
- Reis, M. 2007. Material vegetal e viveiros. p. 19-52. In: Isabel Mourão (ed.), Manual de Horticultura em Modo de Produção Biológico, Ponte de Lima.
- Roljevic, S., Vukovic, P. & Grujic, B. 2014. The role of organic agriculture in the conservation of genetic resources and increasing agrodiversity. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. 14 (2): 241-246.
- Rump, N. 2004. Os genes artificiais dos OGM podem vir a apagar o nosso passado. O Segredo da Terra 8: 15-17.
- Snežana, O., Kovačević, D. & Dolijanović, Ž. 2002. Agrobiodiverzitet u organskoj poljoprivredi. Zbornik radova sa savetovanja "Organska proizvodnja – zakonska regulativa" Subotica. Savezno ministarstvo privrede i unutrašnje trgovine SR Jugoslavije, Beograd, 83-92.

2. Tecnologias de produção

Avaliação da enxertia na cultura protegida de feijão-verde na região Litoral Norte

António L. Ferreira¹, João A. Capitão¹, Isabel Mourão², Sofia R. Costa^{2,3}, L. Miguel Brito², Luísa Moura²

¹ Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, anloferreira@gmail.com;

² Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, isabelmourao@esa.ipvc.pt

³ CBMA - Centre of Molecular and Environmental Biology, Departamento de Biologia, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal, sofia.costa@esa.ipvc.pt

Resumo

A enxertia de plantas hortícolas, principalmente das famílias Solanaceae e Cucurbitaceae, tem sido uma técnica de grande interesse por ser segura para o ambiente e de fácil gestão, sendo atualmente uma importante estratégia na produção de culturas protegidas, particularmente adequada à produção biológica. Para a cultura de feijão-verde poderá vir a ser uma técnica muito promissora no controle de doenças causadas por *Fusarium* spp. e pelo nemátode-das-galhas-radiculares. O presente estudo foi realizado na Estela, Póvoa de Varzim, em modo de produção convencional em estufa, e teve por objetivo avaliar os efeitos da enxertia das cultivares de feijoeiro Oriente e Rajado (*Phaseolus vulgaris* L.), com porta-enxertos da espécie *Phaseolus coccineus* L., na produtividade e qualidade das vagens. Foram utilizados porta-enxertos das cultivares Aintree (P1), White Emergo (P2) e a cv. tradicional de Ponte de Lima, Feijão 7 anos (P3). Os ensaios foram realizados com um delineamento experimental casualizado com 4 repetições, incluindo plantas não enxertadas (cv) e enxertadas na própria cultivar (cv/cv), como testemunhas. A densidade de plantação foi equivalente a 2,1 hastes m⁻². A colheita das vagens comerciais foi realizada duas vezes por semana, registando-se o número, comprimento, peso fresco, teor de matéria seca e deformações das vagens, assim como foram avaliados os sintomas das referidas doenças.

A interação entre os porta-enxertos e as cultivares de feijão-verde não foi significativa para o número total, peso fresco ou peso seco das vagens, pelo que o efeito do porta-enxerto não dependeu da cultivar. Para as duas cultivares de feijão em conjunto, as plantas não enxertadas tiveram maior produtividade (4,5 kg m⁻²) em comparação com as plantas enxertadas em P2 (3,7 kg m⁻²) e uma produtividade semelhante à dos restantes tratamentos. O comprimento médio das vagens da cv. Oriente foi superior nas plantas enxertadas em comparação com as testemunhas. As plantas enxertadas em P1 produziram vagens com um teor de matéria seca mais baixo (8,4%) em comparação com os tratamentos cv/cv e P2 (média 9,1%).

A utilização dos porta-enxertos em estudo não revelou vantagens significativas nas condições do presente ensaio, nomeadamente, baixa densidade de plantas, ausência de sintomas de doenças e elevada disponibilidade de nutrientes minerais.

Palavras-Chave: qualidade, produtividade, doenças, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus vulgaris*

Abstract

Evaluation of runner bean grafting in protected production in the Northwest of Portugal

Grafting of vegetable plants, mainly Solanaceae and Cucurbitaceae families, is a technique of great interest as it is considered environmentally safe and easily managed, well suited to organic production. For runner bean production, this is a promising technique for the control of diseases caused by *Fusarium* spp. and by the root-knot nematodes.

This work was carried out in Estela, Póvoa de Varzim, Portugal, under conventional production, with the objective of evaluating the effects of grafting bean cultivars Oriente and Rajado (*Phaseolus vulgaris* L.) onto *Phaseolus coccineus* L. rootstocks, on yield and quality of bean pods. Rootstock cultivars Aintree (P1), White Emergo (P2) and the Ponte de Lima traditional cv. Feijão 7 anos (P3) were used. The trials followed a randomized design with four replicates, and included ungrafted plants (cv) and self-grafted plants (cv/cv) as controls. The planting density was equivalent to 0.47 stems m⁻². Commercial pods were harvested twice per week, and their number, length, fresh weight, dry matter and deformations were registered. The above plant diseases symptoms were also evaluated.

The statistical interaction between rootstocks and scions was not significant for the total number of pods, their fresh or dry weight. Therefore, the effects of the rootstocks were not dependent on the cultivars. For the mean of the two bean cultivars, ungrafted plants increased yields (4.5 kg m⁻²) compared to grafted onto P2 (3.7 kg m⁻²) and similar to those obtained in the other treatments. The mean length of pods produced by cv. Oriente was greater in grafted plants compared to the control plants. Plants grafted onto P1 produced pods with a lower dry matter content (8.4%) compared to cv/cv or P2 treatments (mean 9.1%).

The use of rootstocks showed no significant advantages in the conditions of this study, in particular, small plant density, absence of disease symptoms and large availability of plant nutrients.

Keywords: pod bean quality, productivity, diseases, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus vulgaris*

Introdução

A cultura do feijão-verde tem tradição em Portugal onde representa, aproximadamente, 2% a 3% da produção total de produtos hortícolas (excluindo a batata e o tomate para indústria) (GPP, 2007). É uma cultura produzida principalmente em estufa e, De acordo com as estatísticas da FAO (FAOSTAT, 2016) a área de feijão-verde em Portugal era de 1476 ha com uma produção de 18321 t, em média no período de 2010-12 e, em 2013, desceu para menos de metade, com 558 ha e 8593 t, tendo aumentado em 2014, para 825 ha e 13 458 t (INE, 2015). A balança comercial portuguesa relativa ao feijão-verde é altamente deficitária, tendo a exportação representado apenas 3,8% do valor da importação, entre 2000 e 2004, sendo um dos produtos hortícolas com mais peso na importação (7%, equivalente a 9 milhões de euros) relativamente aos produtos hortícolas, em 2004 (GPP, 2007). Existe, assim, um enorme potencial de aumento da área de produção desta cultura em Portugal. No entanto, o cultivo intensivo de feijão-verde em estufa tem-se caracterizado pela aplicação de doses elevadas de fertilizantes e pesticidas de síntese e pela repetição da cultura no mesmo solo durante várias campanhas. Estas práticas têm-se traduzido pelo aumento da salinidade dos solos e pela incidência de doenças causadas por *Fusarium* spp. e pelo nemátode-das-galhas-radiculares (*Meloidogyne* spp.), que têm inviabilizado a sua produção nas principais regiões produtoras (comun. pessoal).

A intensificação da produção de culturas hortícolas em estufa das famílias Solanaceae e Cucurbitaceae tem, de igual modo, provocado o aumento da incidência de doenças no solo, problema que tem sido atenuado com a enxertia das plantas. Diversos estudos revelaram que o porta-enxerto em culturas como tomate, pimento, beringela, melancia, melão e pepino, pode induzir resistência/tolerância a várias doenças de solo como *Pyrenochaeta lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Ralstonia solanacearum* e *Verticillium albo-atrum* (Rivard & Louws, 2008; Venema et al., 2008; Miguel, 2009; Lee et al., 2010; Louws et al., 2010), e também pode proporcionar resistência a nemátodes (Rumbos et al., 2011) e ao vírus do mosaico do tabaco (Neshev, 2007). A enxertia em tomateiro, por exemplo, tem ainda demonstrado o seu potencial no aumento da qualidade dos frutos sob condições variadas de stresse (Flores et al., 2010; Roupheal et al., 2010; Mourão et al., 2014). O interesse da enxertia de plantas hortícolas centra-se ainda no facto de ser uma técnica segura para o ambiente e de fácil gestão, muito adequada à produção biológica.

Para a cultura de feijão-verde a enxertia poderá ser uma técnica muito promissora no controle das referidas doenças do solo, através da resistência/tolerância de cultivares de feijão utilizadas como porta-enxertos. Não existem atualmente porta-enxertos comerciais de feijoeiro, sendo Portugal um país pioneiro na enxertia desta cultura (Mourão e Brito, 2014). A espécie *Phaseolus coccineus*, para além da proximidade botânica ao feijoeiro comum *Phaseolus vulgaris*, apresenta um grande crescimento e expansão radicular também em profundidade (Delgado Salinas, 1988; CATIE, 2014). o que a torna muito promissora como porta-enxerto de feijoeiro.

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da enxertia das cultivares Oriente e Rajado (*Phaseolus vulgaris* L.) em porta-enxertos (*Phaseolus coccineus* L.) das cv. Aintree, White Emergo e cv. tradicional de Ponte de Lima, Feijão 7 anos, na produtividade e qualidade das vagens produzidas.

Material e métodos

O ensaio foi realizado em duas estufas similares na freguesia de Estela, concelho da Póvoa de Varzim, em modo de produção convencional. As estufas localizavam-se em campos masseiras, em solo arenoso do tipo arenossolos háplicos (Agroconsultores e Geometral, 1995). Foram utilizadas duas cultivares de feijão-verde, cv. Oriente e cv. Rajado e três porta-enxertos, cv. Aintree (P1) e cv. White Emergo (P2) da TozerSeeds (França) e a cv. tradicional de Ponte de Lima, Feijão 7 anos (P3). O tipo de enxertia foi de encosto lateral, tendo-se efetuado dois cortes em bisel, por baixo das folhas no porta-

-enxerto e em sentido contrário no garfo, também por baixo das folhas, tendo-se inserido uma mola de plástico que permaneceu até à cicatrização.

Incluíram-se ainda como testemunhas plantas não enxertadas (cv) e plantas enxertadas na própria cultivar (cv/cv) de ambas as cultivares de feijão-verde. A densidade de plantas nas estufas foi de 21164 plantas não enxertadas ha⁻¹ conduzidas com uma haste, e 10582 plantas enxertadas ha⁻¹ conduzidas com 2 hastes, equivalente a uma densidade habitual na região de 2,1 hastes m⁻². O delineamento experimental do ensaio foi de blocos casualizados, com 4 repetições e 10 tratamentos.

O solo apresentava antes da plantação as seguintes características químicas médias: pH(H₂O), 7,5; condutividade elétrica, 0,75 dS m⁻¹; teor de matéria orgânica, 17,0 g kg⁻¹; e os seguintes valores de P₂O₅, K₂O, Ca e Mg: >500; 142,0; 550,5 e 366,5 mg kg⁻¹, respetivamente.

A cultura foi conduzida de acordo com as práticas culturais da região e incluíram mobilizações do solo, cobertura do solo com filme de PE negro e fertirrigação por gotejadores distanciados de 0,30 m em linhas duplas. Antes da plantação foi aplicado ao solo 3,5 t ha⁻¹ do composto orgânico Fertimax Estrume de Cavalo (NutroFertil) e 500 kg ha⁻¹ do adubo mineral Foskazol 11:40:11 (Agrifertil). Ao longo do ciclo cultural foram efetuadas fertilizações minerais com o adubo Hakaphos Rojo 18:18:18 (COMPO Agricultura), aplicado por fertirrega, na dose de 40 kg ha⁻¹, em intervalos de 15 dias.

A primeira colheita de feijão-verde foi realizada 48 dias após a plantação (DAP) e a última colheita 124 DAP (16 julho, 2015), tendo sido realizadas duas colheitas semanais, num total de 23 colheitas durante o ciclo cultural. Em cada colheita foram avaliadas duas plantas por tratamento e repetição e registou-se o número, comprimento, peso fresco e defeitos das vagens, nomeadamente defeitos leves (pequena torção ou vagem ligeiramente encurvada) e graves (acentuada torção ou elevada curvatura). A determinação do peso seco e do teor de matéria seca (MS) foi efetuada a cada duas semanas, num total de cinco colheitas ao longo do período de colheita, por secagem numa estufa ventilada, num período de 48-72 horas até à estabilização do peso seco, com temperaturas compreendidas entre 61°C e 70°C. No final do ensaio foram avaliados os sintomas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, fungo do solo responsável pela doença da murchidão vascular do feijoeiro e do nemátode-das-galhas-radiculares nas raízes, por observação dos caules e raízes das plantas.

A avaliação estatística dos resultados foi realizada com o *software* aplicativo *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), para comparação entre as médias de todos os tratamentos, através da diferença mínima significativa para o nível de probabilidade $p < 0,05$.

Resultados e discussão

Verificou-se uma interação significativa entre o efeito dos porta-enxertos (P1, P2, P3, auto enxertadas cv/cv e não enxertadas cv) e as cultivares de feijão-verde (Oriente e Rajado) para o aparecimento da primeira flor e da primeira vagem. O aparecimento da primeira flor ocorreu mais tarde, 41,5 dias DAP nas plantas não enxertadas, em simultâneo com as plantas da cv. Rajado enxertadas no porta-enxerto P1 e ocorreu mais cedo nas plantas da cv. Oriente enxertadas no porta-enxerto P2 (31 DAP). Para os restantes tratamentos a primeira flor surgiu 38 DAP. O aparecimento da primeira vagem ocorreu sete dias após a abertura da primeira flor, para todos os tratamentos. No conjunto de todos os tratamentos, a cv. Oriente foi significativamente mais precoce em cerca de 2 dias comparativamente com a cv. Rajado, para ambas as datas referidas.

O peso fresco acumulado das vagens ao longo do período de colheita (48 a 124 DAP) revelou uma tendência de valores mais elevados para a cv. Oriente em comparação com a cv. Rajado e um efeito negativo das plantas enxertadas (fig. 1a). O número final de vagens foi idêntico para todos os tratamentos e para as duas cultivares, em média 258 vagens m⁻² (fig. 1b).

A interação entre os efeitos dos porta-enxertos e das cultivares não foi significativa para o peso fresco total e para o comprimento das vagens. As plantas não enxertadas apresentaram uma maior produtividade (4,5 kg m⁻²) ($p < 0,05$) em comparação com as plantas enxertadas em P2 (3,7 kg m⁻²), mas idêntica à produtividade dos restantes tratamentos (fig. 2a).

Considerando o peso seco, as plantas enxertadas em P3 produziram um menor peso total de vagens em comparação com as plantas não enxertadas, em resultado do valor mais elevado no teor matéria seca das vagens em P2, em comparação com P3 (fig. 2a).

O comprimento das vagens das plantas enxertadas em P3 (20,6 cm vagem⁻¹) foi superior ao das plantas enxertadas em P2 (20,2 cm vagem⁻¹) e semelhante ao comprimento das vagens dos restantes tratamentos (fig. 2b). O comprimento médio das vagens da cv. Oriente variou entre 19,9 cm e 22,3 cm e da cv. Rajado, entre 18,5 e 21,0 cm, tendo sido significativa a diferença entre o comprimento médio das vagens da cv. Oriente (21,6 cm vagem⁻¹) e da cv. Rajado (19,3 cm vagem⁻¹) o que significa uma diferenciação das cultivares. Este facto justifica que a produtividade média da cv. Oriente tenha

sido superior (4,7 kg m⁻²) em comparação com a cv. Rajado (3,4 kg m⁻²) (fig. 3a), uma vez que o número total de vagens foi idêntico para ambas as cultivares.

As vagens com defeitos ligeiros ou graves ocorreram durante todo o período de colheita, com menor incidência no período de maior produtividade. A percentagem média de vagens com defeitos ligeiros e graves foi idêntica para todos os tratamentos, à exceção das plantas enxertadas em P3, cuja percentagem de vagens com defeitos graves (0,6%) foi inferior, em comparação com as plantas não enxertadas (1,2%), para as duas cultivares (fig. 3b). A média da percentagem de vagens com defeitos ligeiros para todos os tratamentos foi de 4,3%. A percentagem média de vagens com defeitos ligeiros e graves foi idêntica nas duas cultivares, e o total das vagens com defeito foi 2,9% na cv. Oriente e 2,4% na cv. Rajado.

A análise nematológica das raízes de todos os tratamentos revelou a não existência de ataque de nemátodes-das-galhas-radiculares e não se observaram sintomas de murchidão vascular causados pelo fungo do solo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*.

Conclusões

A espécie *Phaseolus coccineus* L. sendo bianual ou plurianual, apresenta um sistema radicular mais desenvolvido e mais profundo, permitindo o acesso a um maior volume de solo e, por outro lado, tal como a cv. tradicional de Ponte de Lima, Feijão 7 anos, poderão ter um potencial de maior tolerância/resistência a fatores bióticos. No entanto, a utilização dos porta-enxertos em estudo não revelou vantagens significativas nas condições do presente ensaio, nomeadamente, de baixa densidade de plantas, ausência de sintomas de doenças e elevada disponibilidade de nutrientes minerais.

Agradecimentos

A empresa Tozer Iberica SL e aos Viveiros Novos de Rui Morim Ferreira, Póvoa do Varzim, pela amabilidade na cedência das sementes e plantas utilizadas no ensaio. A autora Sofia Costa recebe financiamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, através de uma bolsa de pós-Doutoramento com a referência SFRH/BPD/102438/2014.

Referências

- Agroconsultores e Geometral. 1995. Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho, Escala 1:100 000. Peças Desenhadas e Memórias Descritivas. Braga, Direcção Regional de Agricultura do Entre-Douro e Minho.
- CATIE. 2014. *Phaseolus coccineus*. Banco de Germoplasma de semillas ortodoxas del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, Costa Rica, http://bancodegermoplasma.catie.ac.cr/phaseolus_coccineus.php
- Delgado Salinas, A., 1988. Variation, taxonomy, domestication, and germplasm potentialities in *Phaseolus coccineus*, 1988. in Paul Gepts (Ed), Genetic resources of *Phaseolus* beans, Kluwer Academic Publishers, pp. 441-463.
- FAOSTAT. 2016. Statistics Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org>: Acedido a Janeiro, 2016.
- Flores, F.B., Sanchez-Bel, P., Estan, M.T., Martinez-Rodriguez, M.M., Moyano, E., Morales, B., Campos, J.F., Garcia-Abellán, J.O., Egea, M.I., Fernández-García, N, Romojaro, F. & Bolarín, M.C. 2010. The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 125, 211-217.
- GPP. 2007. Horticultura. Gabinete de Planeamento e Políticas, Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 62 pp.
- INE. 2015. Estatísticas Agrícolas 2014. Instituto Nacional de Estatística, I.P., 170 pp.
- Lee, J.M., Kubota, C., Tsao, S.J., Bie, Z., Echevarria, P.H., Morra, L. & Oda, M. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, 127, 93-105.
- Louws, F.J., Rivard, C.L. & Kubota, C. 2010. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. *Scientia Horticulturae* 127:127-146.
- Miguel, A. 2009. Evolución del injerto de hortalizas en España. *Horticultura Internacional*, 72, 10-16.
- Mourão, I. & Brito, L.M. 2014. A enxertia em culturas hortícolas. *Revista AGROTEC, Publindústria Lda.*, 12:53-56.
- Mourão, I., Teixeira, J., Brito, L.M., Ferreira, M.E., & Moura, M.L. 2014. Pruning system effect on greenhouse grafted tomato yield and quality. In: Rahmann G and Aksoy U (Eds.): Building Organic Bridges. Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference at the Organic World Congress 2014. 13-15 October 2014 in Istanbul, Turkey. Thuenen Report 20, Braunschweig, Germany, pp. 941-944.

- Neshev, G. 2007. Major soil-borne phytopathogens on tomato and cucumber in Bulgaria, and methods for their management. In: R. Labrada (eds), Manual - Alternatives to replace methyl bromide for soil-borne pest control in east and Central Europe, FAO e UNEP, 1-22.
- Rivard, C.L. & Louws, F.J. 2008. Grafting to Manage Soilborne Diseases in Heirloom Tomato Production. Hortscience, 43:7, 2104-2111.
- Rouphael, Y, Schwarz, D., Krumbein, A. & Colla, G. 2010. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. Scientia Horticulturae, 127:172-179.
- Rumbos, C.I., Khah, E.M. & Sabir, N. 2011. Response of local and commercial tomato cultivars and rootstocks to *Meloidogyne javanica* infestation. Australian Journal of Crop Science, 5:1388-1395.
- Venema, J.H., Dijk, B.E., Bax, J.M., van Hasselt, P.R. & Elzenga, J.T.M. 2008. Grafting tomato (*Solanum lycopersicum*) onto the rootstock of a high-altitude accession of *Solanum habrochaites* improves suboptimal-temperature tolerance. Environmental and Experimental Botany, 63:359-367.

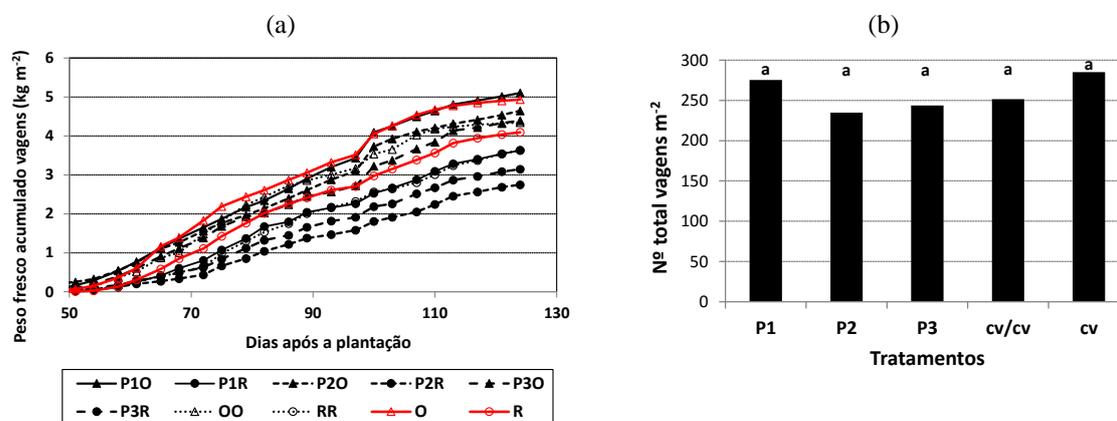


Figura 1 – (a) Peso fresco acumulado das vagens (kg m⁻²) ao longo do período de colheita (48 a 124 dias após a plantação), nas plantas de feijão-verde das cultivares Oriente (O) e Rajado (R), enxertadas nos porta-enxertos P1, P2 e P3, enxertadas na própria cultivar (OO, RR) e não enxertadas (O, R); (b) número total de vagens (m⁻²) para as duas cultivares enxertadas nos porta enxertos P1, P2 e P3, enxertadas na própria cultivar (cv/cv) e não enxertadas (cv). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos (p < 0,05).

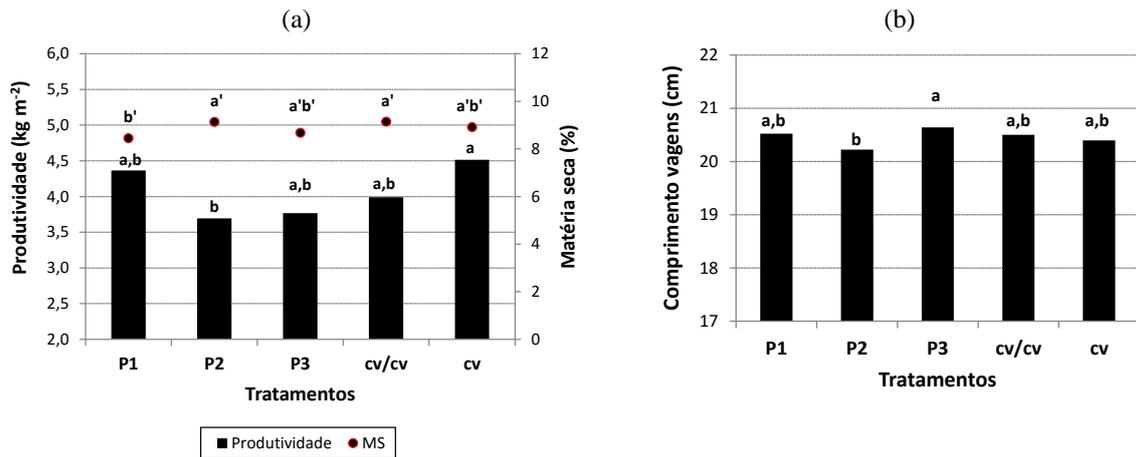


Figura 2 – (a) Produtividade (kg m⁻²) e matéria seca das vagens (%); (b) comprimento médio das vagens (cm vagem⁻¹), para as duas cultivares enxertadas nos porta enxertos P1, P2 e P3, enxertadas na própria cultivar (cv/cv) e não enxertadas (cv). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos (p < 0,05).

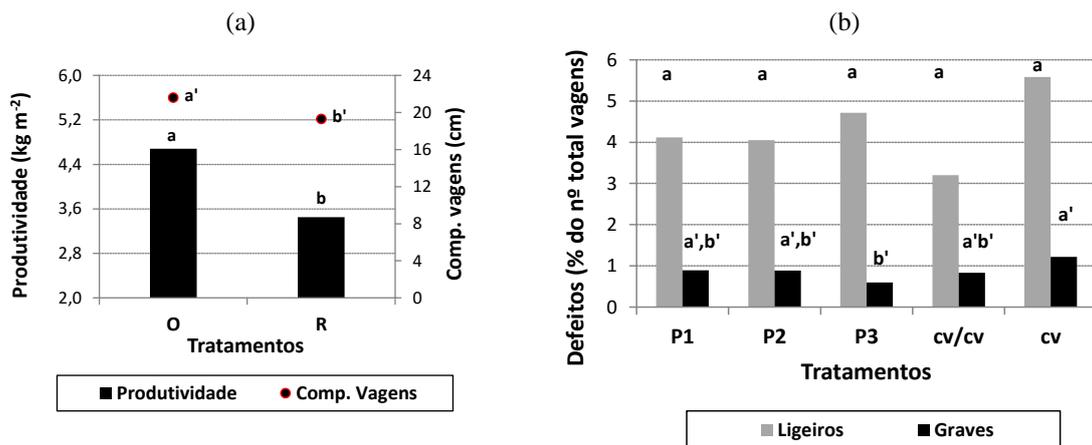


Figura 3 – (a) Produtividade (kg m⁻²) e comprimento médio das vagens (cm vagem⁻¹) para todos os tratamentos em conjunto, das cultivares Oriente (O) e Rajado (R); e (b) percentagem das vagens com defeitos (ligeiros e graves) para as duas cultivares enxertadas nos porta enxertos P1, P2 e P3, enxertadas na própria cultivar (cv/cv) e não enxertadas (cv). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos (p < 0,05).

Avaliação da enxertia na produtividade e qualidade de feijão-verde na região de Ponte de Lima

Francisco B. Vaz¹, Isabel Mourão², Raul Rodrigues², Sofia R. Costa^{2,3}, L. Miguel Brito², Luisa Moura²

¹ Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, belezavaz@live.com.pt

² Mountain Research Centre (CIMO) / Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior Agrária, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, isabelmourao@esa.ipvc.pt

³ CBMA - Centre of Molecular and Environmental Biology, Department of Biology, University of Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal, sofia.costa@esa.ipvc.pt

Resumo

O feijão-verde é uma importante cultura hortícola em Portugal e a sua produção intensiva em estufa tem causado um aumento da incidência de doenças do solo como *Fusarium* spp. e nemátodes-das-galhas-radiculares, e um aumento da salinidade do solo. No entanto, a utilização da enxertia poderá atenuar estes problemas, tendo esta estratégia revelado bons resultados em culturas das famílias *Solanaceae* e *Cucurbitaceae*.

Neste estudo, as cultivares de feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.) 'Rajado' e 'Oriente' foram enxertadas nos porta-enxertos de *Phaseolus coccineus* L., das cultivares 'Aintree' (P1) e 'White Emergo' (P2) da Tozer Seeds e da cv. tradicional de Ponte de Lima 'Feijão 7 anos' (P3). Os ensaios decorreram na primavera/verão de 2015, em Ponte de Lima, numa estufa de cobertura de polietileno com abertura zenital, com um delineamento experimental casualizado, com 3 repetições e 10 tratamentos, incluindo as plantas não enxertadas (cv) e enxertadas na própria cultivar (cv/cv) como testemunhas. A densidade da cultura foi de 3,3 hastes m⁻². A colheita das vagens comerciais foi realizada duas vezes por semana entre 56 e 128 dias após a plantação, num total de 20 colheitas, registando-se o número, comprimento, peso fresco, matéria seca e deformações das vagens. Os sintomas das referidas doenças de solo do feijoeiro foram avaliados no decorrer e no final do ensaio.

Durante o período de crescimento as plantas revelaram um défice de nutrientes, apesar da fertilização orgânica prévia do solo, e apresentaram sintomas de murchidão vascular causados por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Não foram detetadas galhas nas raízes provocadas por nemátodes-das-galhas-radiculares. A produtividade da combinação cv. Oriente/P3 foi de 11,7 kg m⁻², superior a todos os restantes tratamentos, seguida das combinações cv. Rajado/P2 e P3, em média 4,2 kg m⁻² e cv. Oriente/P2 com 2,7 kg m⁻². A produtividade dos restantes tratamentos foi semelhante, em média 1,3 kg m⁻². Para as duas cultivares o comprimento das vagens das plantas enxertadas em P3 (16,3 cm vagem⁻¹) foi superior ao das plantas não enxertadas (14,0 cm vagem⁻¹). A enxertia, particularmente sobre a cv. 'Feijão 7 anos', revelou-se uma técnica com potencial para minimizar as condições de baixos níveis de nutrientes e ataque de *F. oxysporum*, possivelmente devido à sua maior tolerância/resistência ao fungo e a um sistema radicular mais desenvolvido que permitiu uma maior absorção de nutrientes do solo.

Palavras-chave: porta-enxertos de feijão, *Phaseolus vulgaris*, *P. coccineus*, horticultura protegida

Abstract

Grafting assessment on productivity and quality of green beans in Ponte de Lima region

Runner bean is an important horticultural crop in Portugal and its intensive greenhouse production has caused an increased incidence of soil diseases such as *Fusarium* spp. and root-knot nematodes and also increased soil salinity. However, the use of grafting can alleviate these problems and this strategy has shown positive outcomes in crops of *Solanaceae* and *Cucurbitaceae* families.

In this study, runner bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) Oriente and Rajado were grafted onto *Phaseolus coccineus* L. rootstocks, cultivars Aintree (P1) and White Emergo (P2) from Tozer Seeds (France) and the Ponte de Lima landrace Feijão 7 anos (P3). The experiment took place in the spring / summer 2015 in Ponte de Lima, with a randomized design with three replicates and 10 treatments, including ungrafted plants (cv) and self-grafted plants (cv/cv) as controls. The planting density was 3.3 stems m⁻². Harvesting of commercial pods was carried out twice a week between 56 and 128 days after planting, a total of 20 samples, registering the number, length, fresh weight, dry matter and deformations of the pods. The symptoms of the above bean plant diseases were evaluated, along and at the end of the experiment.

During the growing season plants revealed a shortage of nutrients and showed vascular wilting disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. The combination cv. Oriente/P3 had the highest yield of 11.7 kg m⁻², followed by cv. Rajado/P2 and P3 with mean yield of 4.2 kg m⁻² and cv. Oriente/P2 with 2.7 kg m⁻². Yield of the other crop treatments were similar (mean 1.3 kg m⁻²). For both cultivars the pod length of the plants grafted onto P3 (16.3 cm pod⁻¹) was higher than that of the ungrafted plants (14.0 cm pod⁻¹). Grafting, particularly on the cv. Feijão 7 anos, proved to be a potential technique to minimize soil low fertility and *F. oxysporum* occurrence, possibly due to their greater tolerance/resistance to the pathogen and to a more developed root system that allows increased nutrient uptake from the soil.

Keywords: bean rootstocks, *Phaseolus vulgaris*, *P. coccineus*, protected crops

Introdução

A balança comercial portuguesa relativa ao feijão-verde é altamente deficitária, sendo a importação em valor 27 vezes superior à exportação, em média no período de 2000-04. O feijão-verde é assim um dos produtos hortícolas mais adquiridos ao exterior, com um peso de 7% (9 milhões de euros) relativamente ao valor total das entradas de hortícolas, em 2004 (GPP, 2007). Por estas razões, existe um grande potencial de aumento da produção desta cultura em Portugal. No entanto, o cultivo intensivo de feijão-verde em estufa tem-se caracterizado pela aplicação de doses elevadas de fertilizantes e pesticidas químicos de síntese e pela repetição da cultura no mesmo solo durante várias campanhas. Estas práticas têm-se traduzido pelo aumento da salinidade dos solos e pela incidência de doenças causadas por *Fusarium* spp. e pelo nemátode-das-galhas-radiculares (*Meloidogyne* spp.) (comun. pessoal), que têm inviabilizado a sua produção nas principais regiões produtoras. De acordo com as estatísticas da FAO (FAOSTAT, 2016) a área de feijão-verde em Portugal era de 1476 ha com uma produção de 18321 t, em média no período de 2010-12 e, em 2013, desceu para menos de metade, com 558 ha e 8593 t, tendo aumentado em 2014, para 825 ha e 13 458 t (INE, 2015).

A enxertia de cultivares comerciais em porta-enxertos pertencentes a outra cultivar, ou espécie da mesma família botânica, é uma técnica que permite obter uma maior resistência a doenças do solo, através da resistência/tolerância do porta-enxerto, impedindo o contacto da planta suscetível com o agente patogénico, sendo uma técnica bastante divulgada para diversas culturas das famílias Solanaceae e Cucurbitaceae (Lee et al., 2010; Louws et al., 2010; Mourão et al., 2014). A enxertia de feijão-verde é uma técnica recente em Portugal que, aparentemente é o primeiro país da UE a utilizá-la (Mourão e Brito, 2014). Os estudos de avaliação dos efeitos da enxertia na produtividade e qualidade de cultivares de feijão-verde e de avaliação da resistência/tolerância de porta-enxertos de feijão-verde a doenças do solo como os nemátodes *Meloidogyne* spp. e o *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, são essenciais para o desenvolvimento e aperfeiçoamento da enxertia em feijoeiro.

A enxertia de culturas hortícolas tem sido também utilizada para minimizar diversos stresses abióticos causados pela intensificação da produção de culturas protegidas, com aplicação ao solo de elevadas quantidades de fertilizantes químicos de síntese, contribuindo para aumentos significativos da condutividade elétrica do solo e para a lixiviação de nutrientes. A enxertia com determinados porta-enxertos tem contribuído para uma melhor absorção e/ou a eficiência de utilização de nutrientes pelas plantas, permitindo uma menor aplicação de fertilizantes minerais, bem como uma maior tolerância à salinidade e à diminuição de sintomas de stresse de nutrientes (Colla et al., 2010; Fan et al., 2011; Savvas et al., 2010, 2011; Schwarz et al., 2013).

Este estudo teve como principal objetivo avaliar os efeitos da enxertia na produtividade e qualidade de duas cultivares de feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.), através da utilização de porta-enxertos da espécie *Phaseolus coccineus* L., que é perene, indeterminada e apresenta um sistema radicular muito desenvolvido, com uma raiz principal e numerosas raízes secundárias largas e carnudas (Delgado Salinas, 1988; CATIE, 2014).

Material e métodos

O ensaio foi realizado numa estufa da Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC, localizada na freguesia de Refóios, Ponte de Lima. A temperatura e a humidade relativa do ar dentro da estufa foram registadas durante o período experimental através de um termohigrógrafo. O solo da estufa era um regossolo distrito com textura franco-arenosa (Agroconsultores e Geometral, 1995), apresentava, antes da plantação, as seguintes características químicas: pH(H₂O) 5,9; condutividade elétrica 0,17 dS m⁻¹; teor de matéria orgânica 47,0 g kg⁻¹; e os seguintes valores de P₂O₅, K₂O, Ca e Mg: 50,0; 83,0; 68,5; 40,0 mg kg⁻¹, respetivamente.

Utilizaram-se duas cultivares de feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.), 'Oriente' e 'Rajado' e três porta-enxertos de *Phaseolus coccineus* L., cv. Aintree (P1) e cv. White Emergo (P2) da TozerSeeds (França) e a cv. tradicional de Ponte de Lima, Feijão 7 anos (P3). Incluíram-se ainda como testemunhas plantas de feijão-verde não enxertadas (cv) e plantas enxertadas na própria cultivar (cv/cv), de ambas as cultivares de feijão-verde. O tipo de enxertia foi de encosto lateral, tendo-se efetuado dois cortes em bisel, por baixo das folhas no porta-enxerto e em sentido contrário no garfo, também por baixo das folhas, tendo-se inserido uma mola de plástico que permaneceu até à cicatrização. As plantas enxertadas em *P. coccineus* foram conduzidas com duas hastes, sendo as restantes conduzidas com uma haste, mas plantadas duas plantas em cada local, com o objetivo de manter a mesma densidade de hastes, suportadas em dois fios tutores presos em arames à altura de 2,0 m, que distavam 0,6 m entre si. A distância na linha entre os locais de plantação (entre plantas enxertadas em *P. coccineus* e entre cada par de plantas dos restantes tratamentos) foi de 0,3 m, sendo a distância entre linhas de plantas de 2,0 m. A densidade de plantação na estufa foi de 33333 plantas há⁻¹ para cv e cv/cv ha⁻¹ e 16667 plantas enxertadas ha⁻¹, equivalente a 3,3 hastes m⁻². O delineamento experimental do ensaio foi totalmente casualizado, com 3 repetições e 10 tratamentos. Cada um dos trinta talhões (3,6 m²/talhão) continha sete plantas ou pares de plantas, tendo-se avaliado apenas duas plantas, ou dois pares de plantas, ou seja 4 hastes em cada talhão, sendo as restantes plantas-guarda. Antes da plantação foi incorporado no solo 16 t ha⁻¹ de um fertilizante orgânico proveniente da compostagem, durante aproximadamente 6 meses em pilha estática, de estrume de ovelha e vaca misturado com palha de milho. Os fios tutores de nylon foram colocados sete dias após a plantação e a despona foi efetuada sempre que as hastes atingiam o arame. Devido a uma redução de produtividade das plantas cerca de 70 DAP (dias após a plantação), provavelmente devido à falta de nutrientes, principalmente de N, efetuou-se uma adubação de cobertura 82 DAP, com o adubo Nitromagnesium (Fertiberia, 27% N, 3,5% de CaO e 3,5% MgO), na razão de 127 kg N ha⁻¹.

Durante o cultivo registou-se o aparecimento das primeiras flores e vagens. A colheita das vagens no tamanho comercial foi realizada duas vezes por semana entre 56 e 128 DAP, num total de 20 colheitas, registando-se o número, comprimento, peso fresco e defeitos das vagens, nomeadamente defeitos leves (ligeira curvatura ou torção relativamente à morfologia típica da cultivar), defeitos graves (acentuada torção ou elevada curvatura) e com sintomas de doença quando estes estavam presentes. A determinação do peso seco e do teor de matéria seca foi efetuada a cada duas semanas, num total de cinco colheitas ao longo do período de colheita, numa estufa ventilada, num período de 48-72 horas até à estabilização do peso seco, com temperaturas compreendidas entre 61°C e 70°C. Os sintomas de murchidão vascular nas plantas foram observados 96 DAP e no final do ensaio, através de uma avaliação qualitativa das características dos sintomas, por níveis, segundo uma escala de severidade que varia entre os níveis 1 a 9, definidos pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, descrita por Pastor-Corrales e Abawi (1987). No final do ensaio procedeu-se à identificação em laboratório do fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, responsável pela murchidão vascular, a partir de isolamentos do agente patogénico, utilizando-se para o efeito o meio de cultura PDA. No final do ensaio foram também avaliados os sintomas do nemátode-das galhas radiculares (*Meloidogyne* spp.), através da observação das raízes e coloração de massas de ovos com uma solução de Floxina B (Hartman, 1983).

A avaliação estatística dos resultados foi realizada através de análise de variância com o software aplicativo Statistical Package for Social Sciences (SPSS), e utilizou-se a diferença mínima significativa para o nível de probabilidade $p < 0,05$ para comparação entre as médias dos tratamentos.

Resultados e discussão

A temperatura média diária do ar da estufa durante o período experimental oscilou entre 34,5°C e 16,0°C (média 24,4°C) e as temperaturas médias das máximas e das mínimas foram, respetivamente, 36,7°C e 12,1°C. A humidade relativa média diária do ar foi de 69,7%, tendo variado entre 89,5% e 54,0% e a humidade relativa média das máximas e das mínimas foi, respetivamente, 95,8% e 43,6%.

A primeira flor apareceu mais cedo nas plantas enxertadas em P1 e nas auto-enxertadas (cv/cv), em comparação com P3 e não enxertadas, em média 42,2 DAP. O primeiro fruto vingado foi observado cerca de 6 dias após a abertura da primeira flor, mais cedo nas plantas enxertadas em P1 e cv/cv (média 47,9 DAP), em comparação com os restantes tratamentos, em média 42,0 DAP. A cv. Oriente apresentou a primeira flor três dias antes da cv. Rajado, embora a primeira vagem tenha surgido ao mesmo tempo para ambas as cultivares.

A interação entre o efeito dos porta-enxertos e das cultivares de feijão-verde foi significativa para o número total de vagens, peso fresco e peso seco das vagens, indicando um efeito do porta-

-enxerto dependente da cultivar (fig. 1). O número de vagens foi superior nas plantas da cv. Oriente enxertadas no porta-enxerto P3, embora para a cv. Rajado, o maior número de vagens tenha sido alcançado não apenas no porta-enxerto P3 mas também no P2 (fig. 1a). Os resultados do peso seco total de vagens foram semelhantes aos obtidos para o número de vagens, embora o peso seco das vagens da cv. Rajado enxertada em P2 não tenha sido significativamente diferente do peso seco obtido em todos os restantes tratamentos (fig. 1b). Para ambas as cultivares de feijão-verde, as diferenças do peso seco das vagens entre as plantas enxertadas em P1, P2 e as plantas não enxertadas e auto enxertadas, não foram significativas.

O peso fresco das vagens a partir aproximadamente da 4ª colheita (71 DAP) diminuiu em todos os tratamentos do ensaio e, após a adubação de cobertura 82 DAP, a produtividade das plantas melhorou cerca de 96 DAP (11ª colheita), embora com uma baixa taxa de crescimento e desenvolvimento, exceto na combinação cv. Oriente/P3 (fig. 2a). Nesta combinação, a produtividade final foi de 11,7 kg m⁻², superior aos restantes tratamentos, seguido das combinações cv. Rajado/P2 e cv. Rajado/P3, em média com 4,2 kg m⁻² e cv. Oriente/P2 com 2,7 kg m⁻². A produtividade no conjunto de todas as plantas enxertadas em P1, não enxertadas e cv/cv foi em média de 1,3 kg m⁻² (fig. 2b).

Os sintomas de murchidão vascular foram identificados em todos os tratamentos, sem diferenças significativas entre eles. A avaliação das raízes no final do ensaio não revelou a presença de ataque do nemátode-das-galhas-radiculares em nenhuma das plantas.

Não foi significativa a interação entre o efeito dos porta-enxertos e das cultivares de feijão-verde para o comprimento e para o teor de matéria seca das vagens. Para as duas cultivares de feijão-verde, o maior comprimento das vagens foi obtido com as plantas enxertadas em P3 (16,3 cm vagem⁻¹), seguido das plantas enxertadas em P2 (15,6 cm vagem⁻¹), valores que foram superiores (p < 0,05) ao comprimento médio das vagens das plantas não enxertadas (14,0 cm vagem⁻¹) (fig. 3a). O teor de matéria seca das vagens variou entre 8,0% e 15,0% e foi relativamente constante durante todo o período de crescimento. O teor de matéria seca das vagens para as duas cultivares enxertadas em P3 (9,5%) foi significativamente inferior em comparação com as plantas enxertadas em P1 e P2 e nas plantas não enxertadas (média 11,3%), o que poderá estar relacionado com a maior taxa de crescimento das plantas em P3 (fig. 3b). As percentagens de vagens com defeitos ligeiros, graves e com sintomas da doença foram idênticas para todos os tratamentos do ensaio, respetivamente, 28,7%, 12,5% e 3,6% e estiveram presentes durante todo o período de crescimento.

A média da produtividade da cv. Oriente (3,7 kg m⁻²) foi superior à da cv. Rajado (2,3 kg m⁻²), devido ao maior comprimento médio das vagens, uma vez que o número total de vagens e o teor de matéria seca foram idênticos para as duas cultivares (média 10,8%). O comprimento médio das vagens da cv. Oriente foi de 16,4 cm vagem⁻¹ e da cv. Rajado foi de 13,7 cm vagem⁻¹ (fig. 4).

Conclusões

O efeito causado pela carência de azoto no solo e pelo ataque de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* aparentemente foi ultrapassado pelas plantas das duas cultivares enxertadas na cv. tradicional de Ponte de Lima Feijão 7 anos e pelas plantas da cv. Rajado enxertadas na cv. White Emergo, uma vez que permitiram um aumento de produção nas condições do ensaio. Estes resultados indicam que provavelmente o maior desenvolvimento do sistema radicular das cultivares de *P. coccineus* usadas como porta-enxerto permitiu uma maior absorção de nutrientes e que estas apresentam, ainda, uma maior tolerância/resistência ao agente patogénico, em comparação com as cultivares comerciais de feijão-verde e o porta-enxerto da cv. Aintree. Acresce ainda a vantagem dos referidos porta-enxertos relativamente ao aumento do comprimento das vagens, fator importante na qualidade do produto, apesar dos menores teores de matéria seca.

A enxertia de encosto lateral de feijão-verde parece ser, assim, uma estratégia adequada para aumentar a tolerância das culturas à principal doença causada pelo fungo do solo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. e para permitir a absorção de nutrientes num maior volume de solo ocupado pelo sistema radicular mais desenvolvido, sendo, deste modo, uma técnica muito promissora na produção convencional e biológica de feijão-verde em cultura protegida.

Agradecimentos

À empresa Tozer Iberica SL e aos Viveiros Novos de Rui Morim Ferreira, Póvoa do Varzim, pela amabilidade na cedência das sementes e plantas utilizadas no ensaio. A autora Sofia Costa recebe financiamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, através de uma bolsa de pós-Doutoramento com a referência SFRH/BPD/102438/2014.

Referências

- Agroconsultores e Geometral. 1995. Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho, Escala 1:100 000. Peças Desenhadas e Memórias Descritivas. Braga, Direcção Regional de Agricultura do Entre-Douro e Minho.
- CATIE, 2014. *Phaseolus coccineus*. Banco de Germoplasma de semillas ortodoxas del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, Costa Rica, http://bancodegermoplasma.catie.ac.cr/phaseolus_coccineus.php
- Colla, G, Roupshael, Y., Cardarelli, M., Salerno, A. & Rea, E. 2010. The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon. *Environmental and Experimental Botany*, 68:283-291.
- Delgado Salinas, A., 1988. Variation, taxonomy, domestication, and germplasm potentialities in *Phaseolus coccineus*, 1988. In Paul Gepts (Ed), *Genetic resources of Phaseolus beans*, Kluwer Academic Publishers, pp. 441-463.
- Fan, M., Bie, Z., Krumbein, A. & Schwarz, D. 2011. Salinity stress in tomatoes can be alleviated by grafting and potassium depending on the rootstock and K-concentration employed. *Scientia Horticulturae*, 130:615-623.
- FAOSTAT. 2016. Statistics Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org>: Acedido a Janeiro, 2016.
- GPP. 2007. Horticultura. Gabinete de Planeamento e Políticas, Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 62 pp.
- INE. 2015. Estatísticas Agrícolas 2014. Instituto Nacional de Estatística, I.P., 170 pp.
- Hartman, K. 1983. Enhancement technique for egg masses of the root-knot nematode with phloxine B. Proc. Third Research & Planning Conference on Root-knot Nematodes, *Meloidogyne* spp. Lima, Peru 22-26 March. p.130.
- Lee, J.M., Kubota, C., Tsao, S.J., Bie, Z., Echevarria, P.H., Morra, L. & Oda, M. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, 127:93-105.
- Louws, F.J., Rivard, C.L. & Kubota, C. 2010. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. *Scientia Horticulturae* 127:127-146.
- Mourão, I. & Brito, L.M. 2014. A enxertia em culturas hortícolas. *Revista AGROTEC, Publindústria Lda.*, Vol. 12, pp. 53-56.
- Mourão, I., Teixeira, J., Brito, L.M., Ferreira, M.E. & Moura, M.L. 2014. Pruning system effect on greenhouse grafted tomato yield and quality. In: Rahmann G and Aksoy U (Eds.): *Building Organic Bridges. Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference at the Organic World Congress 2014. 13-15 October 2014 in Istanbul, Turkey. Thuenen Report 20, Braunschweig, Germany*, pp. 941-944.
- Pastor-Corrales, M.A. & Abawi, G.S. 1987. Reactions of selected bean germplasms to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. *Plant Dis.* 71:990-993.
- Savvas, D., Colla, G., Roupshael, Y. & Schwarz, D. 2010. Amelioration of heavy metal and nutrient stress in fruit vegetables by grafting. *Scientia Horticulturae*, 127:156-161.
- Savvas, D., Savva, A., Ntatsi, G., Ropokis, A., Karapanos, I., Krumbein, A. & Olympios, C. 2011. Effects of three commercial rootstocks on mineral nutrition, fruit yield and quality in salinised tomatoes. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 174:154-162.
- Schwarz, D., Öztekin, G.B., Tüzel, Y., Brückner, B. & Krumbein, A. 2013. Rootstocks can enhance tomato growth and quality characteristics at low potassium supply. *Scientia Horticulturae*, 149:70-79.

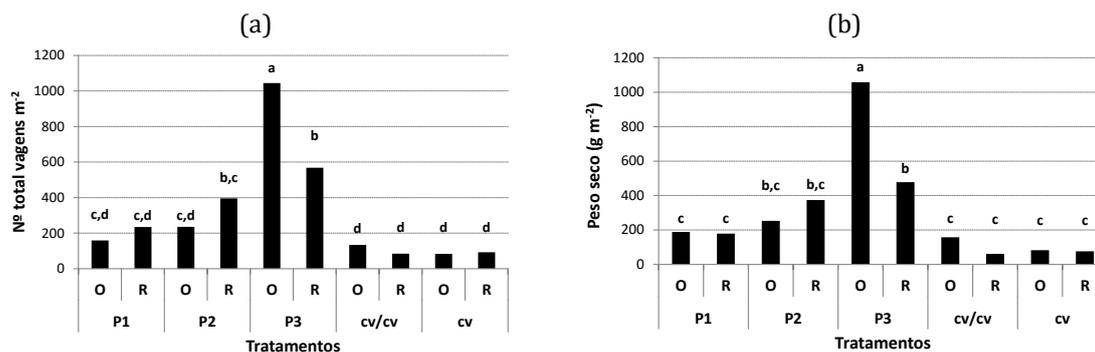


Figura 1 – (a) Número total de vagens (m^{-2}) e (b) Peso seco das vagens ($g m^{-2}$) para as duas cultivares Oriente (O) e Rajado (R), enxertadas nos porta enxertos P1, P2 e P3, enxertadas na própria cultivar (cv/cv) e não enxertadas (cv). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

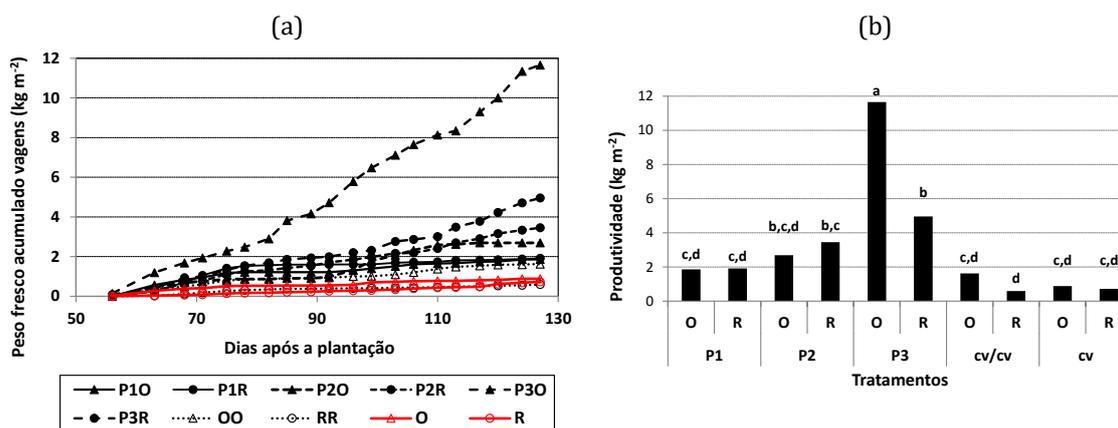


Figura 2 – (a) Peso fresco acumulado das vagens ($kg m^{-2}$) ao longo do período de colheita (56 a 128 dias após a plantação) e (b) Produtividade ($kg m^{-2}$), nas plantas de feijão-verde das cultivares Oriente (O) e Rajado (R), enxertadas nos porta enxertos P1, P2 e P3, enxertadas na própria cultivar (OO, RR) e não enxertadas (O, R).

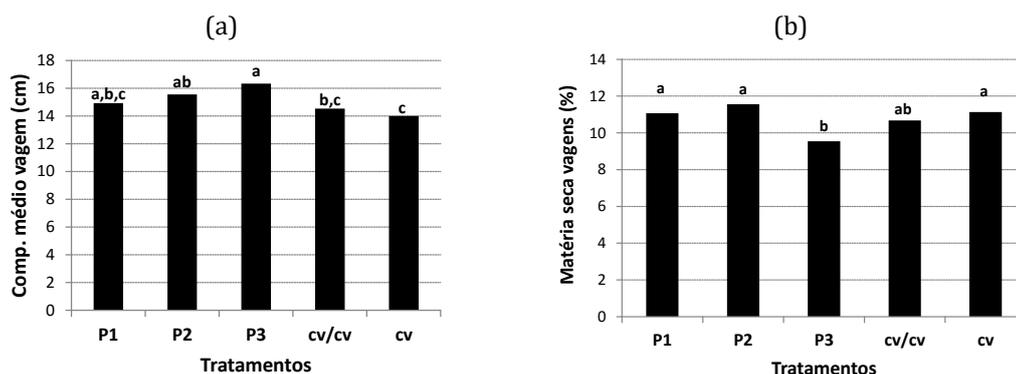


Figura 3 – (a) Comprimento médio das vagens (cm vagem^{-1}) e (b) Teor de matéria seca das vagens (%), para as duas cultivares enxertadas nos porta enxertos P1, P2 e P3, enxertadas na própria cultivar (cv/cv) e não enxertadas (cv). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

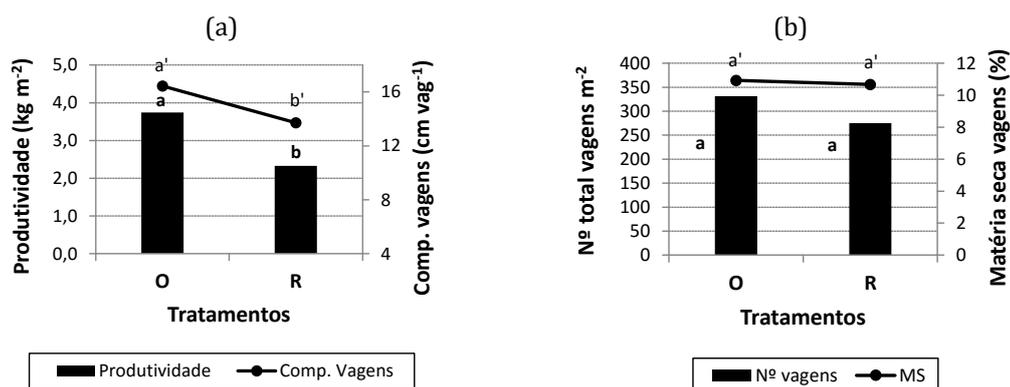


Figura 4 – (a) Produtividade (kg m^{-2}) e comprimento médio das vagens (cm vagem^{-1}), e (b) número total de vagens (m^{-2}) e matéria seca das vagens (%), para todos os tratamentos em conjunto das cultivares Oriente (O) e Rajado (R). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Efeito da fertilização nos teores de ácido ascórbico e de açúcares redutores de batata produzida no modo de produção biológico

Domingos P. F. Almeida

Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal, dalmeida@isa.ulisboa.pt

Resumo

A fertilização é uma técnica cultural que pode influenciar a composição e, conseqüentemente, a qualidade nutricional e as características tecnológicas da batata. A elevada capitação do consumo de batata conjugada com os teores de ácido ascórbico nos tubérculos, fazem da batata uma importante fonte de vitamina C na dieta nacional. Adicionalmente, os açúcares redutores presentes no tubérculo são determinantes dos defeitos de coloração durante a preparação culinária de batata. Avaliou-se o efeito de diversas doses de composto proveniente da compostagem da mistura de palha e dejetos de instalações de suínos produzidos segundo o modo de produção biológica (MPB) no teor em ácido ascórbico e em açúcares redutores de batata (*Solanum tuberosum*) produzida no MPB no planalto da Boalhosa em dois anos consecutivos, em comparação com um tratamento de fertilização mineral com azoto a 120 kg ha⁻¹. As cultivares 'Raja' e 'Virgo' foram estudadas em 2005 e as cultivares 'Agria' e 'Kuroda' em 2006.

A maior concentração de ácido ascórbico (69,2 mg kg⁻¹) obteve-se nos tubérculos produzidos em MPB sem qualquer fertilização. A concentração mais baixa (34,7 mg kg⁻¹) verificou-se nos tubérculos sujeitos a fertilização mineral. Em relação aos açúcares redutores, observou-se uma grande diferença entre cultivares, sendo as suas concentrações na 'Virgo' mais de 4 vezes superiores às da 'Raja'. O ensaio foi repetido no ano seguinte, tendo-se verificado que tubérculos produzidos no MPB tinham uma concentração de açúcares totais 37% superior à dos tubérculos produzidos com fertilização mineral; a concentração de açúcares redutores foi 33% superior no primeiro caso. A fertilização teve um efeito significativo no teor em açúcares e no teor em ácido ascórbico de batata.

Palavras-chave: sistema de cultura, biológico vs convencional, qualidade, *Solanum tuberosum*

Abstract

Effect of fertilization of ascorbic acid and sugar content in organically grown potato

Fertilization is a crop growing technique that can affect the composition and, therefore, nutritional quality and technological properties of potato. The high per capita consumption of potato combined with its concentration of ascorbic acid, make potato tubers an important source of dietary vitamin C. In addition, reducing sugars present in the tubers cause objectionable discolorations when potatoes are exposed to heat during cooking. The effect of levels of compost made from a mix of straw and pig manure on ascorbate and reducing sugar content was evaluated in a potato crop (*Solanum tuberosum*) organically grown in Planalto da Boalhosa (Paredes de Coura, Northern Portugal) in comparison with the same crop grown with mineral nitrogen at 120 kg ha⁻¹. Cultivars 'Raja' and 'Virgo' were used in a trial in 2005 and 'Agria' and 'Kuroda' in 2006.

The highest concentration of ascorbic acid (69.2 mg kg⁻¹) was observed in organically produced tubers with no fertilizer. The lowest concentration (34.7 mg kg⁻¹) was measured in tubers produced with mineral nitrogen. Large differences in the levels of reducing sugars were observed between cultivars, with concentrations in 'Virgo' 4-fold higher than those in 'Raja'. The trial was repeated in 2006 with organically grown tubers having 37% more total sugars and 33% more reducing sugars than tubers from a crop fertilized with mineral nitrogen. Fertilization significantly affects sugar and ascorbic acid content in potato.

Keywords: growing system, organic vs conventional, quality, *Solanum tuberosum*

Introdução

A nutrição é, conjuntamente com a proteção fitossanitária, um dos principais desafios que se colocam na produção biológica de batata (Finckh et al., 2006). A batata é considerada uma cultura exigente em fertilidade do solo para a manutenção da canópi e produção de tubérculos. As

exportações de macronutrientes por tubérculos de batata, estimadas com base na composição mineral determinada por Almeida (2005) e expressas em quilograma de nutriente por tonelada de tubérculos são de 3,00; 0,50; 2,40; 0,12 e 0,12 para o N, P, K, Ca e Mg, respetivamente. A gestão da disponibilidade em azoto assimilável em função das necessidades da cultura pode ser um desafio no modo de produção biológico. Os efeitos da fertilização no crescimento e na produtividade da cultura, correspondente a estes ensaios, foram descritos por Mourão et al. (2007).

Para além da produtividade, a fertilização afeta também a qualidade da batata. Em particular, importa considerar que a batata é uma importante fonte dietética de vitamina C (Love & Pavek, 2008). O teor em açúcares redutores é também uma característica de qualidade importante na batata. Estes componentes estão relacionados com escurecimentos não-enzimáticos (Sowokinos, 2001) e com a formação de acrilamida, uma substância potencialmente carcinogénica (Vinci et al., 2012). Ambos os fenómenos resultam da reação de Maillard e ocorrem na batata quando é exposta ao calor durante a preparação culinária.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da fertilização, nomeadamente de doses composto, no teor em ácido ascórbico e em açúcares redutores nos tubérculos de batata produzida no modo de produção biológico (MPB) em comparação com a aplicação de azoto mineral.

Material e métodos

Foram analisados tubérculos de batata (*Solanum tuberosum*) das cultivares 'Raja' e 'Virgo' em 2005 e 'Agria' e 'Kuroda' em 2006, produzidos no planalto da Boalhosa, Paredes de Coura (Mourão et al., 2007). O ciclo cultural e a condução da cultura foram descritos por Mourão et al. (2007). A fertilização foi efetuada com um composto proveniente da compostagem da mistura de palha e dejetos de instalações de suínos produzidos segundo o MPB, aplicado em fundo nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha⁻¹. A sacha e a amontoa, efetuadas 43 dias após a plantação, foram combinadas com uma fertilização de cobertura com o composto orgânico DIX (10% de N orgânico, Crimolara, Lisboa) na dose de 1000 kg ha⁻¹. Para comparação com o modo de produção convencional, realizou-se um ensaio com 3 repetições de uma fertilização mineral com N a 120 kg ha⁻¹.

Em 2005 a composição dos tubérculos foi analisada após 4 meses de armazenamento nas mesmas condições. Em 2006 as análises foram efetuadas 10 dias após a colheita, tendo os tubérculos sido armazenados à temperatura ambiente durante este intervalo. Os tubérculos foram mantidos a 20 °C nas 24 h que precederam as extrações.

Para a extração e determinação de açúcares utilizaram-se 10 g de batata fatiada da parte central do corte longitudinal e transversal. As amostras foram homogeneizadas em 40 mL de etanol a 80%, utilizando um Ultra-Turrax T25 durante 5 min. Depois colocaram-se em banho-maria durante 1 hora a 80°C para a extração dos açúcares. No fim filtrou-se o eluído (amostra) e efetuou-se a determinação de açúcares redutores utilizando o método descrito por Gross (1982). O ácido ascórbico foi determinado segundo a norma AOAC 967.22.

O ensaio de campo foi delineado com três blocos casualizados. Os dados foram sujeitos a análise de variância e a separação de médias efetuada pelo método de Duncan.

Resultados e discussão

Teor em ácido ascórbico

O teor em ácido ascórbico foi avaliado no ensaio de 2005. Observou-se um efeito significativo da fertilização nos teores em ácido ascórbico que não foram significativamente diferentes nas duas cultivares. A maior concentração de ácido ascórbico (69,2 mg kg⁻¹) obteve-se nos tubérculos produzidos em MPB sem qualquer fertilização e a concentração mais baixa (34,7 mg kg⁻¹) nas batatas produzidas com fertilização mineral (quadro 1).

A literatura não é conclusiva em relação ao efeito da dose de azoto no teor em ácido ascórbico dos tubérculos de batata. Foram reportadas reduções (Augustin, 1975) e aumentos (Mondy et al., 1979) do teor em ácido ascórbico com o aumento da fertilização azotada. Noutro estudo, não foi observado um efeito do corretivo orgânico no teor em vitamina C de batata (Zhang et al., 1997).

Teor em açúcares redutores

No ensaio de 2005 procedeu-se à avaliação do efeito da fertilização e da cultivar nos açúcares redutores dos tubérculos. 'Virgo' apresentou níveis de açúcares redutores superiores a 'Raja' (quadro 2) em qualquer uma das modalidades de fertilização. Os maiores níveis de açúcares redutores observaram-se no MPB com aplicações de composto de 0 e 15 t ha⁻¹, assim como nas batatas produzidas com adubação mineral. Nos tubérculos produzidos com doses de composto mais elevadas (30 e 45 t ha⁻¹) os teores em açúcares redutores foi significativamente inferior às restantes modalidades (quadro 2).

O ensaio foi repetido em 2006, mas não foi possível analisar separadamente tubérculos das cultivares 'Agria' e 'Kuroda' nas diferentes modalidades de fertilização. Procedeu-se a uma amostra composta por material produzido no MPB que foi analisada conjuntamente. Observam-se diferenças significativas nos teores de açúcares entre os dois modos de produção. No MPB os tubérculos tinham uma concentração de açúcares totais 37% superior à dos tubérculos produzidos com fertilização mineral; a concentração de açúcares redutores foi 33% superior no primeiro caso (quadro 3).

O efeito da fertilização no teor em açúcares redutores não foi consistente e verificou-se uma interação significativa entre a fertilização e a cultivar. Uma vez que os níveis de açúcares redutores são influenciados pela temperatura e duração do período de conservação (Sowokinos, 2001), os níveis de açúcares redutores não constantes no tubérculo, podendo aumentar em resultado da degradação do amido ou diminuir através da via glicolítica ou da síntese de amido (Sowokinos, 2001). Assim, as condições de temperatura e duração do período de conservação, embora iguais para todas as modalidades, foram provavelmente mais determinantes do nível de açúcares redutores do que a fertilização.

Conclusões

A fertilização afetou o teor em ácido ascórbico mas não teve um efeito consistente no teor em açúcares redutores dos tubérculos. O teor em ácido ascórbico nos tubérculos diminuiu com o aumento da disponibilidade de azoto.

Referências

- Almeida, D.P.F. 1995. Análise de crescimento na cultura de batata para indústria. Efeito das cultivares e da adubação azotada. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Augustin, J. 1975. Variations in the nutritional composition of fresh potatoes. *Journal of Food Science* 40: 1259-1299.
- Finckh, M.R., Schulte-Geldermann, E. & Bruns, C. 2006. Challenges to organic potato farming: disease and nutrition management. *Potato Research* 49: 27-42.
- Gross K.C. 1982. A rapid and sensitive spectrophotometric method for assaying polygalacturonase using 2-cyanoacetamide. *HortScience* 17: 933-934.
- Love, S.L. & Pavek, J.J. 2008. Positioning the Potato as a Primary Food Source of Vitamin C. *American Journal of Potato Research* 85: 277-285.
- Mondy, N.I., Koch, R.L. & Chandra, S. 1979. Influence of nitrogen fertilization on potato discoloration in relation to chemical composition. 2. Phenols and ascorbic acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 27: 418-420.
- Mourão, I., Afonso, A., Freitas, N.L. & Moura, L., 2007. Comportamento de cultivares de batateira no modo de produção biológico com aplicação de composto e comparação com o modo de produção convencional. *Actas Portuguesas de Horticultura* 10: 257-264.
- Sowokinos, J.R. 2001. Biochemical and molecular control of cold-induced sweetening in potatoes. *American Journal of Potato Research* 78: 221-236
- Vinci, R.M., Mestdagh, F. & De Meulenaer, B. 2012. Acrylamide formation in fried potato products – Present and future, a critical review on mitigation strategies. *Food Chemistry* 133: 1138-1154.
- Zhang, L., Porter, G.A. & Bushway, R.J. 1997. Ascorbic acid and glycoalkaloid content of Atlantic and Superior potato tubers as affected by supplemental irrigation and soil amendments. *American Potato Journal* 74: 285-304.

Quadro 1 – Teor em ácido ascórbico em tubérculos de batata produzida com fertilização orgânica e com fertilização mineral em 2005. Valores são a média ($n=6$). Médias seguidas da mesma letra não são estatisticamente diferentes.

Fertilização	Ácido ascórbico (mg kg ⁻¹)		
	'Raja'	'Virgo'	Média
Composto 0 t ha ⁻¹	59,7	78,7	69,2 ^a
Composto 15 t ha ⁻¹	52,0	42,0	47,0 ^{ab}
Composto 30 t ha ⁻¹	45,3	55,0	50,7 ^{ab}
Composto 45 t ha ⁻¹	59,3	44,0	51,7 ^{ab}
Fertilização mineral (N a 120 kg ha ⁻¹)	26,7	42,7	34,7 ^b
Média	48,6	52,5	50,6
Significância (<i>p</i>)			
Cultivar (C)			0,446
Fertilização (F)			0,007
Interação C × F			0,142

Quadro 2 – Teor em açúcares redutores de tubérculos de batata 'Raja' e 'Virgo' produzidos no MPB com diferentes doses de composto e com fertilização mineral em 2005. Valores são a média ($n=6$). Médias seguidas da mesma letra não são estatisticamente diferentes.

Fertilização	Açúcares redutores (mg g ⁻¹ p.f.)		
	'Raja'	'Virgo'	Média
Composto 0 t ha ⁻¹ .	0,58	1,71	1,35 ^{ab}
Composto 15 t ha ⁻¹ .	0,59	3,84	2,14 ^a
Composto 30 t ha ⁻¹ .	0,30	1,29	0,83 ^b
Composto 45 t ha ⁻¹ .	0,30	1,93	1,18 ^b
Fertilização mineral (N a 120 kg ha ⁻¹)	0,59	2,25	1,28 ^{ab}
Média	0,50	2,22	1,36
Significância (<i>P</i>)			
Cultivar (C)			<0,001
Fertilização (F)			0,005
Interação C × F			0,017

Quadro 3 – Teor em açúcares totais e em açúcares redutores de batata produzida com fertilização orgânica e com fertilização mineral em 2006. Valores são a média ($n=6$). Médias seguidas da mesma letra não são estatisticamente diferentes.

Fertilização	Açúcares totais (mg g ⁻¹ p.f.)	Açúcares redutores (mg g ⁻¹ p.f.)
MPB (amostra compósita)	3,8 ^a	0,8 ^a
Mineral	2,8 ^b	0,6 ^b
Significância (<i>p</i>)	<0,001	0,008

Avaliação de substratos com compostados de acácia no enraizamento de *Rosmarinus officinalis* L. e *Prunus lusitanica* L.

Isabel Mourão¹, L. Miguel Brito¹, Luísa Moura¹, Virgílio Peixoto², Raúl Rodrigues¹

¹ Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, isabelmourao@esa.ipvc.pt

² Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, virgilio@esa.ipvc.pt

Resumo

As crescentes limitações na exploração da turfa, por razões ambientais, e o custo crescente da casca de pinheiro, fundamentam a procura de materiais orgânicos alternativos para a produção de substratos. Com este objetivo, avaliaram-se cinco substratos no enraizamento de estacas de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e azereiro (*Prunus lusitanica* L. subsp. *lusitanica*). Os substratos incluíram "Siro Plant" (A0), com 30% (v/v) de turfa e 70% de compostado de casca de pinheiro (CCP), três substratos com substituição do CCP por quantidades crescentes de compostado de acácia (A30-30%, A60-60% e A100-100%), e como testemunha um substrato comercial com turfa loira (67%), fibra de coco (17%), perlite (17%) e micorrizas. As estacas herbáceas, colocadas em tabuleiros de alvéolos, à temperatura de 22°C e com rega por nebulização, foram avaliadas aos 55 dias através do comprimento das raízes, da sua ramificação e do número e comprimento dos novos rebentos nas estacas.

Para o alecrim, o substrato comercial (Sc) e os substratos com e sem compostado de acácia, comportaram-se de forma semelhante, nomeadamente na percentagem de enraizamento (61,1% a 72,2%), no nível de ramificação das raízes (média 2,0), e no número de novos rebentos nas estacas (média 2,3 rebentos/estaca). As diferenças entre os substratos ocorreram na percentagem de estacas mortas (secas ou com sintomas de apodrecimento), que foi superior no substrato A0 (24,4%) em comparação com o A100 (10,0%) e no comprimento das raízes que foi superior nos substratos Sc e A30 (média 5,6 cm). No enraizamento do azereiro, o Sc foi comparável aos substratos A30 e A100, nomeadamente na percentagem de enraizamento (média 87,8%) e no comprimento máximo das raízes formadas (média 3,1 cm). O compostado de acácia revelou-se uma boa alternativa ao compostado de casca de pinheiro, contribuindo para rentabilizar as estratégias de erradicação desta espécie invasora.

Palavras-chave: *Acacia* spp., casca de pinheiro, compostagem, enraizamento, turfa

Abstract

Evaluation of substrates with composted acacia in rooting *Rosmarinus officinalis* L. and *Prunus lusitanica* L.

The increasing restrictions on the exploitation of peat, for environmental reasons, and the increasing cost of pine bark, underlying demand for alternative organic materials for the production of horticultural substrates. To this end, we evaluated five substrates on rooting cuttings of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and Portuguese laurel (*Prunus lusitanica* L. subsp. *lusitanica*). The substrates included "Siro Plant" (A0), with 30% (v/v) of peat and 70% pine bark compost (PBC), three substrates with substitution of PBC for increasing amounts of acacia compost (A30-30%, A60-60% e A100-100%) and as a control a commercial peat moss substrate (67%), coconut fiber (17%), perlite (17%) and mycorrhizae. The cuttings were placed on alveolar trays at a temperature of 22°C with fog irrigation, and were assessed after 55 days via root length and branching, as well as the number and length of sprouts in the new cuttings.

For rosemary, commercial substrate (Sc) and substrates with and without acacia compost gave similar results, in particular the percentage of rooting (61.1% to 72.2%), the level of length and branching of the roots (average 2.0), and the number of new shoots on the cuttings (average 2.3 new shoots/cutting). The differences between the substrates occurred in the percentage of dead cuttings (dried or rot symptoms), which was higher with the substrate A0 (24.4%) compared to A100 (10.0%) and the length of roots was higher in substrates Sc and A30 (mean 5.6 cm). Rooting of Portuguese laurel, Sc substrates was comparable to A30 and A100, in particular rooting percentage (mean 87.8%) and the maximum length and branching of the grown roots (average 3.1 cm). The Acacia compost proved to be a good alternative to pine bark compost, being a contribution to the eradication strategies of this invasive species.

Keywords: *Acacia* spp., pine bark, compost, rooting, peat

Introdução

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. Apesar dos compostados de casca de pinheiro serem considerados uma boa alternativa, o seu custo tem aumentado, o que justifica a procura de outros materiais para este fim. Por outro lado, as plantas lenhosas invasoras, como as acácias, contribuem frequentemente para a proliferação dos fogos florestais em Portugal e para a diminuição da biodiversidade.

O corte e utilização das acácias para compostagem e posterior utilização como materiais alternativos para a formulação de substratos para horticultura, aumentaria a competitividade dos substratos produzidos em Portugal, diminuindo a sua importação, contribuiria para diminuir os fogos florestais, a emissão de gases com efeito estufa e a erosão do solo, e contribuiria ainda para aumentar a biodiversidade nas florestas nacionais (Brito, 2013). Entre outros, os substratos de enraizamento para a propagação de espécies importantes de plantas aromáticas e medicinais (PAM) que habitualmente se propagam vegetativamente por estaca de caule, são de grande utilização, incluindo no modo de produção biológico (MPB).

A casca de pinheiro é uma alternativa à turfa porque confere propriedades semelhantes às misturas na formulação de substratos. É um material que tem de ser triturado/moído, crivado (< 2-3 cm) e compostado (4-6 meses), porque a casca fresca possui taninos, resinas, fenóis, terpenos e outros compostos que podem ser fitotóxicos. A casca de pinheiro retém pouca água, mas a sua capacidade de retenção de água pode aumentar com a diminuição do tamanho das suas partículas (tem capacidade para reter água em 60% da sua porosidade total). Contribui para uma boa drenagem do substrato, possui elevada CTC e um valor de pH baixo a neutro (Brito et al., 2012).

Os arbustos de acácia moídos e crivados possuem uma biodegradabilidade e uma estrutura que permitem a sua compostagem efetiva (Brito et al., 2012). Este estudo revelou que, em condições de bom arejamento, atingiram-se temperaturas termófilas logo após a construção das pilhas, que permaneceram acima de 65°C por um período suficientemente longo para satisfazer os critérios mais rigorosos para a inativação completa de agentes patogénicos. O composto maturado pode ser obtido com um número reduzido de revolvimentos das pilhas e pode produzir corretivos do solo ricos em MO e com uma baixa CE sendo, no entanto, necessário um longo período de compostagem e maturação dos compostados finais (Brito et al., 2012).

O alecrim é um arbusto mediterrânico que mantém uma folhagem abundante praticamente durante todo o ano (Vidalie, 1992) e possui uma grande capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais, sendo uma espécie importante nas empresas de produção biológica de plantas aromáticas e medicinais (PAM). As suas características, bem como a sua beleza e agradável aroma, contribuem para que esta espécie seja também muito utilizada como ornamental nos espaços verdes. O alecrim tem boa adaptação a solos de textura arenosa, ricos em matéria orgânica e com pH entre 6,0 e 6,7, mas é nos terrenos calcários que este se torna mais ananicante e mais aromático (Costa & Silva, 1994; Bremness, 1995). A propagação de alecrim por estaca de caule entre a primavera e o outono é o método recomendado, uma vez que por semente as plantas demoram mais tempo a atingir a maturidade e as suas características podem não corresponder ao objetivo da cultura (Kelly & Bowbrick, 1985; Hartmann et al., 1997; Dirr, 1998; Marchiori, 2004; Cunha et al., 2011).

O azereiro (*Prunus lusitanica* L.), também conhecido como loureiro-de-Portugal ou ginjeira-brava, é um arbusto ou árvore de folhagem perene (3-8 m de altura), cuja floração ocorre em junho. É uma espécie autóctone e rara em Portugal, sujeita a legislação de proteção por ser vulnerável devido à degradação crescente do seu habitat natural (Humphries et al., 2005; Antunes & Ribeiro, 2007). Pela sua beleza tem sido utilizada desde o séc. XVIII com fins ornamentais (Ribeiro & Antunes, 1997) e foi escolhido no presente trabalho, por ser uma espécie exigente relativamente ao enraizamento de estacas caulinares. Ribeiro & Antunes (1997) realizaram ensaios com estacas terminais de azereiro com aplicação de IBA (ácido indolbutírico) que não é permitido no MPB, resultando numa percentagem de enraizamento superior a 70% após 3 meses, com 12 raízes primárias por estaca em média. O azereiro tem melhor adaptação a solos siliciosos e ácidos (pH 5 a 6), mas apresenta elevada rusticidade edáfica, podendo ser inclusivamente indiferente ao substrato (Labajos & Blanco, 1992).

Os objetivos deste trabalho consistiram na avaliação de compostos finais de arbustos de espécies lenhosas invasoras, produzidos na empresa Leal & Soares, como componentes para a formulação de substratos hortícolas, nomeadamente de substrato de enraizamento com base na sua avaliação físico-química e no enraizamento de estacas.

Material e métodos

Os cinco substratos utilizados na avaliação do enraizamento de estacas de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e azereiro (*Prunus lusitanica* L.) foram o substrato comercial Siro Plant, constituído por 70% de composto de casca de pinheiro e 30% de turfa (A0) e substratos com substituição do composto de casca de pinheiro, por quantidades crescentes de composto de acácia (A30, A60, A100) (quadro 1 e quadro 2). Todos os compostos foram misturados com 20% de perlite. Como testemunha foi utilizado o substrato comercial (Sc) utilizado no viveiro de onde foram provenientes as plantas, constituído por turfa loira (67%), fibra de coco (17%) e perlite (17%), com adição de fertilizantes químicos de síntese e micorrizas (Paperpot plus, Gramoflor).

O material vegetal, ramos de alecrim e de azereiro provenientes de plantas-mãe, foram obtidos no viveiro da Raiz da Terra (Vila Praia de Âncora) no início de março, tendo-se preparado de imediato 450 estacas caulinares de cada espécie com comprimento médio de 10 cm. Eliminaram-se as folhas inferiores de cada uma das estacas tendo sido colocadas no substrato, cerca de metade das estacas. O pH dos substratos em estudo variou de 5,1 a 6,2 (quadro 2) e o substrato comercial Siro Plant apresentava um pH 5,7, sendo estes valores enquadráveis no intervalo de referência para o azereiro (pH 5-6) mas, um pouco inferiores aos do alecrim (pH 6,0-6,7).

O ensaio decorreu nas estufas da Escola Superior Agrária de Ponte de Lima do Instituto Politécnico de Viana do Castelo. As estacas foram plantadas em tabuleiros de alvéolos (CETAP, Ref 40 B) com 70 cm³ de volume por alvéolo, e colocados na bancada de enraizamento regulada para a temperatura de 22°C. A plantação das estacas realizou-se a 14 de março e a avaliação do enraizamento ocorreu ao fim de 55 dias. Utilizou-se rega automática por nebulização, todos os dias das 8 h às 18 h, de 12 em 12 minutos, com a duração de 30 segundos em cada rega. As estacas foram avaliadas através do comprimento das raízes, do volume do sistema radicular (comprimento e nível de ramificação das raízes) utilizando-se uma escala de 0 a 4 (fig. 1) e da contagem e comprimento dos novos rebentos. A comparação dos resultados entre tratamentos realizou-se através da análise de variância e testes de Duncan (p < 0,05), recorrendo-se ao programa SPSS v.15.0.

Resultados e discussão

Para o alecrim, o substrato comercial (Sc) e os substratos com e sem compostado de acácia, comportaram-se de forma idêntica, nomeadamente nas estacas sem raiz (11,1% a 23,4%), no enraizamento (61,1% a 72,2%), no nível de ramificação das raízes (média 2,0), no número de novos rebentos nas estacas, em média de 2,3 rebentos/estaca, dos quais 1,5 apresentavam um comprimento igual ou inferior a 1 cm. As diferenças entre os substratos ocorreram na percentagem de estacas mortas (secas ou com sintomas de apodrecimento), que foi superior no substrato A0 (24,4%) em comparação com o A100 (10,0%), embora ambos os resultados não tenham tido diferenças significativas com os restantes substratos (média 16,3%) (fig. 2a). O Sc, o A30 e o A60 conduziram a um maior comprimento das raízes (média 5,2 cm), embora as diferenças não tenham sido significativas entre os substratos A30 e A60 e os restantes substratos (média de 4,0 cm) (fig. 2b).

No enraizamento do azereiro, o substrato comercial (Sc) foi comparável aos substratos A30 e A100, nomeadamente na percentagem de enraizamento (média 87,8%), e no comprimento máximo das raízes formadas (média 3,1 cm) (fig. 3). O nível de ramificação das raízes foi inferior no substrato A0 (1,8), comparativamente com todos os restantes substratos (média 2,1) (fig. 4a). Não ocorreram diferenças significativas e consistentes entre os diferentes substratos para a percentagem de estacas sem raízes, com e sem formação de *callus* (respetivamente, 7,6% e 9,1%) e para o número de rebentos/estaca, com o comprimento de 0-1 cm e de 2-3 cm (em média, respetivamente, 1,3 e 0,2 rebentos/estaca) (fig. 4b).

Conclusões

Os substratos de enraizamento que contêm composto de acácia (A30, A60 e A100) poderão constituir uma boa alternativa aos substratos convencionais que contêm composto de casca de pinheiro (A0), contribuindo para a diminuição do custo de produção dos mesmos e rentabilizando as estratégias de erradicação desta espécie invasora.

Para as espécies em estudo, os resultados de enraizamento de estacas foram idênticos em substratos com 30% de turfa e com 67% de turfa (Sc), significando uma importante diminuição de utilização de turfa, com evidentes benefícios ambientais.

Agradecimentos

Este trabalho inseriu-se no âmbito do Projeto I&DT Empresas em Co-Promoção CEI-13584: Compostagem de espécies invasoras, no programa COMPETE, do QREN, coordenado pela Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC (ESA/IPVC).

Referências

- Antunes, J. & Ribeiro, M.M. 2007. O Azereiro (*Prunus lusitanica* L.): uma monografia. *Agroforum* 18:33-36.
- Bremness, L., 1995. Guia Prático das Plantas Aromáticas Culinárias, Medicinais e Cosméticas, Civilização Editora.
- Brito, L.M., Mourão, I., Nestler, H. & Coutinho, J. 2012. Evolução das características físico-químicas durante a compostagem de espécies invasoras de acácia. In: Pinheiro, J., Madruga, J. e Fernandes, G. (eds.). Livro de Atas do V Congresso Ibérico da Ciência do Solo, 6-10 setembro 2012, Angra do Heroísmo, Açores, pp. 60-68.
- Brito, L.M., 2013. Compostagem de espécies invasoras. Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Ponte de Lima, 62 pp.
- Costa, M.P. & Silva, P.T., 1994. Alecrim aromático e ornamental, arbusto alecrim, Terra Verde, 23-25.
- Cunha, A.P., Gaspar, N. & Roque, O.R. 2011. Cultura e utilização das plantas medicinais e aromáticas. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 472 p.
- Dirr, M.A., 1998. Manual of Woody Landscape Plants. 5ª Ed., Stipes Publishing LLC.
- Hartmann H.T., Kester D.E., Davies F.T. & Geneve, R.L., 1997. Plant propagation, Principles and Practices, 6ª Ed., Prentice Hall International Inc, New Jersey.
- Humphries, C.J., Press, J.R. & Sutton, D.A., 2005. Árvores de Portugal e Europa. 2ª ed., Porto: FAPAS.
- Kelly, L. & Bowbrick, 1985. Nursery Stock Manual. Growers Books.
- Labajos, L. & Blanco, E., 1992. Los últimos loros de flora ibérica. *Quercus*. 12:10-15.
- Marchiori, V.F., 2004. *Rosmarinus officinalis*. Monografia de Conclusão do Curso Online Fitomedicina, Fundação Herbarium – Associação Argentina de Fitomedicina, 35 pp.
- Ribeiro, M.M. & Antunes, M.A., 1997. Enraizamento de estacas de azereiro (*Prunus lusitanica* L. ssp. *lusitanica*) após realização de ferida e aplicação de auxina. I Congresso Florestal Hispano-Luso, Pamplona, 3:527-532.
- Vidalie, H., 1992. Production de flores y plantas ornamentales. 2ª Ed., Mundi Prensa, Madrid.

Quadro 1 – Composição dos substratos utilizados no ensaio (% em volume).

Tratamento	Composto acácia	Composto casca de pinheiro	Turfa
A0	0	70	30
A30	21	49	30
A60	42	28	30
A100	70	0	30

Quadro 2 – Características químicas dos substratos utilizados nos ensaios.

	MS (%)	pH	CE (dS m ⁻¹)	MO (g kg ⁻¹)	C/N	N-NH ₄ ⁺ --- (mg kg ⁻¹)---	N-NO ₃ ⁻	N	P	K	Ca	Mg	Fe
A0	41,8	6,1	0,3	842	64	12	150	7,4	0,8	4,2	11,8	1,0	2,6
A30	45,3	5,1	1,1	723	42	15	891	9,5	0,9	4,3	17,7	1,4	2,8
A60	46,2	5,6	1,2	652	33	11	810	11,0	0,9	4,3	17,6	1,4	2,9
A100	48,5	6,2	1,0	519	23	31	323	12,4	0,8	4,1	23,4	2,1	3,4

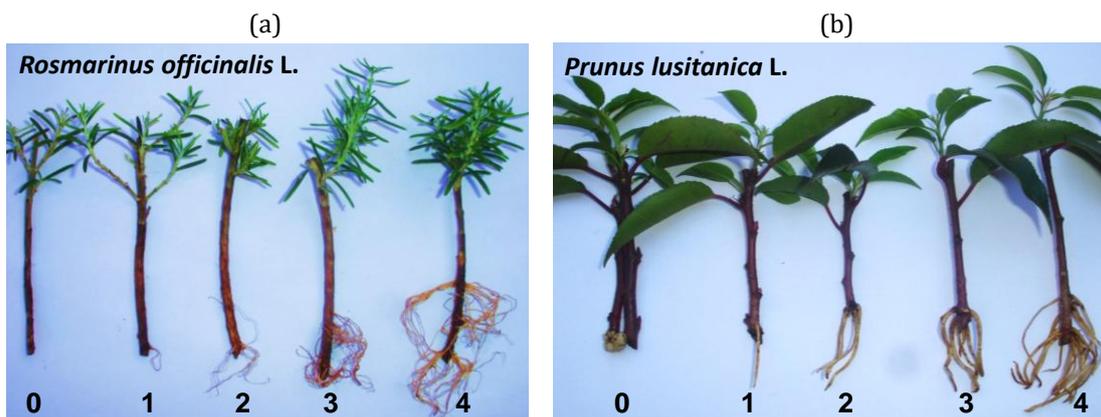


Figura 1 – Classificação das raízes de (a) *Rosmarinus officinalis* L. e (b) *Prunus lusitânica* L., em função do volume do sistema radicular (comprimento e nível de ramificação das raízes), 55 dias após a plantação das estacas.

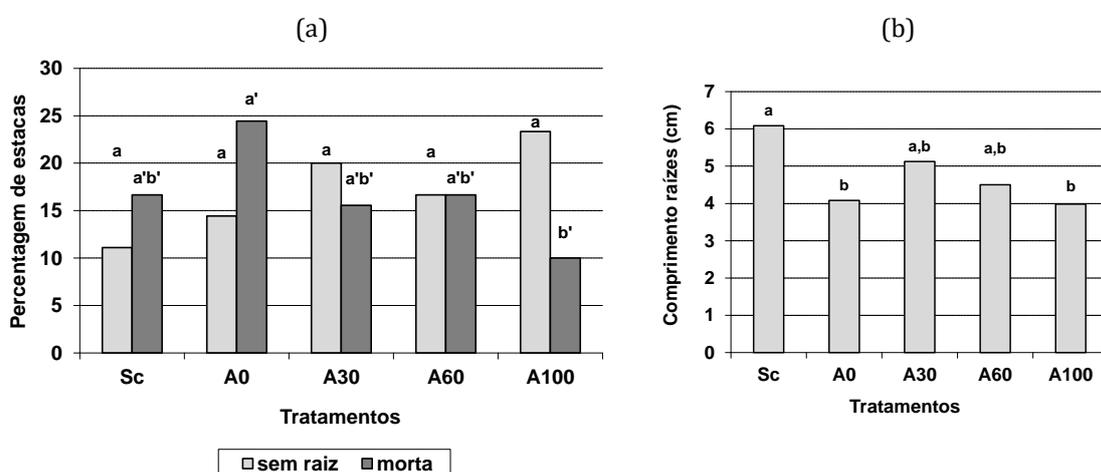


Figura 2 – (a) Estacas de alecrim sem raiz e estacas mortas (%) e (b) comprimento das raízes de alecrim (cm), para os tratamentos de substrato de enraizamento: comercial (Sc), composto de casca de pinheiro e turfa (A0) e com substituição do composto de casca de pinheiro, por quantidades crescentes de composto de acácia (A30, A60, A100). Letras diferentes para a mesma série significam diferenças significativas entre os tratamentos, pelo teste DMS ($p < 0,05$).

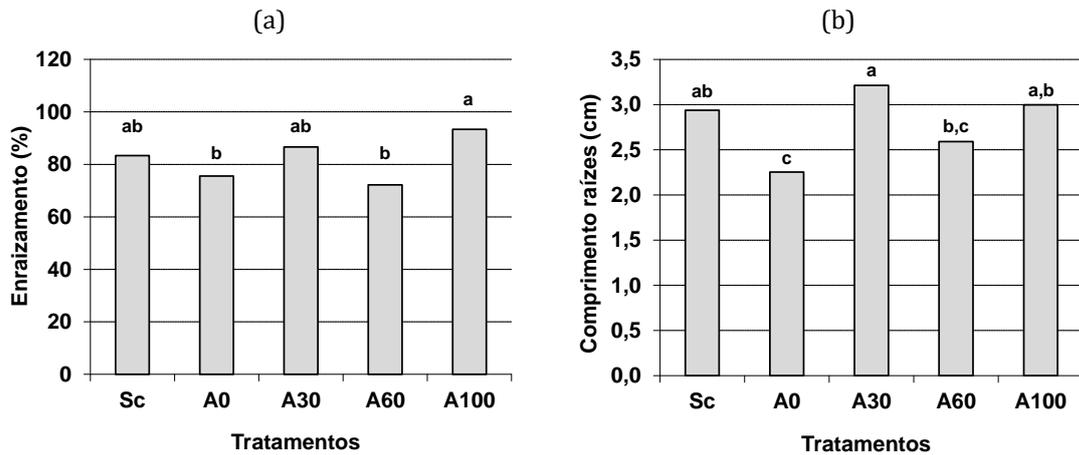


Figura 3 – (a) Enraizamento de estacas de azereiro (%) e (b) comprimento das raízes (cm), para os tratamentos de substrato de enraizamento: comercial (Sc), composto de casca de pinheiro e turfa (A0) e com substituição do composto de casca de pinheiro, por quantidades crescentes de composto de acácia (A30, A60, A100). Letras diferentes para a mesma série significam diferenças significativas entre os tratamentos, pelo teste DMS ($p < 0,05$).

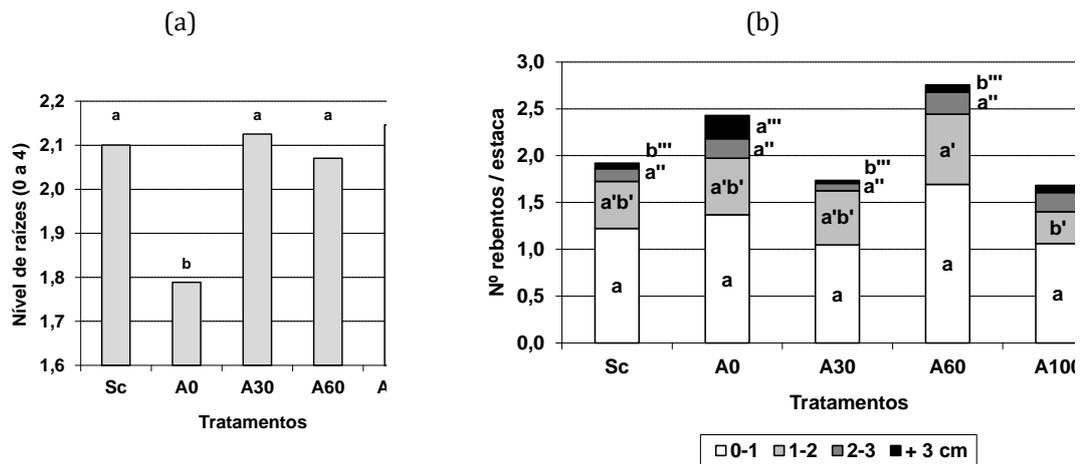


Figura 4 – (a) Média do nível de raízes (0 a 4) nas estacas de azereiro e (b) número de rebentos por estaca, para os tratamentos de substrato de enraizamento: comercial (Sc), composto de casca de pinheiro e turfa (A0) e com substituição do composto de casca de pinheiro, por quantidades crescentes de composto de acácia (A30, A60, A100). Letras diferentes para a mesma série significam diferenças significativas entre os tratamentos, pelo teste DMS ($p < 0,05$).

Estudo de diferentes compassos e tipos de poda num olival em modo de produção biológico

Inês Saramago, Idália Guerreiro, José Regato, Mariana Regato

Instituto Politécnico de Beja - Escola Superior Agrária de Beja, Rua Pedro Soares – Campus - 7800-295-Beja, mare@esab.ipbeja.pt

Resumo

O presente trabalho teve como principais objetivos estudar a influência do compasso e do tipo de poda (rejuvenescimento e corte raso efetuados 10 anos antes), na produtividade (kg ha^{-1}) e na qualidade da azeitona (percentagem de gordura, acidez do azeite e humidade) num olival plantado em 1963 com a cultivar 'Galega Vulgar' e conduzido atualmente em modo de produção biológico.

Realizaram-se dois ensaios, o 1º ensaio em que se estudou o efeito do compasso e o 2º ensaio em que se estudou o efeito do tipo de poda. No 1º ensaio, consideraram-se os compassos 5×5 m (400 árvores ha^{-1}); 10×10 m (100 árvores ha^{-1}) e 10×5 m (200 árvores ha^{-1}). Todas as árvores instaladas com estes compassos tinham sido submetidas à poda de rejuvenescimento. O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, com 3 repetições. Cada repetição era constituída por duas árvores. No 2º ensaio, consideraram-se as árvores em que se realizou a poda de rejuvenescimento e aquelas onde foi efetuada a poda de regeneração (corte raso do tronco), com o compasso 5×5 m (400 árvores ha^{-1}). O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, com 3 repetições. Cada repetição era constituída por duas árvores.

Os resultados obtidos conduziram às seguintes conclusões: houve um efeito estatisticamente significativo do compasso e um efeito estatisticamente não significativo do tipo de poda sobre a produtividade média do olival. O compasso 5×5 m foi o que permitiu uma produtividade média por hectare mais elevada, 6075 kg ha^{-1} , facto que se deve à existência de um maior número de árvores por hectare, sendo neste caso o mais rentável. No 1º ensaio, o compasso e no 2º ensaio, o tipo de poda não tiveram um efeito estatisticamente significativo no rendimento em gordura, na acidez do azeite e na humidade da azeitona.

Palavras-chave: 'Galega Vulgar', qualidade da azeitona

Abstract

Study of the effects of different spacing and type of pruning in an olive grove in organic production

The purpose of this work was to study the effects of tree spacing and type of pruning (rejuvenation and regeneration pruning made 10 years before) on productivity (kg ha^{-1}), olive quality (percent fat, olive oil acidity and moisture); in an olive grove planted in 1963 with the cultivar 'Galega Vulgar' that is organically farmed.

For this study, two experiments were performed, the first experiment in reference to see the effect of tree spacing and the second experiment in reference to type of pruning. In the first experiment, the tree spaced 5×5 m (400 trees ha^{-1}); 10×10 m (100 trees ha^{-1}) and 10×5 m (200 trees ha^{-1}) are considered. All the trees with these spaces were subjected to rejuvenation pruning. The experiment was made in three randomized blocks with three repetitions. Each repetition consisted of two trees. In the second experiment, the trees subjected to rejuvenation and regeneration pruning were considered, with a tree spaced of 5×5 m (400 trees ha^{-1}). The experiment was made in three randomized blocks with three repetitions. Each repetition consisted of two trees.

The results led to the following conclusions: The effect of tree spacing on olive grove average productivity was found to be statistically significant whilst the effect of pruning systems on olive grove average productivity was found not to be statistically significant. The tree spacing of 5×5 m allowed a higher average productivity per hectare, 6075 kg ha^{-1} , which is due to the existence of a larger number of trees per hectare, making it more profitable in this case. In the first experiment, tree spacing effect and in the second experiment, type of pruning effect, were not statistically significant in fat yield (%), in olive oil acidity (%) and in moisture (%) of the olives.

Keywords: 'Galega Vulgar', olive quality

Introdução

Foi nos anos noventa do século passado que a agricultura biológica teve início em Portugal e foi também nessa altura que surgiram os primeiros olivais em modo de produção biológico no Alentejo (Ferreira, 2010).

O olival representa 58 % da superfície das culturas permanentes em modo de produção biológico, sendo a cultura mais importante em termos de área. No entanto apenas 5,4 % dos olivais em Portugal são biológicos. Em 2011, 1385 produtores de olival em modo de produção biológico ocupavam uma área de 16 664 ha (-7,6% face ao ano 2000), representando o Alentejo 41,9 %, Trás-os-Montes 33,9 % e a Beira Interior 20,2 % dessa área (PDR, 2013).

Os olivais tradicionais convertidos ao modo de produção biológico, no Alentejo, possuem compassos muito largos, predominando os 10 × 10 m (100 árvores ha⁻¹), apresentando quando convenientemente acompanhados, produções ligeiramente superiores a uma tonelada por hectare. Os olivais em modo de produção biológico instalados há pouco mais de dez anos no Alentejo caracterizam-se por apresentar uma densidade de duzentas a trezentas árvores por hectare, com compassos próximos de 7 × 5 m e possuírem rega gota-a-gota. As cultivares que predominam nestes olivais são a 'Cordovil', a 'Cobrançosa' e a 'Galega Vulgar': A manutenção do solo é feita através do enrelvamento, nalguns casos com leguminosas (Ferreira, 1998; Lampkin, 2001; Alcobia & Ribeiro, 2001) e a colheita é mecânica.

Embora o azeite da cultivar 'Galega Vulgar' seja considerado de excelente qualidade e de grande importância para as zonas de Denominação de Origem Protegida (DOP), esta cultivar não está a ser muito usada nos novos olivais devido aos problemas que tem, nomeadamente a sua sensibilidade à gafa (*Gloeosporium olivarum* Alm.) e à mosca da azeitona (*Bactrocera oleae* Gmelin.), assim como a sua fraca aptidão para a colheita mecânica (Gouveia, s/d). A sua dificuldade de enraizamento através de estacas semilenhosas sob nebulização também conduz à escassez de oferta de plantas no mercado, para novas plantações.

Algumas das explorações destes novos olivais em modo de produção biológico têm o seu próprio lagar, onde produzem azeite biológico, de elevada qualidade, destinado à exportação e também a consumidores nacionais exigentes, que procuram alimentos saudáveis e cuja produção respeite o meio ambiente.

Material e métodos

Para efetuar este estudo, foram realizados dois ensaios num olival de sequeiro, com uma área de 2 hectares, implantado em 1963, em solos da família dos barros pretos, com a cultivar 'Galega Vulgar' e conduzido atualmente em modo de produção biológico.

Realizaram-se dois ensaios; no 1º ensaio, estudou-se o efeito do compasso e no 2º, o efeito do tipo de poda (rejuvenescimento e corte raso efetuados 10 anos antes). No 1º ensaio, consideraram-se os compassos 5 × 5 m (400 árvores ha⁻¹); 10 × 10 m (100 árvores ha⁻¹) e 10 × 5 m (200 árvores ha⁻¹). Todas as árvores instaladas com estes compassos tinham sido submetidas à poda de rejuvenescimento. O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, com 3 repetições. Cada repetição era constituída por duas árvores.

No 2º ensaio, consideraram-se as árvores em que se tinha realizado a poda de rejuvenescimento e as que tinham sido sujeitas à poda de regeneração (corte raso do tronco), com o compasso 5 × 5 m (400 árvores ha⁻¹). O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, com 3 repetições. Cada repetição era constituída por duas árvores.

Os parâmetros em estudo nos dois ensaios foram: produtividade média por hectare (kg ha⁻¹); qualidade da azeitona (rendimento em gordura, acidez do azeite na azeitona e humidade). A amostra de azeitona homogeneizada foi moída num moinho de martelos, com crivo de 3 a 4 mm. Da pasta de azeitona obteve-se a amostra para determinar a humidade, a gordura e a acidez. Para a determinação da percentagem de gordura e acidez da azeitona utilizou-se o equipamento Autelec MG-707. A determinação da percentagem de humidade fez-se por diferença de peso.

A análise estatística dos resultados foi efetuada através da análise de variância e comparação das médias (Teste de Duncan).

Resultados e discussão

Verificou-se que houve um efeito estatisticamente significativo do compasso (1º ensaio) e um efeito estatisticamente não significativo do tipo de poda (2º ensaio) sobre a produtividade média do olival.

O compasso 5 × 5 m foi o que permitiu uma produtividade média por hectare mais elevada, 6 075 kg ha⁻¹ (fig. 1), facto que se deve à existência de um maior número de árvores por hectare,

considerando-se que este foi o compasso mais adequado nas condições do ensaio. Os compassos mais utilizados na região para os olivais instalados em modo de produção biológico são os de 7 × 5 m; 7 × 4 m; 7 × 6 m, portanto mais largos do que o de 5 × 5 m, que permitiu a produtividade mais elevada.

Considerando tratar-se de um olival de sequeiro em modo de produção biológico, a produtividade obtida no ensaio foi muito elevada, tendo em conta que a produtividade média de um olival convencional de sequeiro ronda os 1 000 kg ha⁻¹. Os valores da produtividade verificados neste ensaio são os considerados para um olival de regadio em plena produção, aproximadamente 5 anos após a plantação e com a utilização das técnicas culturais mais adequadas (Ferreira, 2010). Deve também referir-se que embora a produtividade da cultivar 'Galega Vulgar' seja elevada, ela também sofre de alternância de produção, não se podendo considerar a produtividade atingida neste ensaio, como uma constante ao longo dos anos. Como já foi referido, não houve um efeito estatisticamente significativo do tipo de poda sobre a produtividade média por hectare, verificando-se que na situação correspondente à poda de rejuvenescimento, a produtividade média foi de 6 947 kg ha⁻¹ e que nas árvores em que se efetuou o corte raso, a produtividade média foi de 5 215 kg ha⁻¹.

Estudou-se também a qualidade da azeitona de cada ensaio, a nível do seu rendimento em gordura (%), humidade (%) e acidez do seu azeite (%). No 1º ensaio o compasso não teve um efeito significativo no rendimento em gordura (%), na acidez do azeite (%) e na humidade (%) da azeitona. Na figura 2, verifica-se que o rendimento médio em gordura da azeitona nos compassos 10 × 5 m e 10 × 10 m foi de 20,97% e no compasso 5 × 5 m foi de 18,87%. Na figura 3, observa-se que as médias da humidade da azeitona nos compassos 10 × 5 m, 10 × 10 m e 5 × 5 m foram de 52,2%, 52,5% e 51,6%, respetivamente.

No 2º ensaio o tipo de poda também não teve um efeito significativo no rendimento em gordura (%), na acidez do azeite (%) e na humidade (%) da azeitona. Observou-se que o rendimento em gordura da azeitona nas situações, poda de rejuvenescimento e corte raso foi 19,6% e 21,8%, respetivamente (fig. 4). O teor médio de humidade da azeitona foi de 50,9% na poda de rejuvenescimento e 52,1% no corte raso (fig. 5).

A humidade geralmente contribui com mais de 50% do peso do fruto (Mailer et al., 2005 cit. in Costa, 2012). O teor de humidade da azeitona está estreitamente relacionado com os condicionalismos edafoclimáticos e tem influência na qualidade do azeite. Se a humidade da azeitona tiver um valor tão baixo, que conduza à sua desidratação pode verificar-se a rutura das células, levando ao aumento do teor de ácidos gordos livres, com uma conseqüente diminuição da qualidade do azeite (Costa, 2012). Costa (2012) obteve o valor de 60,1% para o teor de humidade num olival em modo de produção biológico para a cultivar 'Galega Vulgar' no Alentejo, superior ao verificado neste ensaio.

Segundo Leitão et al. (1986) cit. in Rodrigues (2003), o fruto da cultivar 'Galega Vulgar' apresenta um fraco ou médio rendimento em azeite e é pobre em ácido linoleico. Embora o rendimento em azeite da cultivar 'Galega Vulgar' seja normalmente baixo (15%), esta produz um azeite muito equilibrado em ácidos gordos saturados, monoinsaturados e polinsaturado, possuindo um teor relativamente baixo de polifenóis, o que é compensado pela presença de tocoferóis, o que o torna medianamente resistente à oxidação (Mansinho e Fontes, 2007 cit. in Costa, 2012).

Costa (2012) obteve valores do rendimento em gordura de 13,23% para a cultivar 'Galega Vulgar' colhida a 21 de setembro e de 15,88%, quando a colheita foi realizada a 9 de novembro no Alentejo. O rendimento médio em azeite obtido neste ensaio foi à volta de 20%, superior ao citado na bibliografia. O valor da acidez do azeite foi constante (0,20%) em ambos os ensaios. Este parâmetro tem sido utilizado para a classificação dos azeites em categorias comerciais e é o critério de qualidade mais reconhecido pelos consumidores (Pintado et al., 2007).

Costa (2012) observou no Alentejo, valores um pouco mais altos de acidez (0,25%) para a cultivar 'Galega Vulgar' nas datas de colheita de 26 de outubro e 2 de novembro. Os valores mais altos de acidez podem dever-se ao facto de nestas datas existir maior percentagem de frutos com gafa (*Gloeosporium olivarium* Alm.). Verificou ainda que na data de 9 de novembro a percentagem de acidez desceu, diminuindo também o número de frutos atacados pela gafa, o que está de acordo com os trabalhos apresentados por Trapero & Blanco (1999) e Marques & Batista (2011) cit. in Costa (2012).

Conclusões

Através deste estudo concluiu-se que a produtividade mais elevada foi obtida com o compasso de 5 × 5 m, ou seja o mais apertado dos compassos em estudo. No entanto, o compasso mais utilizado nos olivais intensivos em modo de produção biológico é o de 7 × 5 m, permitindo uma maior entrada de luminosidade e um maior arejamento no olival, o que pode facilitar a diminuição do aparecimento de doenças criptogâmicas.

A produtividade obtida para a cultivar 'Galega Vulgar' em regime de sequeiro e em modo de produção biológico foi muito elevada ($6\,075\text{ kg ha}^{-1}$), mas não se pode considerar que este valor permaneça constante ao longo dos anos, devido à alternância de produção desta cultivar e também em virtude das condições climáticas afetarem a produtividade, especialmente por provocarem o aparecimento de doenças e pragas.

O teor de gordura (20%) foi elevado quando comparado com outros valores encontrados na bibliografia e a percentagem de acidez foi baixa, valores que permitem produzir um azeite de boa qualidade.

Referências

- Alcobia, M.D. & Ribeiro, J.R. 2001. Manual do Olival em Agricultura Biológica. 1ª Edição. Edição Terra Sã, Alijó, 111p.
- Costa, M.N.L. 2012. Caracterização de Azeites Provenientes de Azeitonas com Diferentes Estados de Maturação. Dissertação do Mestrado de Engenharia Alimentar. ESAB. IPBeja. Beja.
- Ferreira, J.C. 1998. Adubos Verdes. In Manual de agricultura biológica: fertilização e protecção das plantas para uma agricultura sustentável. (ed.). AGROBIO. Lisboa. 63-87.
- Ferreira, D.J.B. 2010. O Olival em Modo de Produção Biológico: custos e rentabilidade na região de Moura, Alentejo. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Agronómica. ISA. UTL. Lisboa.
- Gouveia, J.M.B. s/d. O Azeite da "Galega Vulgar", Património Nacional. ISA. UTL. Lisboa.
- Lampkin, N. 2001. Agricultura Ecológica. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- PDR. 2013. Programa Desenvolvimento Rural do Continente - Diagnóstico. Draft - versão outubro 2013. Gabinete de Planeamento e Políticas. Lisboa.
- Pintado, C.J.M., Peres, C. Pinheiro-Alves, M.C. & Peres, F. 2007. Azeites de produção biológica e produção integrada - avaliação de critérios de qualidade. Revista de Ciências Agrárias. Vol. XXX, n.º 1, p. 362-366.
- Rodrigues, M.A.P. 2003. Enraizamento de Estacas de Oliveira em Estufa de Nebulização no Período de Outono/Inverno. Relatório de Projecto do Curso de Engenharia dos Sistemas Agrícolas e Ambientais, ramo Agricultura Industrial. ESAB - Escola Superior Agrária de Beja, Beja, 51 pp..

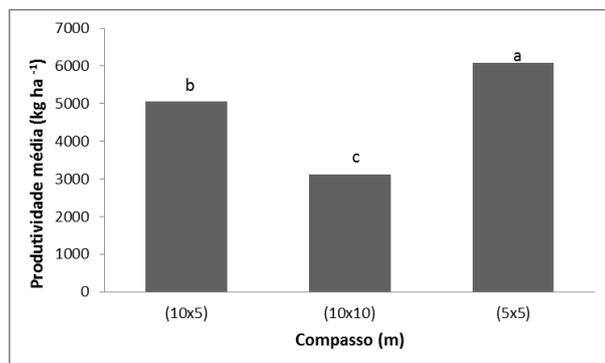


Figura 1 – Efeito do compasso sobre a produtividade média do olival (kg ha^{-1}).

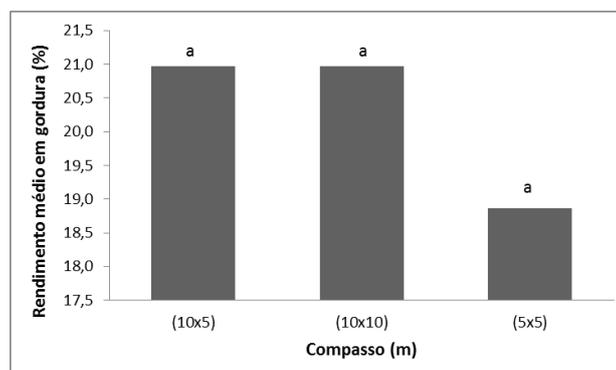


Figura 2 – Efeito do compasso sobre o rendimento médio em gordura da azeitona (%).

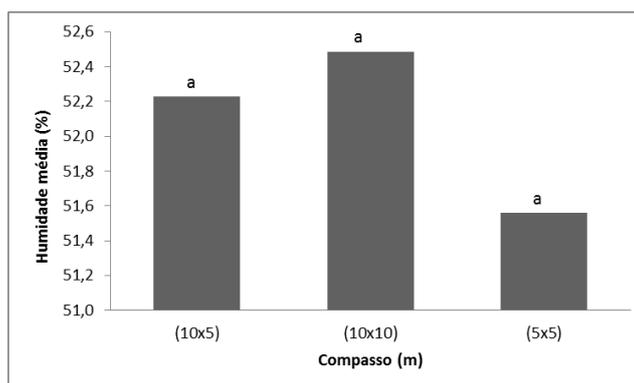


Figura 3 – Efeito do compasso sobre a humidade média da azeitona (%).

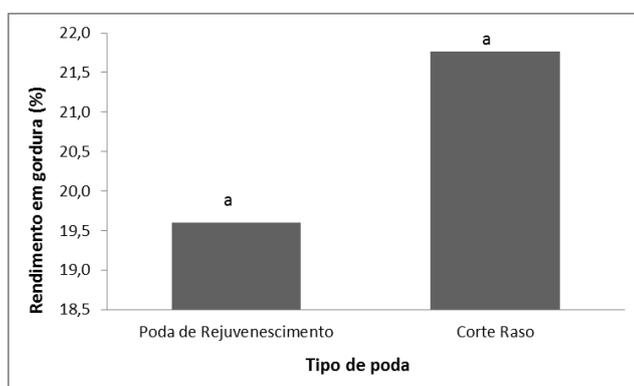


Figura 4 – Efeito do tipo de poda sobre o rendimento médio em gordura da azeitona (%).

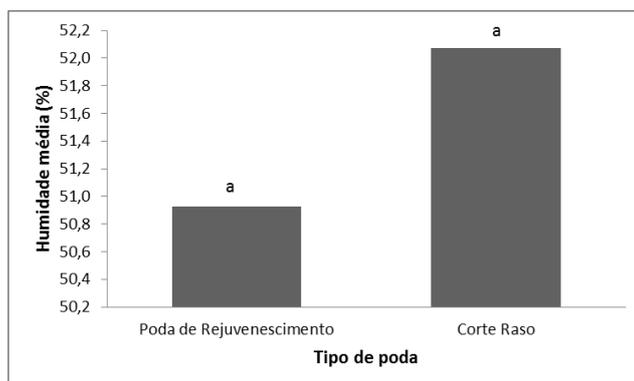


Figura 5 – Efeito do tipo de poda sobre a humidade média da azeitona (%).

Caracterização da rebentação da tangerineira ‘Setubalense’ em anos de safra e de contrassafra

Pedro Pacheco¹, Amílcar Duarte²

¹ FCT, Universidade do Algarve (UALg), LARA-Laranja do Algarve, SA, pfpacheco@gmail.com

² MeditBio, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve (UALg), Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, aduarte@ualg.pt

Resumo

A produção de citrinos encontra-se amplamente disseminada por todos os continentes, representando uma atividade económica geradora de milhões de euros. As crescentes exigências dos consumidores conduzem ao aparecimento de novas variedades, em detrimento das cultivares tradicionais. A produção de tangerineira ‘Setubalense’ (*Citrus deliciosa*) tem vindo a sofrer um acentuado declínio, mas os consumidores mais exigentes em aromas cítricos e fragrâncias intensas continuam a apreciar esta cultivar. Por isso, esta cultivar tem algum espaço comercial para mercados diferenciados em que se valorizam as cultivares tradicionais. Estas características e a sua época de maturação, que implica ser pouco afetada pela *Ceratitidis capitata*, fazem da ‘Setubalense’ uma cultivar recomendável para o modo de produção biológico.

Com o objetivo de caracterizar o padrão produtivo alternante e tendo por objeto de estudo um pomar de cinco anos de tangerineira ‘Setubalense’ enxertado sobre citranjeira ‘Troyer’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck × *Poncirus trifoliata* L.], foi avaliada a composição da rebentação e da floração nos anos de safra e de contrassafra.

A intensidade e as características da rebentação dependem do quadrante da árvore e do ano (safra ou contrassafra). Nos anos de safra a percentagem de nós rebentados oscila entre 67,6 a 79,5%, que contrasta com os 25,4 a 28,2% dos anos de contrassafra, função do quadrante analisado. Nos anos produtivos os rebentos formados são essencialmente florais e nos improdutivos quase exclusivamente vegetativos. A formação de elevado número de flores nos anos de safra conduz a uma intensa abscisão de órgãos generativos. O número de folhas formadas por cada 100 nós é similar nos anos de safra e de contrassafra. Os resultados obtidos refletem o padrão alternante desta cultivar, evidenciando o cuidado particular que esta cultura tem de ter na sua condução.

Palavras-chave: *Citrus deliciosa*, floração, abscisão, alternância, órgãos generativos

Abstract

Characterization of the sprouting of ‘Setubalense’ mandarin in “on-crop” and “off-crop” years

The citrus production is widespread throughout all continents, representing an economic activity, generative of billions of euros. The increasing demands of consumers lead to the emergence of new cultivars at the expense of traditional cultivars. The production of ‘Setubalense’ mandarin (*Citrus deliciosa*) has suffered a sharp decline, but consumers who require more intense citrus aromas and fragrances continue to enjoy this cultivar. Therefore, this cultivar has a commercial space for different markets that value the traditional cultivars. These characteristics and its time of maturity, which implies being little affected by *Ceratitidis capitata*, make ‘Setubalense’ a cultivar recommended for organic farming.

Aiming to characterize the alternating reproductive pattern, and having as object of study a 5-year-old orchard of ‘Setubalense’ mandarin grafted on ‘Troyer’ citrange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck × *Poncirus trifoliata* L.] we evaluated the composition of the tree sprouting and flowering in the years “on” and “off” of the alternate bearing cycle.

The intensity and characteristics of spring sprouting depends on the tree quadrant and the year (“on” and “off” of the alternate bearing cycle). In the years “on” the percentage of sprouted nodes ranges from 67.6 to 79.5%, which contrasts with the 25.4 to 28.2% of the year “off”, depending on the analyzed quadrant. In the productive years formed sprouts are mostly floral, and in the unproductive years the sprouts are almost exclusively vegetative. The formation of a large number of flowers in the year “on” leads to an intense abscission of the generative organs. The number of leaves per 100 nodes is similar in years “on” and “off”. The results reflect the alternating bearing pattern of this cultivar, showing that it is necessary to pay particular attention in its management.

Keywords: *Citrus deliciosa*, flowering, abscission, alternate bearing, generative organs

Introdução

A produção de citrinos em Portugal cifrou-se em 2014 na ordem das 304 mil toneladas. Destas, cerca de 36 mil toneladas são de tangerinas, estando a oferta principalmente concentrada no Algarve (Instituto Nacional de Estatística, 2015). No entanto, os números não refletem a progressiva diminuição na produção da tangerineira 'Setubalense' (*Citrus deliciosa*). Esta cultivar, possivelmente, um híbrido entre *C. reticulata* e *C. maxima*, tem sido vítima da crescente demanda em novos produtos por parte da maioria dos consumidores, colocando em causa um conjunto de variedades tradicionais.

A tangerineira 'Setubalense' apresenta frutos com muitas sementes, por vezes com uma coloração pálida e com tendência ao empolamento num estado mais avançado da maturação. Contudo, exhibe frutos com um aroma especial e um ótimo sabor, características apreciadas pelos consumidores mais exigentes (Duarte, 2012). Espécie perfeitamente adaptada às condições edafoclimáticas encontradas nas nossas latitudes (Hodgson, 1967), tem como época de maturação janeiro-fevereiro (Massapina Júnior & Gonçalves, 1995), função da quantidade de frutos produzidos. Apesar de ter vindo a sofrer um acentuado declínio nas últimas décadas, os consumidores mais exigentes em aromas cítricos e fragrâncias intensas continuam a apreciar esta cultivar. Por isso, esta cultivar tem algum espaço comercial para mercados diferenciados em que se valorizam as cultivares tradicionais. Estas características e a sua época de maturação, que implica ser pouco afetada pela *Ceratititis capitata*, fazem da 'Setubalense' uma cultivar recomendável para o modo de produção biológico.

Em termos agronómicos o fenómeno da alternância é uma dificuldade acrescida para quem cultiva esta tangerineira. A regularização da produção é indispensável para manter a viabilidade desta cultura em termos comerciais. A alternância de produção manifesta-se em diversas espécies fruteiras, podendo ocorrer em ciclos bienais ou de outra magnitude. Relativamente aos bienais refletem um ciclo produtivo caracterizado por excessiva produção num ano (anos de safra ou "on"), seguido de um ano de baixa ou sem produção (anos de contrassafra ou "off") (fig. 1) (Monselise & Goldschmidt, 1982).

Elevadas produções conduzem a frutos pequenos, mais amarelos e de sabor menos intenso, dificultando a comercialização. Segue-se a falta de floração no ano seguinte (Hodgson, 1967), que, nas situações mais extremas, pode inviabilizar a colheita do ano seguinte (Spiegel-Roy & Goldschmidt, 1996). Quando a produção existe, os frutos, em número reduzido, são de tamanho elevado e com a casca grossa e rugosa (Agustí, 2000). Nas espécies alternantes, a regulação deste fenómeno passa por um controlo efetivo de todos os processos, que vão desde a floração até à colheita, através de um equilíbrio hormonal e nutricional adequado (Monselise & Goldschmidt, 1982).

A disponibilidade de hidratos de carbono, enquanto fonte energética, interfere em todos os processos da planta. A alternância reflete, em certa parte, a dependência da produção de frutos relativamente à disponibilidade energética da planta. Estas espécies nos anos "off" aumentam e armazenam as reservas, de forma que no ano seguinte a sua disponibilidade é elevada (Monselise et al., 1981).

Nas nossas condições, os citrinos (excluindo o limoeiro) entram em período de latência no inverno com a diminuição das temperaturas. Com o fim do período de baixas temperaturas, os gomos distribuídos ao longo dos ramos, retornam da fase de dormência e iniciam a sua atividade (Schneider, 1968; Agustí, 2000). Passado algum tempo dá-se o início da rebentação, que pode, por regra, ocorrer em ciclos de duas a cinco rebentações por ano, mas normalmente ocorre em três épocas. A rebentação de primavera é a mais intensa e a que apresenta os órgãos generativos, conseqüentemente, a futura produção (Schneider, 1968), no entanto, as progressivas alterações climáticas têm vindo a desajustar estes ciclos. A de verão e de outono não apresentam flores, dão origem a folhas de maior tamanho e a menor número de rebentos (Agustí, 2000). A intensidade das rebentações de primavera é inversamente proporcional às das fases posteriores.

Diversos autores têm estudado a rebentação e a floração de algumas espécies de citrinos (Duarte, 1992; Teixeira, 1999; Afonso, 2000; Faisca, 2005), contudo, a lacuna relativamente à espécie em estudo persistia.

As características da rebentação de primavera dependem da espécie e a proporção de cada tipo de rebento pode variar em função das condições ambientais, da cultivar, mas sobretudo da intensidade de floração. O estudo das rebentações da tangerineira 'Setubalense' enquadra-se na ótica do aumento do conhecimento sobre esta tangerineira, na busca de formas de controlar o fenómeno da alternância.

Material e métodos

Foi selecionado um pomar de tangerineira 'Setubalense' com cinco anos de idade, enxertado sobre citranjeira 'Troyer' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck × *Poncirus trifoliata* L.], com orientação das filas norte-sul, perfeitamente conduzido, não demonstrando estar afetado por pragas ou doenças, nem por fenómenos de stress hídrico, no qual foi realizada a avaliação da rebentação no período entre janeiro de 2014 e abril de 2015.

Em termos produtivos a campanha 2012/2013 tinha sido abundante. Por conseguinte, na campanha 2013/2014 a produção foi reduzida ou quase inexistente. Como seria expectável, a rebentação e produção da campanha 2014/2015 seria elevada, sendo o ano ideal para iniciar a sua avaliação.

Foram selecionadas 23 árvores dispersas pelo pomar e que foram consideradas representativas do mesmo. Nestas árvores foi feita a caracterização da rebentação de primavera, através da contagem de ramos, avaliando o tipo de rebentos e o seu número, tendo em consideração a idade dos ramos e a sua orientação. Esta operação foi realizada entre os dias 18 e 26 de março de 2014 e entre 9 e 12 de abril de 2015, período em que todos os órgãos generativos já estavam visíveis, mas em que a abscisão ainda não tinha iniciado. De entre as 23 árvores, selecionaram-se quatro que foram utilizadas para avaliações periódicas ao longo do período de abscisão. Nestas árvores, os ramos contados foram marcados para posteriores recontagens, permitindo determinar o ritmo de abscisão desta cultivar.

A seleção dos ramos foi efetuada de forma aleatória, contudo apenas foram considerados ramos provenientes da rebentação de outono do ano transato, por se ter constatado ser neste tipo de ramos que surgem quase todas as novas rebentações nesta cultivar. Foi efetuada a contagem de um número superior a 200 nós por árvore (50 nós por quadrante (S, O, N, E)). Iniciou-se a contagem a partir da base da inserção do ramo, ou da última mudança de madeira, no sentido da extremidade do ramo (acrópeto), contando todos os nós e órgãos, registando todos os elementos numa matriz para posterior interpretação. Os resultados obtidos permitiram determinar, de entre os nós contados; o número de nós onde ocorreu rebentação; o número de rebentos por nó, o número de órgãos generativos e folhas presentes em cada rebento e quantificar e qualificar o tipo de rebentos formados.

A classificação dos rebentos foi utilizada em anteriores trabalhos sobre citrinos (Duarte & Guardiola, 1996), distinguindo-se cinco tipos de rebentos, em função da presença de flores ou folhas: rebento misto multifloral (com várias flores e com uma ou mais folhas); rebento generativo multifloral (com várias flores e sem folhas); rebento misto unifloral (com uma flor e com uma ou mais folhas); rebento generativo unifloral (com uma flor e sem folhas) e rebento vegetativo (sem flores e com uma ou mais folhas).

Os dados submetidos a uma análise de variância (ANOVA) efetuada através do programa de estatística da IBM® SPSS® Statistics version 22. Atendendo a que algumas das variáveis analisadas não apresentavam uma distribuição normal e incluíam valores muito baixos ou mesmo zero, essas variáveis foram submetidas a transformação do tipo $\sqrt{x+1}$, para diminuir o nível de assimetria. Para a determinação dos grupos homogéneos, as médias de cada modalidade foram comparadas com recurso ao teste das diferenças mínimas significativas (LSD). O erro padrão foi calculado através da raiz quadrada da variância da amostra dividindo pelo número de elementos na amostra. As barras de erro presentes no gráfico representam o valor de erro padrão das amostras em ambos sentidos. Considerou-se que não ocorrem diferenças significativas entre fatores quando $P > 0,05$ (n. s.).

Resultados e discussão

Contrariando os estudos efetuados por outros autores noutras espécies, em que ocorre uma significativa rebentação de primavera nos ramos formados na penúltima rebentação (Duarte, 1992; Krajewski & Rabe, 1995; Teixeira, 1999), na espécie *Citrus deliciosa*, a rebentação ocorre quase exclusivamente nos ramos formados na última rebentação do ano transato.

No ano de safra (2014) a rebentação de primavera foi intensa (quadro 1), com uma percentagem elevada de nós rebentados e um total de rebentos por 100 nós acima de 100 unidades, dando origem a uma floração abundante (113 flores/100 nós). Esta rebentação foi fortemente influenciada pelo quadrante, apresentando no lado norte uma percentagem inferior de nós rebentados (67,6), um número inferior de rebentos por 100 nós (85,6) e de rebentos por nó rebentado (1,3), em comparação com os restantes quadrantes (quadro 1). Dados similares foram registados para outras espécies (Duarte, 1992; Faísca, 2005). O nível de rebentação intenso origina frequentemente mais de um rebento por nó rebentado, evidenciando a elevada disponibilidade de reservas no início dos anos "on" (Goldschmidt & Golomb, 1982).

Posteriormente, com o avançar do ciclo evolutivo dos frutos, o progressivo declínio de vigor inicial das árvores foi evidente, dando origem a rebentações de verão e de outono reduzidas ou quase inexistentes. No ano seguinte o esgotamento das plantas era patente, culminando numa rebentação escassa e numa floração quase nula.

Nos anos de contrassafrá, sendo o nível de rebentação mais reduzido, as diferenças entre o lado norte e os restantes lados não são tão claras. Apenas entre os lados norte e oeste se observou uma diferença estatisticamente significativa (quadro 2). Neste ano observou-se uma redução na percentagem de nós rebentados e no total de rebentos por 100 nós. A semelhança entre as duas séries de valores revela que a rebentação foi de apenas um rebento por nó rebentado. Estes dados são consistentes com as baixas reservas da planta no início dos anos "off" (Goldschmidt & Golomb, 1982). É ainda de salientar que o facto de os ramos do lado norte, terem nos anos de safra, uma rebentação menos intensa que os outros lados, não levou a que no ano seguinte a redução da rebentação do lado norte fosse atenuada nesses ramos.

O tipo de rebentos formados é fortemente condicionado pelo ciclo de alternância. Nos anos de safra a rebentação inclui um número elevado de rebentos florais, no entanto, a aparição de duas ou mais flores por rebento surge com uma baixa frequência; tanto o número de rebentos generativos multiflorais (0,1/100 nós) como o número de rebentos mistos multiflorais (2,1/100 nós) apresentam valores muito baixos. Nos anos de contrassafrá a rebentação é composta quase exclusivamente por rebentos vegetativos, havendo uma reduzida presença de flores, (fig. 2). Comparando os presentes resultados, com os dados obtidos por Guardiola et al, 1977 e por Duarte, 1992, verifica-se que a composição da rebentação também é fortemente condicionada pela espécie.

Relativamente à intensidade da floração (n.º de flores por 100 nós), no ano de safra, esta é coerente com os resultados obtidos para a percentagem de nós rebentados, registando-se a influência vincada do quadrante, conforme se pode comprovar através do quadro 3. O menor número de flores presentes no lado norte, parece refletir o efeito do ensombramento, que provoca uma inibição da formação de flores (Deidda & Agabbio, 1977; Deidda et al., 1988-1992).

O número de folhas novas formadas, não foi afetado pelo ciclo de alternância apresentando valores médios similares no ano de safra (131,0 folhas/100 nós) e de contrassafrá (125,3 folhas/100 nós). Mesmo assim, no ano de safra o número de folhas por 100 nós foi afetado pelo quadrante, sendo inferior no lado norte e superior no lado este, enquanto no ano de contrassafrá não se observaram diferenças significativas entre quadrantes (quadro 3).

Os ramos marcados aquando da primeira contagem, nas quatro árvores selecionadas, permitiram efetuar novas contagens ao longo do tempo (fig. 3). Os dados obtidos indicam que o número de folhas novas não sofre grande alteração no período avaliado. Já o número de órgãos generativos vai sofrendo um progressivo decréscimo após a sua formação, culminado numa queda elevada na fase de vingamento. A elevada abscisão surge pelo efeito competitivo entre estruturas reprodutivas, na demanda em substâncias de reserva, por parte dos frutos em rápido crescimento (Goldschmidt & Monselise, 1977). Por outro lado, a abscisão melhora a relação entre folhas e órgãos generativos, aumentando a capacidade da planta em nutrir os frutos que subsistem.

Conclusões

O ciclo de alternância na espécie *Citrus deliciosa* atinge uma importância extrema, originado nos anos de safra, uma rebentação e floração bastante intensas. Apesar dos fenómenos internos de competição gerados e da conseqüente abscisão avultada de órgãos generativos, os que ainda permanecem na árvore, conduzem a um visível declínio das plantas e a uma produção elevada. Nos anos de contrassafrá a presença de flores é extremamente reduzida. Não existindo frutos agindo como sumidouros de hidratos de carbono, a árvore revitaliza-se, repondo o nível de reservas, preparando para o retomar do ciclo no ano seguinte.

Estes resultados revelam a intensidade e importância do fenómeno da alternância, que nos casos mais extremos pode conduzir à morte das plantas (Smith, 1976).

Agradecimentos

Agradece-se à empresa Frutas Martinho, Lda., representada pelo Eng.º Filipe Martinho, a cedência do pomar e todas as informações pertinentes.

Referências

Afonso, M.S.S. 2000. Controlo da alternância em tangerineira 'Encore' - Utilização de reguladores de crescimento. Relatório de Estágio do Curso de Licenciatura em Engenharia Agronómica - Ramo Hortofruticultura. Faro: Universidade do Algarve.

- Agustí, M. 2000. Citricultura. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Deidda, P. & Agabbio, M. 1977. Some factors influencing flowering and fruit-set of clementine mandarin. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2:688-692.
- Deidda, P., Filigheddu, M.R., Canu, A., Farro, L. & Benincasa, F. 1988-1992. Light distribution on citrus canopy affects physiological parameters and fruiting pattern. Ann. Fac. Univ. Sassari (I) 34:115-122.
- Duarte, A.M.M. 1992. Floración y fructificación en el mandarino 'Fortune'. "Master of Science". Valencia: Universidade Politécnica de Valencia.
- Duarte, A.M.M. 2012. Breves notas sobre a citricultura portuguesa. Agrotec 3:40-44.
- Duarte, A.M.M. & Guardiola, J.L. 1996. Flowering and fruit set of 'Fortune' hybrid mandarin. Effect of girdling and growth regulators. Proc. Int. Soc. Citriculture 1:1069-1071.
- Faísca, J.M.A. 2005. Efeito da poda sobre o vingamento de clementina 'Fina'. Relatório de Estágio do Curso de Engenharia Agronómica - Ramo Hortofruticultura. Faro: Universidade do Algarve.
- Guardiola, J.L., Agustí, M. & Garcia-Marí, F. 1977. Gibberellic acid and flower bud development in sweet orange. Proc. Int. Soc. Citriculture 2:696-699.
- Goldschmidt, E.E. & Golomb, A. 1982. The carbohydrate balance al alternate-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:206-208.
- Goldschmidt, E.E. & Monselise, S.P. 1977. Physiological assumptions toward the development of a citrus fruiting model. Proc. Int. Soc. Citriculture 2:668-672.
- Hodgson, R.W. 1967. Horticultural varieties of Citrus. In W. Reuther, J. Webber & L.D. Batchelor, eds. The Citrus Industry. California: University of California. Ch. Chapter 4. <http://websites.lib.ucr.edu/agnic/webber/>.
- Instituto Nacional de Estatística. 2015. ISBN:978-989-25-0320-8 Estatísticas Agrícolas 2014. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P.
- Krajewski, A.J. & Rabe, E. 1995. Bud age affects sprouting and flowering in clementine mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). HortScience 30(7):1366-1368.
- Massapina Júnior, J.F. & Gonçalves, F.N. 1995. Citricultura - guia ilustrado. 2.ª ed. Loulé.
- Monselise, S.P. & Goldschmidt, E.E. 1982. Alternate bearing in fruit trees. Horticultural Reviews 4:128-173.
- Monselise, S.P., Goldschmidt, E.E. & Golomb, A. 1981. Alternate bearing in citrus and ways of control. Proc. Int. Soc. Citriculture 1:239-242.
- Schneider, H. 1968. The anatomy of Citrus. In W. Reuther, L.D. Batchelor & H.J. Webber, eds. The Citrus Industry. California: University of California. Ch. Chapter 1. <http://websites.lib.ucr.edu/agnic/webber/>.
- Smith, P.F. 1976. Collapse of 'Murcott' tangerine trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 (1):23-25.
- Spiegel-Roy, P. & Goldschmidt, E.E. 1996. Biology of Citrus. Cambridge, Great Britain: Cambridge University Press.
- Teixeira, P.C.C. 1999. A alternância da tangerineira 'Encore'. Relação com as reservas das plantas. Relatório de estágio do curso de licenciatura em Engenharia Agronómica - Ramo Hortofruticultura. Faro: Universidade do Algarve.

Quadro 1 – Intensidade de rebentação da tangerineira 'Setubalense', por quadrante, num ano de safra (ano de 2014).

Parâmetros	Quadrante				Significância
	Sul	Oeste	Norte	Este	
Nós rebentados (%)	79,5 b*	77,4 b	67,6 a	77,6 b	$p \leq 0,001$
Total rebentos / 100 nós	119,0 b	119,0 b	85,6 a	122,9 b	$p \leq 0,001$
N.º rebentos / nó rebentado	1,5 b	1,5 b	1,3 a	1,6 b	$p \leq 0,001$

* Dentro da mesma linha, médias com letras comuns, não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste LSD ($P=0,05$) ($n=23$).

Quadro 2 – Intensidade de rebentação da tangerineira ‘Setubalense’, por quadrante, num ano de contrassafra (ano de 2015).

Parâmetros	Quadrante				Significância
	Sul	Oeste	Norte	Este	
Nós rebentados (%)	26,4ab*	28,2 b	25,4 a	26,4 ab	$p=0,244$
Total rebentos / 100 nós	26,7	29,0	26,2	26,7	ns
N.º rebentos / nó rebentado	1,0	1,0	1,0	1,0	ns

* Dentro da mesma linha, médias com letras comuns, não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste LSD ($P=0,05$) ($n=23$).

Quadro 3 – Número de flores e de folhas por 100 nós nos anos de safra e de contrassafra, por quadrante.

Parâmetros	Ano	Quadrante				Significância
		Sul	Oeste	Norte	Este	
N.º flores / 100 nós	Safra	124,8 b*	119,0 b	84,8 a	123,9 b	$p\leq 0,001$
N.º folhas / 100 nós	Safra	132,7 b	120,9 ab	113,4 a	156,9 c	$p\leq 0,001$
N.º folhas / 100 nós	Contrassafra	124,8	122,9	127,8	125,8	ns

* Dentro da mesma linha, médias com letras comuns, não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste LSD ($P=0,05$) ($n=23$).

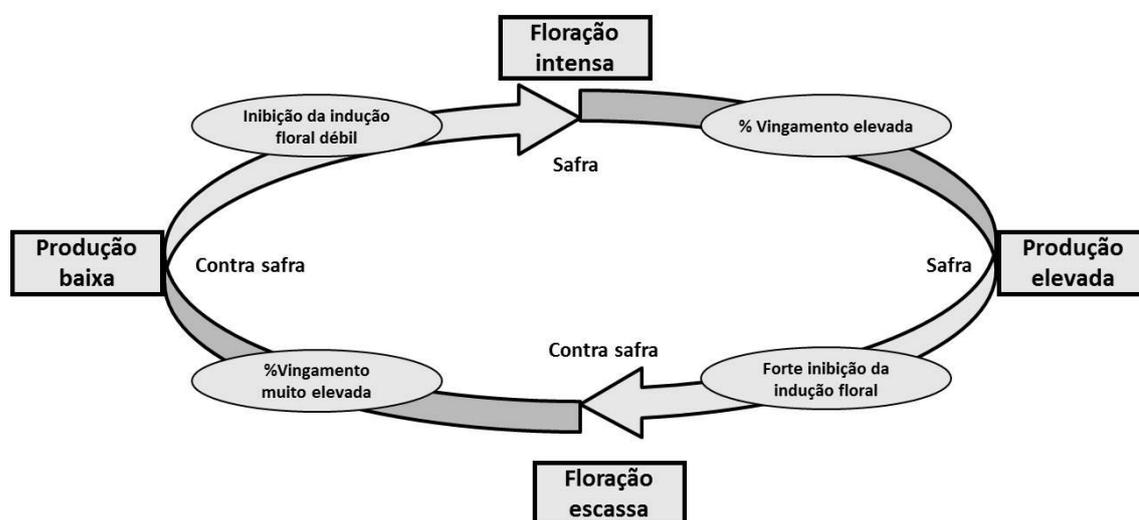


Figura 1 – Esquema da sequência de processos que caracterizam os ciclos bienais de alternância.

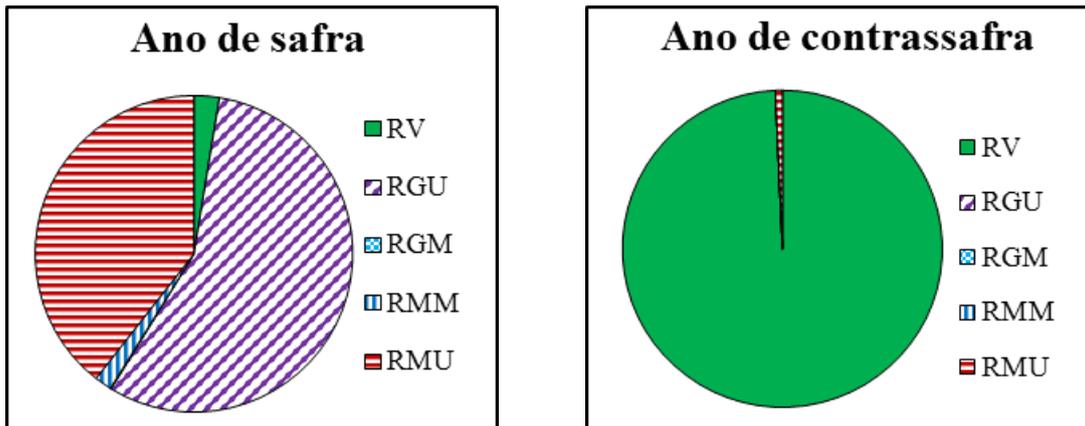


Figura 2 – Percentagem para cada tipo de rebento para um ano de safra e um ano de contrassafra; RV – rebento vegetativo; RGU – rebento generativo unifloral; RGM – rebento generativo multifloral; RMM – rebento misto multifloral; RMU – rebento misto unifloral.

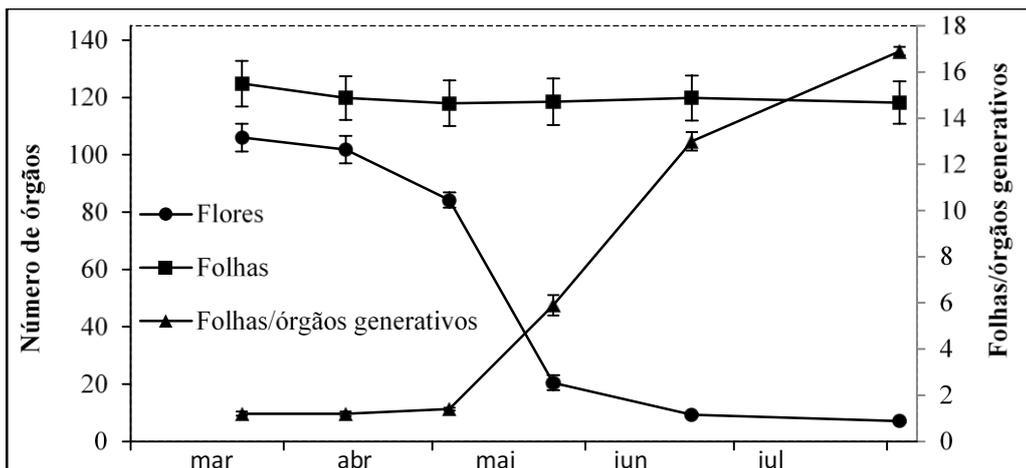


Figura 3 – Evolução do número de flores e de folhas e da relação entre ambos, num ano de safra.

Efeito da aplicação de citoquininas de origem natural na quebra de dormência em kiwi

Raul Rodrigues¹, Rui Araújo², Fernão Veloso², Isabel Mourão¹

¹ Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, raulrodrigues@esa.ipvc.pt

² Frutas Douro ao Minho S.A. Lugar da Gandra Santo Estevão de Briteiros 4805-483 Santo Estevão Briteiros, Portugal

Resumo

O kiwi (*Actinidia deliciosa*) é uma planta exigente em frio invernal para a quebra de dormência, sendo necessárias 600 a 800 horas de frio, inferiores a 7°C, para que um número elevado de gomos dê origem a rebentos com flores. Em regiões com invernos muito amenos, onde estas exigências de frio não são satisfeitas, como acontece no noroeste de Portugal, o recurso à cianamida hidrogenada foi a alternativa mais comum. No entanto, a proibição da utilização desta substância no espaço comunitário, a partir de 2012, exigiu a procura de soluções alternativas que impedissem a quebra de produção desta espécie. O presente trabalho teve por objetivo comparar os efeitos da aplicação de cianamida hidrogenada (Dormex®) e de citoquininas de origem natural (Cytokin®), na quebra da dormência e na produtividade de kiwis, num ensaio realizado em 2011, num pomar localizado na região do Minho, Portugal.

A percentagem de abrolhamento nas modalidades tratadas com Dormex® (63,94%±0,04) e com Cytokin® (64,9%±0,04) foram significativamente superiores à da testemunha (58,17%±0,05), assim como o índice de fertilidade. Este índice foi de 1,22±0,12 e 1,13±0,20 com a aplicação de Dormex® e Cytokin®, respetivamente, tendo sido de 0,74±0,14 na testemunha. No entanto, o número de frutos por planta não diferiu significativamente entre todas as modalidades, tendo variado entre 343±102 nas plantas tratadas com Cytokin® e 229±52 na testemunha.

Concluiu-se que o Cytokin® pode constituir uma alternativa viável à aplicação de Dormex® na quebra da dormência da actinídea, sem as consequências eco-toxicológicas que levaram à proibição deste produto no espaço europeu, dado tratar-se de um produto de origem natural, que poderá ainda ser utilizado na produção biológica deste fruto.

Palavras-chave: *Actinidia deliciosa*, Dormex, Cytokin, actinídea, índice de fertilidade

Abstract

Effect of the natural origin cytokinin application on dormancy breaking in kiwi

The kiwi (*Actinidia deliciosa*) is a demanding species in winter cold to break dormancy, requiring 600 to 800 hours of cold, below 7°C, so that a large number of buds give rise to shoots with flowers. In regions with very mild winters where these cold requirements are not met, as in the northwest of Portugal, the use of hydrogen cyanamide was the most common alternative. However, the ban on the use of this substance within the Community, from 2012, required the search for alternative solutions that would prevent the fall in production of this species. This study aimed to compare the effects of application of hydrogen cyanamide (Dormex®) and naturally occurring cytokinins (Cytokin®), in breaking dormancy and kiwi productivity, in an experiment performed in 2011 in an orchard located in the region Minho, Portugal.

The percentage of sprouting in the crop treatments with Dormex® (63.94% ± 0.04) and Cytokin® (64.9% ± 0.04) was significantly higher than the control (58.17% ± 0.05), as well as the fertility index. This index was 1.22 ± 0.12 and 1.13 ± 0.20 with the application of Dormex® and Cytokin®, respectively, being 0.74 ± 0.14 in the control. However, the number of fruit per plant was not significantly different between all types and ranged from 343 ± 102 plants treated with Cytokin® and 229 ± 52 in the control.

It was concluded that the Cytokin® can be a viable alternative to the application of Dormex® on breaking dormancy of *Actinidia*, without the eco-toxicological consequences that led to the ban of this product in Europe, given that it is a product of natural origin which can also be used in organic production of this fruit.

Keywords: Dormex, cytokin, *Actinidia*, fertility rate

Introdução

Entre as espécies exóticas suscetíveis de serem cultivadas fora do seu habitat natural, o kiwi, *Actinidea deliciosa*, (A. Chev.) C.F. Liang et A.R. Ferguson, encontrou no noroeste de Portugal condições edáficas e climáticas favoráveis ao seu cultivo, designadamente, solos férteis, frescos, profundos e bem drenados. A actinídea, tal como outras árvores de folha caduca de clima temperado, é suscetível ao excesso ou falta de frio invernal. A cultivar “Hayward” necessita, para quebrar a dormência cerca de 700 a 900 horas com temperaturas inferiores a 7,2°C, entre novembro e fevereiro (Cacioppo, 1989; Zuccherelli & Zuccherelli, 1990). A partir do final de fevereiro, as temperaturas não devem ser inferiores a 5°C, para que os gomos não se ressintam durante a fase de diferenciação floral (Oliveira & Veloso, 2008; Rodrigues & Oliveira, 2008).

Em regiões com invernos muito amenos, tal como nas proximidades do mar, o recurso à cianamida hidrogenada (Dormex®) tem sido a alternativa mais comum quando as exigências de frio não são satisfeitas, de forma a aumentar a fertilidade e o abrolhamento homogêneo das plantas. A proibição do uso do referido produto no espaço comunitário, implica quebras de produção ao nível das explorações de kiwis, principalmente nos locais onde o número de horas de frio invernal é insuficiente (Rodrigues & Oliveira, 2008).

Recentemente, o recurso a reguladores de crescimento de origem natural para a quebra da dormência das fruteiras exigentes em frio invernal, tem sido estudado em diversas culturas a nível internacional (Fabbroni et al., 2007). Entre os referidos reguladores de crescimento, as citoquininas têm-se revelado as mais promissoras, pela ação que desempenham.

O presente trabalho, teve como objetivo, estudar a ação de citoquininas de origem natural na quebra da dormência, índices de fertilidade e produção da actinídea.

Material e métodos

O presente estudo decorreu durante o ciclo vegetativo de 2011, na localidade de Meixedo, concelho e distrito de Viana do Castelo (Lat. 41°45'51" N e Long. 8°42'46"O), situado a cerca de 14 km do mar. O ensaio foi conduzido num delineamento completamente casualizado e consistiu em três modalidades: Cytokin®, Dormex® (usado como referência) e a testemunha (tratada com água), com quatro repetições por modalidade. Cada repetição era constituída por 3 linhas com quatro plantas, tendo a observação incidido sobre as duas plantas centrais da linha do meio, funcionando as restantes como bordadura, de forma a minimizar os efeitos de deriva de produtos de umas modalidades para outras. As observações incidiram sobre os gomos e frutos de todas as varas de cada planta amostrada.

Os parâmetros avaliados foram: *carga à poda*: número médio de gomos por vara e número médio de varas por planta; *número de gomos evoluídos*: número médio de gomos que abrolharam em cada vara; *índice de abrolhamento*: que é dado pela razão entre o número médio de gomos deixados à poda e o número médio de gomos evoluídos; *índice de fertilidade prático*: que é dado pela razão entre o número médio de frutos por vara e o número médio de gomos à poda e *produção*: número médio de frutos por vara e por planta. O número de horas de frio foi calculado a partir dos dados obtidos nas estações meteorológicas de Arcozelo, Cepões Bárrio, do concelho de Ponte de Lima, todas elas situadas num raio de 10 km do local do ensaio. As pulverizações foram realizadas de acordo com as indicações dos fabricantes. As doses utilizadas foram de 0,5 L.ha⁻¹ para o Cytokin® e de 50 L.ha⁻¹ para o Dormex. O volume de calda foi de 1000 L.ha⁻¹. Complementarmente procedeu-se também ao acompanhamento da fenologia da cultura, com observações semanais entre 22 de fevereiro e 27 de junho (frutos em crescimento), tendo-se feito nesta última data, a colheita de dados para avaliação dos índices acima referidos.

Para comparar os resultados obtidos, recorreu-se à análise de variâncias a um fator (ANOVA) com um nível de significância de 0,05. A comparação das médias foi feita através do teste de Duncan, para um nível de significância também de 0,05. Para verificação dos pressupostos necessários à prossecução com a análise de variância, realizaram-se os testes de Shapiro-Wilk (adesão à normalidade) e de Levene (homogeneidade das variâncias).

Resultados

Evolução da fenologia. A primeira observação teve lugar no dia 23 de fevereiro, tendo-se acompanhado a evolução do estado fenológico das plantas sujeitas ao estudo com visitas regulares semanais até ao final do estudo e a última visita foi feita no dia 27 de junho de 2011. O abrolhamento decorreu em 15/03/2011 em todas as modalidades (quadros 1 a 3). Da análise dos resultados verificou-se que para todos os parâmetros avaliados, foram cumpridos os pressupostos necessários à prossecução com a análise de variâncias, não tendo sido possível identificar diferenças

estatisticamente significativas tanto para o teste de - Shapiro Wilk como para o Teste de Levene (homogeneidade das variâncias)

O *número de varas por planta* (Figura 1) foi idêntico entre as modalidades em estudo, não se tendo verificado diferenças estatisticamente significativas entre elas ($p > 0,05$). Na modalidade tratada com Cytokin[®], o número médio de varas por planta foi de $13,63 \pm 2,17$, enquanto no caso do Dormex[®] foi de $12,5 \pm 2,27$ e na testemunha de $12,63 \pm 1,80$ varas por planta.

O *número médio de gomos por vara*, foi idêntico entre as modalidades ensaiadas (Figura 2), pelo que não foi possível detetar diferenças estatisticamente significativas entre elas ($p > 0,05$). A carga à poda oscilou entre $21,6 \pm 3,1$ gomos por vara na modalidade tratada com Dormex[®] e $24,1 \pm 1,3$ na testemunha.

O *índice de abrolhamento*, oscilou entre $58,17 \pm 4,65\%$ na testemunha e $65 \pm 3,6\%$ no Cytokin[®] (Figura 3). A análise de variâncias revelou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre as modalidades em estudo. O índice de abrolhamento na modalidade Cytokin[®] foi significativamente superior ao da testemunha, não diferindo ambas da modalidade tratada com Dormex[®].

O *índice de fertilidade prático* diferiu significativamente entre as modalidades em estudo (fig. 5), sendo que nas modalidades Dormex[®] ($1,22 \pm 0,12$) e Cytokin[®] ($1,13 \pm 0,20$) foi significativamente superior ao da Testemunha ($0,74 \pm 0,14$).

O *número médio de frutos por vara* diferiu significativamente entre as modalidades em estudo ($p < 0,05$) (fig. 5). O valor obtido nas modalidades Dormex[®] ($26,1 \pm 2,7$) e Cytokin[®] ($24,7 \pm 4,3$) foi significativamente superior ao da Testemunha ($17,9 \pm 4,0$).

O *número médio de frutos produzidos por planta* oscilou entre 229 ± 52 na Testemunha e 342 ± 103 no Cytokin[®] (fig. 6). Da análise de variâncias não foi possível detetar diferenças estatisticamente significativas entre as modalidades ensaiadas.

Discussão e conclusões

A evolução fenológica da cultura apresentou uma evolução idêntica entre as modalidades ensaiadas. Contrariamente ao que seria de esperar, o Dormex[®] não provocou uma antecipação considerável no abrolhamento, o que pode ser devido ao facto de no inverno anterior as necessidades de frio terem sido satisfeitas integralmente (quadro 4).

O número médio de varas por planta, não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes modalidades em estudo. Nesta avaliação não seriam de esperar diferenças entre os tratamentos uma vez que aquando da marcação do ensaio no terreno foi acertado o número de varas por planta, o mesmo se verificando para o número médio de gomos por vara.

O índice de abrolhamento na modalidade Cytokin[®] foi significativamente superior ao da testemunha, não diferindo ambas da modalidade Dormex[®]. Estes valores vão ao encontro dos verificados por Fabbroni (2009). O índice de fertilidade prático, ou seja, a razão entre o número médio de frutos por vara e o número médio de gomos à poda, diferiu significativamente entre as modalidades em estudo, apresentando as modalidades tratadas, valores superiores aos da testemunha.

O número de frutos por vara diferiu significativamente entre as modalidades em estudo. Uma vez que a carga à poda entre as três modalidades em estudo foi equivalente, mas o número de frutos obtidos em cada vara diferiu entre as modalidades, tudo indica que tanto o Dormex[®] como o Cytokin[®] produziram um efeito de aumento do número de frutos obtidos por vara (Fabbroni, 2009).

Relativamente ao número médio de frutos por planta, as modalidades tratadas apresentaram valores mais elevados que a testemunha, sendo que na modalidade tratada com Cytokin[®], os valores foram tendencialmente superiores aos da modalidade tratada com Dormex[®]. Entre as modalidades tratadas, estas diferenças apesar de não terem sido estatisticamente significativas, representam um aumento de produção para a modalidade Cytokin[®], de 11 kg/planta , o que para o presente caso corresponde a $5\ 500 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Com o presente estudo foi possível concluir que de uma forma geral, o Cytokin[®] pode constituir uma alternativa do Dormex[®], pois as diferenças entre os diferentes parâmetros analisados não foram estatisticamente significativas, apesar do número de frutos na modalidade tratada com Cytokin[®] ter sido tendencialmente superior, correspondendo a valores monetários não negligenciáveis.

De salientar que estes resultados estão de acordo com os observados em Itália, onde também se efetuou o estudo comparativo entre o Dormex[®] e o Cytokin[®], tendo-se também aí concluindo que de um modo geral o Cytokin[®] produz efeitos muitos semelhantes aos do Dormex[®] em plantas de actinídea (Fabbroni, et al., 2007; Fabbroni, 2009).

Outros estudos deverão ser realizados noutros pomares, com diferentes localizações geográficas, a fim de certificar o efeito semelhante e eliminar a possibilidade de outros fatores como

climáticos, época de aplicação, fertilização, rega, pragas e doenças, entre outros, terem interferido neste estudo.

Os resultados obtidos apontam para a possibilidade do Cytokin® poder constituir uma alternativa viável ao Dormex®, sem os inconvenientes toxicológicos e ambientais deste último. Por outro lado, o Cytokin® não antecipa o abrolhamento da cultura, tal como acontece com o Dormex®, o que constitui maior segurança para o agricultor em termos de risco de geadas tardias. Dado tratar-se de um produto de origem natural, o Cytokin pode assumir um papel importante na produção biológica de kiwis.

Referências

- Cacioppo, O. 1989. O cultivo do kiwi. Editorial Presença, Lisboa, 123p.
- Fabbroni, C. 2009. Kiwifruit bud release from dormancy: effect of exogenous cytokinins. Tesi di dottorato di ricerca, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, 1p.
- Fabbroni, C., Bregol, A., Raimondi, V. & Costa, G. 2007. Risultati preliminari dell'applicazione di un nuovo formulato contenente citochinine sul germogliamento della cv Hayward. 8º Convegno Nazionale - Actinidia 2007, (pp. 157-163). Torino.
- Oliveira, M. & Veloso, F. 2008. Exigências edafo-climáticas. In A. Félix, C. Pacheco, F. Mendes, F. Veloso, F. Santos, G. Chicau, et al. & M. D. Antunes (Ed.), Kiwi-Da produção à comercialização (pp. 43-53). Algarve: Universidade do Algarve.
- Rodrigues, S. & Oliveira, M. 2008. Quebra de dormência, monda dos frutos e incisão anelar. In A. Félix, C. Pacheco, F. Mendes, F. Veloso, F. Santos, G. Chicau et al. & M. Antunes (Ed.), Kiwi - Da produção à comercialização (pp. 69-75). Algarve: Universidade do Algarve.
- Zuccherelli, G. & Zuccherelli, G. 1990. La actinidia (kiwi). 2ª Ed. Ediciones Mundi-Prensa, 228p.

Quadro 1 – Estados fenológicos das plantas do tratamento com Dormex®.

Data	Estados fenológicos		
	Menos evoluído	Dominante	Mais evoluído
23-02-2011	Gomo de inverno	Gomo inchado	
01-03-2011	Gomo de inverno	Gomo inchado	Abrolhamento
10-03-2011	Gomo de inverno	Gomo inchado	Abrolhamento
15-03-2011	Gomo inchado	Abrolhamento	Ponta verde
22-03-2011	Abrolhamento	Ponta verde	Folhas visíveis
29-03-2011	Ponta verde	Folhas visíveis	Botões florais visíveis
07-04-2011	Folhas visíveis	Botões florais visíveis	Folhas separadas
14-04-2011	Botões florais visíveis	Botões florais visíveis	Folhas separadas
28-04-2011	Botões florais visíveis	Botões florais visíveis	Folhas separadas
05-05-2011	Botões florais separados	Pétalas visíveis	Campânula
12-05-2011	Pétalas visíveis	Plena floração	Plena floração
19-05-2011	Plena floração	Vingamento	Frutos crescimento
26-05-2011	Vingamento	Frutos crescimento	Frutos crescimento
09-06-2011	Frutos em crescimento	Frutos crescimento	Frutos crescimento
27-06-2011	Frutos em crescimento	Frutos crescimento	Frutos crescimento

Quadro 2 – Estados fenológicos das plantas do tratamento com Cytokin®.

Data	Estados fenológicos		
	Menos evoluído	Dominante	Mais evoluído
23-02-2011	Gomo de inverno	Gomo inchado	
01-03-2011	Gomo de inverno	Gomo inchado	Abrolhamento
10-03-2011	Gomo de inverno	Gomo inchado	Abrolhamento
15-03-2011	Gomo inchado	Abrolhamento	Abrolhamento
22-03-2011	Abrolhamento	Ponta verde	Ponta verde
29-03-2011	Ponta verde	Folhas visíveis	Botões florais visíveis
07-04-2011	Folhas visíveis	Botões florais visíveis	Folhas separadas
14-04-2011	Botões florais visíveis	Botões florais visíveis	Folhas separadas
28-04-2011	Botões florais visíveis	Botões florais visíveis	Folhas separadas
05-05-2011	Botões florais separados	Pétalas visíveis	Campânula
12-05-2011	Pétalas visíveis	Plena floração	Plena floração
19-05-2011	Plena floração	Vingamento	Frutos crescimento
26-05-2011	Vingamento	Frutos crescimento	Frutos crescimento
09-06-2011	Frutos em crescimento	Frutos crescimento	Frutos crescimento
27-06-2011	Frutos em crescimento	Frutos crescimento	Frutos crescimento

Quadro 3 – Estados fenológicos das plantas testemunha.

Data	Estados fenológicos		
	Menos evoluído	Dominante	Mais evoluído
23-02-2011	Gomo de inverno	Gomo inchado	
01-03-2011	Gomo de inverno	Gomo inchado	Abrolhamento
10-03-2011	Gomo de inverno	Gomo inchado	Abrolhamento
15-03-2011	Gomo inchado	Abrolhamento	Abrolhamento
22-03-2011	Abrolhamento	Ponta verde	Ponta verde
29-03-2011	Ponta verde	Folhas visíveis	Botões florais visíveis
07-04-2011	Folhas visíveis	Botões florais visíveis	Folhas separadas
14-04-2011	Folhas visíveis	Botões florais visíveis	Folhas separadas
28-04-2011	Botões florais visíveis	Botões florais visíveis	Folhas separadas
05-05-2011	Botões florais separados	Pétalas visíveis	Campânula
12-05-2011	Pétalas visíveis	Plena floração	Plena floração
19-05-2011	Plena floração	Vingamento	Frutos crescimento
26-05-2011	Vingamento	Frutos crescimento	Frutos crescimento
09-06-2011	Frutos em crescimento	Frutos crescimento	Frutos crescimento
27-06-2011	Frutos em crescimento	Frutos crescimento	Frutos crescimento

Quadro 4 – Horas de frio abaixo de 7,2°C para os meses de novembro e dezembro de 2010 e janeiro e fevereiro de 2011 em diferentes estações meteorológicas.

	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Total
Correlhã	182	276	238	204,75	900,75
Cepões	189	279	229	220,5	917,5
Arcozelo	180	275	212	224	891

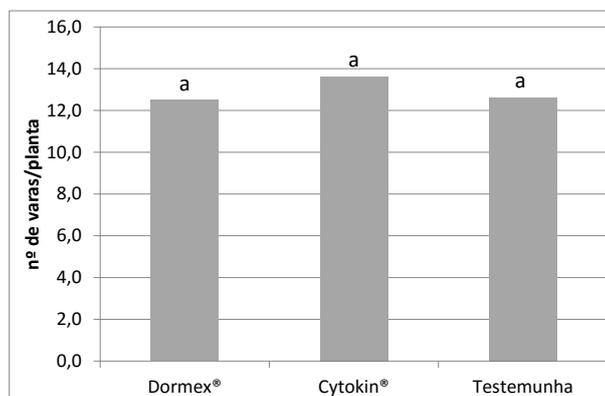


Figura 1 – Número médio de varas por planta nas diferentes modalidades, Dormex®, Cytokin® e testemunha. Valores com a mesma letra, não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Duncan).

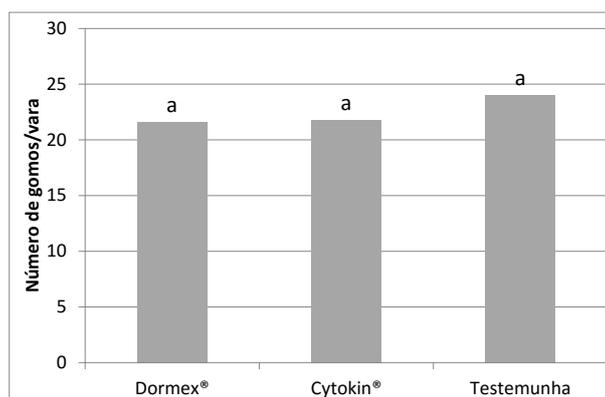


Figura 2 – Número médio de gomos por vara nas diferentes modalidades, Dormex®, Cytokin® e testemunha. Valores com a mesma letra, não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Duncan).

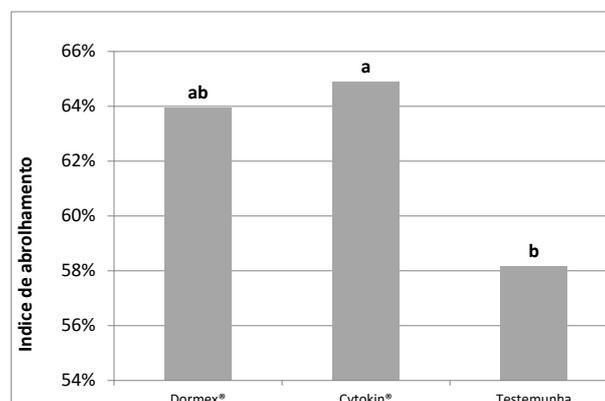


Figura 3 – Índice de abrolhamento para as diversas modalidades em estudo. Valores com uma letra em comum, não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Duncan).

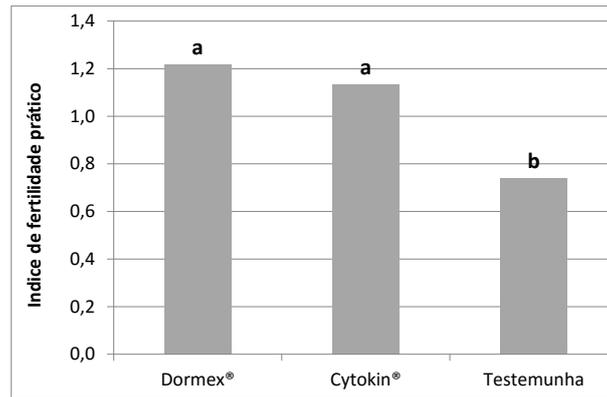


Figura 4 – Índice de fertilidade prático para as diversas modalidades em estudo. Valores com mesma letra, não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Duncan).

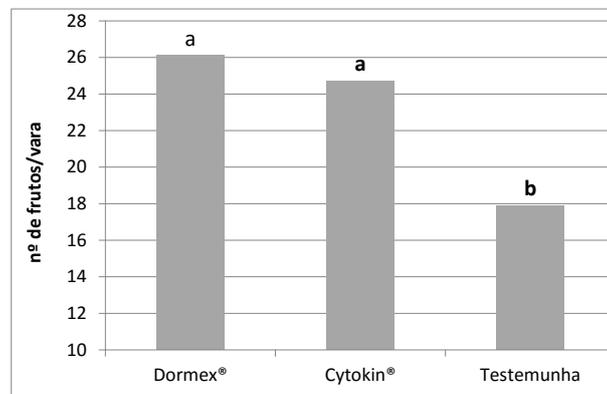


Figura 5 – Número médio de frutos por vara para as diferentes modalidades. Valores com a mesma letra, não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Duncan).

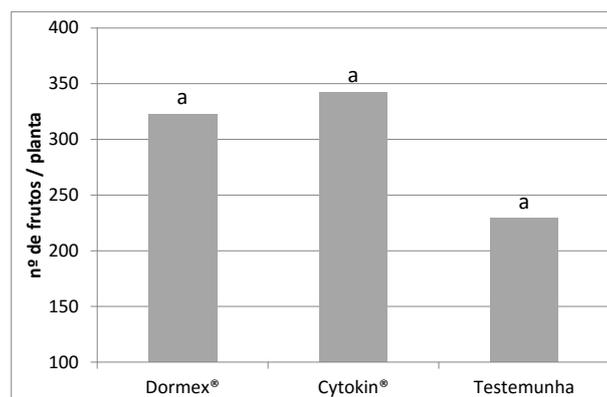


Figura 6 – Número médio de frutos por planta nas diferentes modalidades ensaiadas. Valores com a mesma letra, não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Duncan).

3. Fertilidade do solo e nutrição das culturas

Influência do solo e de um adubo orgânico na produção de alface biológica

L. Miguel Brito¹, Áurea Sampaio², Rui Pinto², Isabel Mourão¹, João Coutinho³

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

² Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal.

³ C Química, DeBA, EC Vida e Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ap 1013, 5001-911 Vila Real, Portugal, j_coutin@utad.pt

Resumo

Realizou-se um ensaio em vasos para avaliar a influência do solo e de um fertilizante orgânico na alface (*Lactuca sativa* L.) biológica, utilizando seis tratamentos resultantes da combinação fatorial entre: tipo de solo (solo de agricultura biológica e solo de agricultura convencional) e adubo orgânico (0, 2 e 4 t ha⁻¹). A produção da alface diminuiu com a aplicação das doses crescentes do adubo orgânico devido à sua elevadíssima condutividade elétrica (50,1 dS m⁻¹) e falta de maturação, mas foi superior (p < 0,05) no solo de agricultura biológica, onde a alface resistiu melhor aos efeitos nefastos do adubo orgânico. Concluiu-se que existem no mercado adubos orgânicos que não apresentam qualidade para estarem certificados para a agricultura biológica.

Palavras-chave: adubo orgânico, azoto, condutividade elétrica, matéria orgânica

Abstract

Influence of soil and organic fertilization on organic lettuce production

A pot trial was carried out to evaluate the influence of the soil and one organic fertilizer on organic lettuce (*Lactuca sativa* L.) production, with six treatments resulting from the factorial combination of: soil type (organic farming soil and conventional farming soil) and organic fertilizer (0, 2 and 4 t ha⁻¹). Lettuce yield decreased with the application of increasing rates of organic fertilizer due to its very high electrical conductivity (50.1 dS m⁻¹) and lack of maturation, but was higher (<0.05) in the soil from organic production compared to the soil from conventional production because the harmful effects of the organic fertilizer were minimized in the soil from organic production. It was accomplished that there are organic fertilizers available on the market that may not have sufficient quality to be certified for organic agriculture.

Keywords: electrical conductivity, nitrogen, organic fertilizer, organic matter

Introdução

O uso de produtos minerais de síntese modifica o equilíbrio do ecossistema do solo devido à alteração das suas propriedades químicas, mas também, devido a uma destruição do meio físico e à diminuição da biodiversidade do solo (Kibblewhite et al., 2008). Contribuindo, assim, para a diminuição do número de espécies e para a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (Lampkin, 1990). Apesar dos benefícios da incorporação de matéria orgânica (MO) ao solo, os agricultores devem ponderar sobre a quantidade e a qualidade dos materiais orgânicos a utilizar como corretivos do solo porque a aplicação indiscriminada de fertilizantes orgânicos pode originar problemas de fitotoxicidade (Brito, 2001).

A alface é uma cultura hortícola de grande importância em Portugal mas que raramente é cultivada no modo de produção biológico (MPB). Para aumentar a produção de alface no MPB os produtores precisam de ter informação que os auxilie a decidir sobre a fertilização desta cultura. Neste trabalho avaliou-se o efeito no crescimento da alface de um adubo orgânico comercial certificado para o MPB, num solo cultivado no MPB e num solo cultivado no modo de produção convencional (MPC), com o objetivo de contribuir com resultados experimentais que suportem as recomendações de fertilização no MPB.

Materiais e métodos

O ensaio foi instalado em vasos numa estufa sem climatização da Escola Superior Agrária de Castelo Branco (39°49'12" de latitude, -7°27'36" de longitude e aproximadamente 400 m de altitude).

Utilizaram-se apenas fatores de produção certificados para o MPB, de acordo com o Regulamento (CE) nº 834/2007 (CE, 2007).

O ensaio foi conduzido segundo um delineamento experimental com quatro blocos casualizados e seis tratamentos resultantes da seguinte estrutura fatorial de tratamentos com dois fatores: solo de explorações com diferentes modos de produção (biológico e convencional) e adubo orgânico com três níveis de aplicação (0, 2 e 4 t ha⁻¹, considerando como referência o compasso de 33 cm x 33 cm).

Ambos os solos eram de origem granítica, sendo colhidos a uma profundidade de 0 a 20 cm em explorações de agricultura próximas, localizadas no concelho de Marco de Canaveses, uma explorada no modo de produção biológico (nos últimos 10 anos) e outra no modo de produção convencional. O volume do solo colocado em cada vaso foi de 6600 cm³. O adubo orgânico tinha a designação comercial de adubo orgânico para a agricultura biológica. Foi produzido com resíduos de vinhaça concentrada, guano e estrume de galinha. De acordo com o rótulo comercial, deveria possuir 7% de humidade, 48% MO, 6% N, 8% P₂O₅, 15% K₂O, 3,4% MgO e 5% CaO.

A alface (*Lactuca sativa* L.), variedade "Ariel", para este ensaio, foi semeada em *mottes*, com um substrato constituído por turfa *sphagnum* em diferentes graus de decomposição, no dia 20 de fevereiro de 2010, e a transplantação efetuou-se a 19 de março de 2010. As alfaces utilizadas na transplantação foram selecionadas aleatoriamente, mas com o cuidado de serem as mais homogêneas entre si. As plantas foram frequentemente regadas para que a água não constituísse um fator limitante para o seu crescimento. A água de percolação foi repostada nos vasos e as infestantes foram retiradas imediatamente após a emergência de forma a não competirem com as alfaces por nutrientes. Durante a realização do ensaio as temperaturas médias diárias mais elevadas do ar e do solo (à profundidade de 10 cm) foram, respetivamente, 26 e 24,7°C e as mais baixas foram 12°C quer do solo quer do ar.

As colheitas realizaram-se aos 28 e 45 dias após a transplantação. Para a determinação do peso das folhas e das raízes, o substrato foi retirado do vaso e emerso em água para separar o solo das raízes. Procedeu-se à separação da parte aérea da parte radicular e as raízes foram lavadas com água e secas com um pano. A lavagem das raízes decorreu com o auxílio de dois crivos de 2 mm de malha a fim de minimizar a perda de raízes. Cada uma das partes foi pesada imediatamente para determinação do peso fresco. A determinação do peso seco realizou-se após secagem a 65°C durante três dias numa estufa com ventilação.

Utilizaram-se as normas europeias para a determinação das seguintes características do fertilizante orgânico: humidade (CEN, 1999a); pH (CEN, 1999b); condutividade elétrica (CE) (CEN, 1999c); e matéria orgânica (CEN, 1999d). A MO do solo foi determinada pela quantidade de dicromato de sódio gasto na oxidação do carbono (C) orgânico. O azoto mineral, dos solos e do adubo orgânico, foi determinado após extração com KCl 2 M (1:5), por espectrofotometria de absorção molecular. As concentrações de N e P nos solos, no adubo orgânico, nas folhas e nas raízes da alface foram determinadas por espectrofotometria de absorção molecular após digestão das amostras com ácido sulfúrico enquanto o potássio foi determinado por fotometria de emissão de chama e o Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, em ambos os casos, após digestão nitroperclórica.

A razão C/N foi calculada pela razão entre o teor de C e o teor de N. O teor de carbono, foi calculada pela razão entre o teor de matéria orgânica e a constante 1,8 (Gonçalves & Baptista, 2001) para o adubo orgânico e a constante 1,724 para o solo (fator Van Bemmelen). A comparação dos resultados entre tratamentos realizou-se através da análise de variância e testes de Duncan (p < 0,05), recorrendo-se ao programa SPSS v.15.0.

Resultados e discussão

O solo em modo de produção biológico (SB) apresentou um teor de matéria orgânica muito superior ao do solo em modo de produção convencional (SC) que, por sua vez, apresentou um teor de N-NO₃⁻ superior ao do SB (quadro 1). O teor de N total e a razão C/N foram superiores no SB assim como o valor de pH. O adubo apresentou uma composição com 3,9% de N, 3% de P e 3% de K (quadro 1) correspondendo a valores muito inferiores de N e K em relação aos valores de N-P₂O₅-K₂O: 6-8-15% apresentados pelo rótulo comercial. A condutividade elétrica (50,1 dS m⁻¹), e o teor de N-NH₄⁺ (18 395 mg kg⁻¹ MS) deste adubo orgânico foram elevadíssimos em relação aos valores máximos recomendados de CE inferior a 3 dS m⁻¹ (Soumaré et al., 2002) e de N-NH₄⁺ inferior a 400 mg kg⁻¹ (Zucconi & Bertoldi., 1987) para os compostados serem utilizados como corretivos orgânicos do solo.

A produção de alface (fig. 1) no SB foi superior à obtida no SC, em ambas as colheitas, quando se aplicou adubo orgânico, independentemente da dose aplicada (2 ou 4 t ha⁻¹). Na primeira colheita, a produção aumentou significativamente com a aplicação de 2 t ha⁻¹ de adubo orgânico no SB mas o mesmo não se verificou no SC. Nesta colheita, com a aplicação de 4 t ha⁻¹ de adubo orgânico a produção diminuiu em ambos os solos quando comparada com a produção com a aplicação de apenas 2 t ha⁻¹. Na

segunda colheita não se verificaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as alfaces produzidas com doses diferentes de adubo orgânico no SB. Neste solo a produção de alface foi sempre superior em comparação com a alface produzida no SC quando se aplicou o adubo orgânico. No SC as alfaces produzidas com 4 t ha^{-1} de adubo orgânico apresentaram um peso fresco significativamente inferior às alfaces produzidas sem adubo orgânico. Estes resultados evidenciam que a utilização deste adubo orgânico foi prejudicial para o crescimento da alface no SC, tendo inclusive inibido o seu crescimento no SB até 28 dias após a plantação, quando foi aplicado na dose mais elevada (4 t ha^{-1}). Por outro lado, verificou-se que o SB apresentava características que permitiram que as alfaces resistissem melhor aos efeitos nefastos deste adubo orgânico em comparação com o SC. As quais, eventualmente poderão estar relacionadas com o teor mais elevado de MO do SB em comparação com o SC

A produção da alface, na última colheita, para a média de ambos os solos, diminuiu com a aplicação de adubo orgânico respetivamente 10,9% e 16,3% para as doses de 2 e 4 t ha^{-1} em relação ao tratamento não fertilizado. A produção de alface para a média das doses de adubo orgânico foi superior no SB em 33,4% em relação à produção no SC ($p < 0,05$). O peso fresco das raízes da alface também foi superior no SB em comparação com o SC e diminuiu neste com a aplicação de 4 t ha^{-1} de adubo orgânico em comparação com a aplicação de 2 t ha^{-1} (quadro 2). O teor de matéria seca foi geralmente superior nas plantas que tiveram uma produção inferior de peso fresco.

O facto da produção da alface ter diminuído com a aplicação de doses crescentes de adubo orgânico, poderá ser explicado pela elevadíssima condutividade elétrica ($50,1 \text{ dS m}^{-1}$) deste fertilizante, o qual, terá afetado a absorção de água pelas plantas, por sua vez sensíveis à salinidade (Maynard & Hochmuth, 1997). O efeito da salinidade do solo para as plantas é principalmente um efeito osmótico, no entanto, a redução do crescimento das plantas poderá não ser explicada com base apenas na pressão osmótica da solução do solo. É provável que o efeito nefasto do adubo orgânico para o solo se devesse à combinação da elevada CE e de outros fatores tais como a toxicidade por excesso de amónia (Brito, 2001).

A libertação de amónia foi relatada por Katayama et al. (1985) como o principal fator inibidor de lamas mal maturadas no crescimento vegetal, enquanto Zucconi e Bertoldi (1987) sugeriram um limite máximo para o N-NH_4^+ de 400 mg kg^{-1} MS de composto de resíduos sólidos municipais, valor que é muito inferior às $18\,395 \text{ mg kg}^{-1}$ MS determinado neste adubo orgânico. Na presença de concentrações tóxicas de amónia, a planta terá reagido, possivelmente, reduzindo a sua taxa metabólica, reduzindo a respiração da raiz, diminuindo a absorção de nutrientes e retardando a síntese e o transporte de giberelinas e citoquininas (Bonneau et al., 1979). A rápida decomposição do adubo orgânico mal maturado no solo poderá, também, ter causado uma diminuição da concentração de O_2 no ambiente da raiz e, portanto, criado um ambiente redutor favorável à produção de substâncias fitotóxicas, designadamente, etileno e ácidos gordos voláteis (Wong, 1985).

O SB apresentou uma maior resistência ao efeito nefasto do adubo orgânico em comparação com o SC. Tal resistência foi provavelmente devido às características do SB sendo relevante o seu maior teor de MO ($64,5 \text{ g kg}^{-1}$), em comparação com o do SC ($26,5 \text{ g kg}^{-1}$). A MO do SB terá contribuído para uma elevada capacidade de troca catiónica no solo permitindo uma maior disponibilidade de nutrientes para além da MO constituir uma reserva de nutrientes (Yilmaz & Alagoz, 2010). O maior teor de MO terá provavelmente contribuído, também, para uma boa permeabilidade e capacidade de retenção de água (Bayu et al., 2006) satisfazendo mais facilmente as necessidades hídricas da cultura. Por outro lado, a MO contribui para uma menor compactação do solo (Mamman et al., 2007) que, juntamente com o facto de o SB também ser menos denso do que o SC, poderá ter favorecido um maior desenvolvimento das raízes que apresentaram um peso superior ao das raízes das alfaces produzidas no SC. No peso seco da alface, tanto das folhas como das raízes, o efeito prejudicial do adubo orgânico já não se manifestou de forma tão evidente, o que confirma que o prejuízo na produção estaria relacionado com a maior dificuldade na absorção de água na presença do adubo orgânico. A maior fertilidade do SB em relação ao SC poderá estar relacionada, também, e com a maior atividade biológica do SB (Silguy, 1994).

A maioria dos nutrientes foi absorvido entre os 28 e os 45 dias após a transplantação (fig. 2). O nutriente absorvido em maiores quantidades foi o K, seguido pelo N e o Ca. O teor de N diminuiu com a idade da alface quer nas folhas (quadro 3) quer nas raízes (quadro 4). A razão entre o teor de N das folhas e das raízes diminuiu da primeira para a segunda colheita, mas o teor de N nas folhas foi sempre superior ao teor de N das raízes.

Para a média das doses de aplicação de fertilizante orgânico, na segunda colheita, a razão N/P foi superior nas folhas (4,5 no SB e 5,4 no SC) em comparação com as raízes (3 no SB e 4,1 no SC). O teor de K na primeira colheita foi superior nas raízes em comparação com as folhas, mas o recíproco verificou-se na segunda colheita. O teor de cálcio foi sempre superior nas folhas em comparação com

as raízes, o mesmo tendo sucedido com o magnésio na segunda colheita, mas não na primeira. Os teores médios de macronutrientes encontrados nas folhas das alfaces estão de acordo com os valores indicados para a alface por Varennes (2003). A acumulação de nutrientes foi inferior com a aplicação de 4 t ha⁻¹ de adubo orgânico no SC em comparação com o SB porque as necessidades das alfaces em nutrientes terão sido também inferiores, devido ao seu menor crescimento no SC em comparação com o SB, e porque a absorção de água pelas raízes, e conseqüentemente de nutrientes por fluxo de massa, deverá ter diminuído em conseqüência da elevada CE do adubo orgânico.

Conclusões

A fertilização da alface com a aplicação do adubo orgânico prejudicou a produção no solo em modo de produção convencional e não aumentou a produção no solo em modo de produção biológico, porque a elevadíssima condutividade elétrica (CE) e o elevado teor de amônia deste adubo orgânico terão tido um efeito fitotóxico para as alfaces. A elevada qualidade do solo de agricultura biológica demonstrada pela sua capacidade de resistência às perturbações provocadas pelo adubo orgânico, permitiu a obtenção de uma produção da alface significativamente superior à verificada no solo em modo de produção convencional, quando se aplicou o adubo orgânico.

Apesar de se recomendar o uso adubos orgânicos no modo de produção biológico, em situações de necessidades elevadas de N disponível no solo, considera-se indispensável a avaliação dos potenciais prejuízos destes adubos quando são formulados com compostados deficientemente maturados e/ou com elevada salinidade. Concluiu-se que existem no mercado adubos orgânicos que não apresentam qualidade suficiente para estarem certificados para a agricultura biológica.

Referências

- Bayu, W., Rethman, N.F.G., Hammes, P.S. & Alemu, G. 2006. Application of farmyard manure improved the chemical and physical properties of the soil in a semi-arid area in Ethiopia *Biological Agriculture and Horticulture* 24: 293-300.
- Bonneau, M. & Souchier, B. 1979. Constituants et propriétés du sol. Masson et Cie, Paris.
- Brito, L.M. 2001. Lettuce (*Lactuca sativa*) and cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) growth in soil mixed with municipal solid waste compost and paper mill ludge composted with bark. *Acta Horticulturae* 563: 131-137.
- CE 2007. Regulamento (CE) n.º 834/2007, de 28 de Junho de 2007 - Relativo à produção biológica e à rotulagem dos produtos biológicos e que revoga o Regulamento (CE) n.º 2092/91. *Jornal Oficial da União Europeia*.
- CEN. 1999a. Soil improvers and growing media, sample preparation for chemical and physical tests, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density. Brussels, European Committee for Standardization (EN 13040:1999).
- CEN. 1999b. Soil improvers and growing media, determination of pH. Brussels, European Committee for Standardization (EN 13037: 1999).
- CEN. 1999c. Soil improvers and growing media, determination of electrical conductivity. Brussels, European Committee for Standardization (EN 13038:1999).
- CEN. 1999d. Soil improvers and growing media, determination of organic matter content and ash. Brussels, European Committee for Standardization (EN 13039:1999).
- Gonçalves, M.S. & Baptista, M. 2001. Proposta de regulamentação sobre qualidade do composto para utilização na agricultura. Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, INIA, MADRP, Lisboa.
- Katayama, A., Hirai, M., Shoda, M., Kubota, H., & Mori, S. 1985. Inhibitory factor of sewage sludge compost for growth of *Komatsuna Brassica campestris* L. var. *rapiferafroug*. *Environmental Pollution Series A*. 38:45-62.
- Kibblewhite, M.G., Ritz, K. & Swift, M.J. 2008. Soil health in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363:685-701.
- Lampkin, N. 1990. *Organic Farming*. Ipswich, Farming Press, U.K.
- Mamman, E., Ohu, J.O., & Crowther, T. 2007. Effects of soil compaction and organic matter on the early growth of maize (*Zea mays*) in a vertisol. *International Agrophysics* 21:367-375.
- Maynard, D.N. & Hochmuth, G.J. 1997. *Knott's handbook for vegetable growers*. Fourth edition. John Wiley & Sons, New York.
- Silguy, C. 1994. *L'Agriculture biologique, des techniques efficaces et non polluantes*. Terre Vivante, France.
- Soumaré, M., Demeyer, A., Tack F.M.G. & Verloo, M.G. 2002. Chemical characteristics of Malian and Belgian solid waste compost. *Bioresource Technology* 81:97-101.
- Varennes, A. 2003. *Produtividade dos solos & ambiente*. Escolar Editora, Lisboa.

- Wong, M.H. 1985. Phytotoxicity of refuse compost during the process of maturation. *Environmental Pollution Series A* 37:159-174.
- Yilmaz, E. & Alagoz, Z. 2010. Effects of short-term amendements of farmyard manure on some soil properties in the Mediterranean region of Turkey. *Journal of Food Agriculture & Environment* 8:859-862.
- Zucconi, F. & Bertoldi, M. 1987. Composts specifications for the production and characterization of composts from municipal solid waste. In: M. de Bertoldi, M.P. Ferranti, P. L'Hermitte, & F. Zucconi (eds.), *Compost: Quality and Use*. Elsevier Applied Science, London.

Quadro 1 – Características dos solos experimentais e do adubo orgânico.

	MS %	pH	CE dS m ⁻¹	MO g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	N-NH ₄ ⁺ mg kg ⁻¹	N-NO ₃ ⁻ mg kg ⁻¹	C/N	P g kg ⁻¹	K g kg ⁻¹	Ca g kg ⁻¹	Mg g kg ⁻¹
<i>Solo em modo de produção biológico</i>												
Média	81,9	7,1	0,6	64,5	2,4	7	46	16,4	0,9	3,8	2,3	2,0
*DP	0,9	0,1	0,1	0,5	0,6	0,8	2,1	0,5	0,1	2,9	1,1	1,4
<i>Solo em modo de produção convencional</i>												
Média	89,3	6,3	0,6	26,5	1,7	3	81	9,2	0,9	5,6	2,9	3,2
*DP	0,4	0,1	0,1	0,1	0,6	0,4	3,3	0,1	0,5	2,2	1,7	1,5
<i>Adubo orgânico</i>												
Média	92,2	5,7	50,1	546	39,5	18395	80	7,7	30,3	30,0	23,3	4,0
*DP	0,1	0,1	1,4	11,2	11,5	6933	5	0,5	7,7	13,2	8,3	0,2

A matéria orgânica (MO) e os teores dos nutrientes encontram-se expressos em relação à matéria seca.

*DP – Desvio padrão

Quadro 2 – Peso fresco (PF) das raízes (R) e teor de matéria seca (TMS) das folhas (F) e das raízes nas colheitas C1 e C2, respetivamente 28 e 45 dias após a plantação, no solo em modo de produção biológico (SB) ou convencional (SC), com doses crescentes de adubo orgânico (0, 2 e 4 t ha⁻¹).

Solo	Tratamentos						MDS
	SB	SB	SB	SC	SC	SC	
Adubo orgânico (t ha ⁻¹)	0	2	4	0	2	4	
PF-R-C1 (g planta ⁻¹)	4,5	4,2	4,0	3,4	3,5	2,9	2,1
PF-R-C2 (g planta ⁻¹)	16,9	16,8	17,9	9,9	12,1	8,3	3,2
TMS-F-C1 (%)	4,4	4,3	5,4	4,4	5,4	5,7	1,2
TMS-F-C2 (%)	4,2	4,7	4,9	4,7	5,5	5,2	0,8
TMS-R-C1 (%)	7,2	7,2	6,8	8,9	7,9	8,6	2,3
TMS-R-C2 (%)	8,1	6,8	6,6	10,1	8,5	9,0	1,0

*MDS – Menor diferença significativa (p < 0,05)

Quadro 3 – Teores (g kg^{-1} MS) de nutrientes das folhas da alface na 1ª e 2ª colheita, respetivamente 28 e 45 dias após a plantação, no solo em modo de produção biológico (SB) ou convencional (SC), com doses crescentes de adubo orgânico (0, 2 e 4 t ha^{-1}).

Nutriente	Colheita	Tratamentos						MDS*
		SB 0	SB 2	SB 4	SC 0	SC 2	SC 4	
----- g kg^{-1} -----								
N	1	36,8	39,7	39,1	40,8	36,5	42,9	4,6
	2	22,0	24,6	24,7	26,5	25,4	27,8	6,3
P	1	5,4	5,9	6,3	5,2	4,6	5,9	0,7
	2	4,7	5,5	5,5	3,9	5,1	5,7	1,5
K	1	37,2	41,0	49,2	41,9	30,8	32,7	13,9
	2	35,9	38,3	37,8	29,7	29,6	28,7	17,4
Ca	1	21,1	22,3	20,9	24,2	22,1	22,0	6,7
	2	17,9	20,6	19,7	20,0	21,5	18,5	5,7
Mg	1	3,1	3,4	4,2	3,4	2,8	3,0	1,1
	2	5,3	5,9	7,3	6,5	7,6	5,4	2,3

*MDS – Menor diferença significativa ($p < 0,05$)

Quadro 4 – Teores (g kg^{-1} MS) de nutrientes das raízes na 1ª e 2ª colheita, respetivamente 28 e 45 dias após a plantação, no solo em modo de produção biológico (SB) ou convencional (SC), com doses crescentes de adubo orgânico (0, 2 e 4 t ha^{-1}).

Nutriente	Colheita	Tratamentos						MDS*
		SB 0	SB 2	SB 4	SC 0	SC 2	SC 4	
----- g kg^{-1} -----								
N	1	24,1	23,2	26,0	21,5	19,2	30,5	9,2
	2	17,8	20,9	20,2	16,6	16,5	24,3	6,9
P	1	6,7	7,4	9,0	3,9	5,0	8,4	2,8
	2	5,3	7,3	6,9	3,0	4,3	6,7	2,0
K	1	73,4	67,3	62,4	40,5	51,5	68,2	35,4
	2	23,8	22,4	33,9	17,1	18,3	26,6	13,5
Ca	1	10,2	13,7	11,1	12,6	14,4	17,2	7,0
	2	10,5	11,4	9,8	8,4	9,6	9,8	3,3
Mg	1	5,8	6,8	6,8	6,0	7,1	9,6	6,6
	2	4,1	3,7	5,5	4,7	4,9	5,5	1,9

*MDS – Menor diferença significativa ($p < 0,05$)

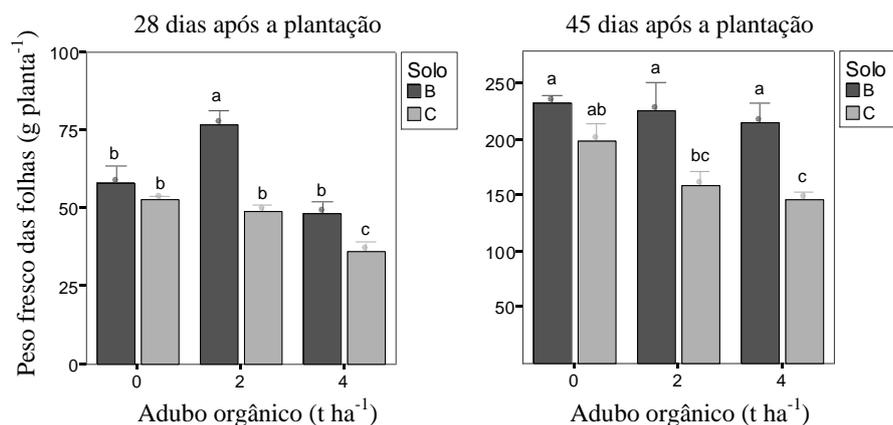


Figura 1 – Peso fresco das folhas de alface 28 e 45 dias após a plantação para o solo em modo de produção biológico (B) ou convencional (C), com aplicação de doses crescentes de adubo orgânico (0, 2 e 4 t ha⁻¹). Letras diferentes por cima das barras representam diferenças significativas ($p < 0,05$) de peso.

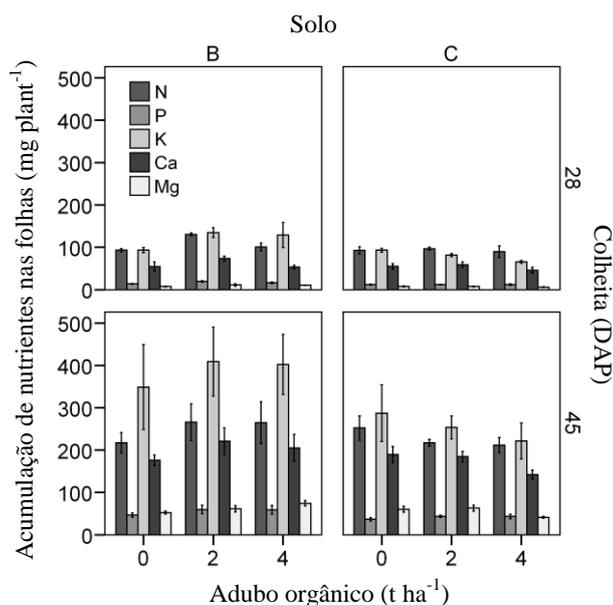


Figura 2 – Acumulação de nutrientes na alface 28 e 45 dias após a plantação (DAP) plantação para o solo em modo de produção biológico (SB) e convencional (SC), com aplicação de doses crescentes de adubo orgânico (0, 2 e 4 t ha⁻¹). Linhas por cima das barras representam \pm o valor do desvio padrão da média.

Efeito do fosfato de Gafsa e da micorrização na absorção de nutrientes e no crescimento de alface biológica

L. Miguel Brito¹, Áurea Sampaio², Rui Pinto², Isabel Mourão¹, João Coutinho³

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

² Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal

³ C Química, DeBA, EC Vida e Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ap 1013, 5001-911 Vila Real, Portugal, j_coutin@utad.pt

Resumo

Realizou-se um ensaio em vasos para avaliar a influência da fertilização fosfatada e da micorrização na alface (*Lactuca sativa* L.) biológica, utilizando seis tratamentos resultantes da combinação fatorial entre: inóculo micorrízico (plantas inoculadas e não inoculadas) e fosfato de Gafsa (0, 100 e 200 kg P₂O₅ ha⁻¹). A aplicação de doses crescentes de fosfato de Gafsa resultou em aumentos (p < 0,05) de produção de alface e de absorção de nutrientes. No entanto, a micorrização não contribuiu para um aumento de produção, verificando-se que nas plantas micorrizadas a produção não aumentou significativamente com a dose mais elevada de fosfato de Gafsa.

Palavras-chave: azoto, fósforo, micorrizas, pH

Abstract

Influence of phosphate fertilization and mycorrhization in organic lettuce growth and nutrient uptake

A pot trials was carried out to evaluate the influence of phosphate fertilization and mycorrhization in organic production of lettuce (*Lactuca sativa* L.), with six treatments resulting from the factorial combination of: mycorrhizal inoculation (inoculated and not inoculated) and Gafsa phosphate (0, 100 and 200 kg P₂O₅ ha⁻¹). The application of increasing rates of Gafsa phosphate led to significant increases in lettuce yield and nutrient uptake. However, the mycorrhization did not increase lettuce yield and for these lettuces, yield did not increase for the highest rate of application of Gafsa phosphate.

Keywords: mycorrhizas, nitrogen, pH value, phosphorus

Introdução

Na grande maioria dos solos de Portugal o fósforo (P) não se encontra disponível em quantidades suficientes, sendo necessário aplicá-lo sob a forma de fertilizantes (Santos, 2012). Daí a necessidade de aferir a eficácia na disponibilização de P por parte dos fertilizantes fosfatados certificados para o modo de produção biológico (MPB). Os fosfatos naturais, como o fosfato de Gafsa, possuem uma grande porosidade, que lhes conferem grande superfície específica, podendo ser facilmente hidrolisados, sendo, por isso, conhecidos como fosfatos de grande reatividade (Corrêa et al., 2005). Os fosfatos naturais autorizados para o MPB, como o fosfato de Gafsa, podem ser tão eficientes quanto os fosfatos solúveis (Corrêa et al., 2005) mas a sua eficiência depende da cultura, da dose utilizada, e do pH do solo. O interesse na utilização destes fosfatos em solos ácidos advém do facto de possuírem carácter alcalinizante e saturarem o complexo de fixação do solo em fósforo (Santos, 2012). Os fosfatos naturais são pouco solúveis em água e necessitam de alguma acidez do solo para se solubilizarem ao longo do tempo (Goedert & Sousa, 1984). Contudo, num solo muito ácido, a solubilidade do P diminui devido à precipitação de fosfatos de alumínio, ferro e manganês, e diminuem, também, as taxas de mineralização da matéria orgânica (MO) porque a acidez do solo prejudica a atividade microbiana.

Os fungos micorrízicos arbusculares, ou micorrizas arbusculares, têm um papel importante na disponibilidade de nutrientes para as plantas (Marschner, 1996). De entre estes, salienta-se não só a disponibilidade do P, mas também, de outros nutrientes como azoto (N), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (Clark & Zeto, 2000) e micronutrientes (Liu et al., 2000). A rede de hifas extrarradiculares aumenta consideravelmente o volume de solo explorado pelas raízes, o que melhora

o crescimento das plantas em solos mais pobres em nutrientes (Marschner, 1996). Pelo contrário, em ambientes ricos em nutrientes tem sido observada uma redução na acumulação de nutrientes em plantas micorrizadas (Clark, 1997). A colonização micorrízica tem diferentes efeitos na produção vegetal, dependendo das culturas. Koide et al. (2000), por exemplo, referiram que a inoculação micorrízica aumentou a produção da alface, mas não teve qualquer efeito significativo na produção da acelga.

Neste trabalho avaliou-se o efeito na cultura de alface de um fertilizante fosfatado e da micorrização das plantas, com o objetivo de investigar se a micorrização da alface pode contribuir para o aumento de produção desta cultura, em diferentes condições de P disponível, e para avaliar o efeito do fosfato de Gafsa no crescimento da alface.

Materiais e métodos

O ensaio foi instalado em vasos numa estufa sem climatização da Escola Superior Agrária de Castelo Branco (39°49'12" de latitude, -7°27'36" de longitude e aproximadamente 400 m de altitude). As características físico-químicas do solo recolhido de uma exploração de agricultura biológica, encontram-se no quadro 1. Utilizaram-se apenas fatores de produção certificados para o MPB, de acordo com o Regulamento (CE) nº 834/2007 (CE, 2007).

O ensaio foi conduzido com um delineamento experimental com quatro blocos casualizados e seis tratamentos diferentes resultantes da seguinte estrutura fatorial de tratamentos com dois fatores: Fosfato de Gafsa com três níveis (0, 100 e 200 kg P₂O₅ ha⁻¹) e micorrização com dois níveis (plantas micorrizadas e não micorrizadas). O fosfato de Gafsa além de P apresentava um elevado teor em Ca (29% de CaO), e as seguintes características: (i) 26,5% de pentóxido de fósforo (P₂O₅) total; (ii) 15% de pentóxido de fósforo (P₂O₅) solúvel em ácido fórmico a 2%; (iii) grau de moenda com 90% de passagem através de um crivo com uma abertura de malha de 0,063 mm. O inóculo micorrízico aplicado foi o Glomygel ® Hortalizas (Santagro Innova S.L.) com mais de 2000 propágulos (esporos, micélios vegetativos e pedaços de raízes inertes, micorrizadas) cm⁻³. Este inóculo é produzido e comercializado pela Mycovitro S.L. Biotecnologia ecológica e foi aplicado 1 ml da solução gel próximo da raiz das plantas com o auxílio de uma pipeta, 7 dias após a transplantação.

A sementeira de alface com a variedade "Maravilha de verão" foi efetuada a 23 de março de 2010 e a transplantação (uma planta por vaso) efetuiu-se a 24 de abril de 2010. O ensaio foi instalado em duplicado, um para cada data de colheita. Os vasos foram preenchidos com 6 600 cm³ de solo e regados manualmente sempre que necessário.

As temperaturas médias diárias mais elevadas do ar e do solo foram respetivamente 29,5 e 27,2°C e as mais baixas foram 13 e 15,5°C. A primeira colheita realizou-se no dia 22 de maio e a segunda a 16 de junho de 2010, respetivamente 28 e 53 dias após a transplantação. A determinação do peso seco das folhas, e das raízes realizou-se após secagem a 65°C durante três dias numa estufa com ventilação.

Utilizaram-se as normas europeias para a determinação das seguintes características do fertilizante orgânico: humidade (CEN, 1999a); pH (CEN, 1999b); condutividade elétrica (CEN, 1999c); e matéria orgânica (CEN, 1999d). A MO do solo foi determinada pela quantidade de dicromato de sódio gasto na oxidação do carbono (C) orgânico. O azoto mineral, dos solos e do adubo orgânico, foi determinado após extração com KCl 2 M (1:5), por espectrofotometria de absorção molecular. As concentrações de N e P nos solos, no adubo orgânico, nas folhas e nas raízes da alface foram determinadas por espectrofotometria de absorção molecular após digestão das amostras com ácido sulfúrico enquanto o potássio foi determinado por fotometria de emissão de chama e o Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atómica, em ambos os casos, após digestão nitroperclórica, de acordo com as normas laboratoriais utilizadas na Universidade de Trás-os-Monte e Alto Douro.

A razão C/N foi calculada pela razão entre o teor de C e o teor de N. O teor de C, foi calculado pela razão entre o teor de MO e a constante 1,8 para o adubo orgânico (Gonçalves & Baptista, 2001), e a constante 1,724 para o solo (fator Van Bemmelen). A comparação dos resultados entre tratamentos realizou-se através da análise de variância e testes de Duncan (p <0,05), recorrendo-se ao programa SPSS v.15.0.

Resultados e discussão

A produção de alface não variou significativamente entre as alfices micorrizadas e as alfices não micorrizadas para a mesma aplicação de fosfato de Gafsa na primeira colheita, nem se verificou interação entre os dois fatores em estudo, apesar de numericamente o peso fresco da alface ter sido superior nas alfices micorrizadas, em ambas as colheitas, quando não se aplicou fosfato de Gafsa (fig. 1). Pelo contrário, na segunda colheita, para a dose mais elevada de aplicação de fosfato de Gafsa, a

produção diminuiu nas plantas micorrizadas em comparação com as não micorrizadas. Nesta colheita a produção de alface aumentou significativamente ($p < 0,05$) com a aplicação de 100 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respetivamente 12,9% e 20,4% em comparação com o tratamento controlo (sem aplicação de fosfato) para o conjunto dos tratamentos, incluindo plantas inoculadas e não inoculadas. No entanto, enquanto este facto se verificou com as plantas não micorrizadas, já para as plantas inoculadas com micorrizas arbusculares a diferença de peso não foi significativa entre a aplicação de 100 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, apesar de ser superior com qualquer destas aplicações em comparação com as alfaces que cresceram sem aplicação de fosfato de Gafsa. De igual modo, o peso seco das folhas das alfaces micorrizadas (resultados não apresentados) aumentou ($p < 0,05$) de 31,4 para 34,6 g planta⁻¹ entre a aplicação de 0 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ sem aumento evidente entre a aplicação de 100 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, mas o peso seco das folhas das alfaces não inoculadas com micorrizas aumentou ($p < 0,05$) sempre com a aplicação de doses crescentes de P₂O₅.

Relativamente ao peso fresco das raízes da alface (quadro 2) encontraram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as raízes inoculadas e não inoculadas na última colheita sem a aplicação de fosfato de Gafsa, sendo o peso das raízes micorrizadas superior ao das não micorrizadas, e com a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, nas plantas não inoculadas com micorrizas em comparação com o tratamento sem aplicação de P₂O₅ ao solo. Numericamente verificou-se que na segunda colheita o peso fresco das raízes inoculadas diminuiu com a aplicação de 100 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respetivamente 5,6% e 9,3% em relação ao tratamento controlo sem fosfato (quadro 2). Pelo contrário, o peso fresco das raízes não micorrizadas aumentou significativamente com a aplicação de 100 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respetivamente 23,7% e 35,8% em relação ao tratamento controlo (sem P₂O₅). O que poderia sugerir que as plantas micorrizadas não responderam bem à aplicação de P ao solo. O teor de matéria seca quer das folhas quer das raízes não variou significativamente entre os diferentes tratamentos.

Com a máxima aplicação de fosfato de Gafsa o peso seco das folhas (resultados não apresentados), e o peso fresco das raízes (quadro 2) da alface diminuíram nas plantas inoculadas com micorrizas em relação às não inoculadas, ainda que a diferença não fosse significativa no peso fresco das raízes. Pelo contrário, com a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ tanto o peso seco das folhas como o peso fresco das raízes apresentaram valores semelhantes nas alfaces inoculadas e não inoculadas. O peso fresco das raízes, aumentou ($p < 0,05$) com a aplicação da dose máxima de fosfato de Gafsa nas plantas não micorrizadas, na segunda colheita, mas o mesmo já não aconteceu nas plantas micorrizadas. Estes resultados estão de acordo com as conclusões das experiências de Azcón et al. (2003) segundo as quais as doses mais elevadas de aplicação de N e P ao solo reduziram a absorção de N, P e K nas plantas micorrizadas em comparação com as não-micorrizadas.

A acumulação de nutrientes pela alface (fig. 2) neste ensaio ocorreu com muito maior expressão depois dos 28 dias após a transplantação. Os valores obtidos para os teores de nutrientes nas folhas não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre tratamentos, exceto no teor de Mg na primeira colheita que aumentou nas plantas não micorrizadas com a aplicação de fosfato de Gafsa (quadro 3). Numericamente verificou-se que o teor de N nas folhas das alfaces com raízes inoculadas, em ambas as colheitas, foi sempre superior em relação ao obtido nas alfaces com raízes não inoculadas, para a mesma dose de aplicação de fosfato. O mesmo se verificou com o teor de P, exceto na segunda colheita para a dose mais elevada de fosfato de Gafsa. Em relação ao teor de nutrientes nas raízes (quadro 4) não se verificaram diferenças significativas entre nutrientes com a exceção do magnésio num tratamento, nem se verificaram diferenças numéricas consistentes quer com a aplicação de fosfato quer com a micorrização das raízes.

Conclusões

A aplicação de doses crescentes de fosfato de Gafsa resultou em aumentos significativos da produção de alface, sem, no entanto, se verificarem diferenças significativas entre as alfaces inoculadas e as não inoculadas com micorrizas, para o conjunto dos tratamentos. Com a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ o efeito prejudicial do excesso de P nas alfaces com inóculo micorrízico foi visível no peso seco das folhas, e no peso fresco das folhas e das raízes, para os quais se obtiveram valores inferiores ($p < 0,05$) em comparação com as alfaces não inoculadas. Este facto sugere que doses elevadas de P possam ter um possível efeito inibidor da ação benéfica dos fungos micorrízicos arbusculares na fertilização da alface. Contudo, são necessárias mais experiências para um maior conhecimento sobre as micorrizas de forma a aproveitar melhor a sua eficiência na nutrição e produtividade desta cultura no modo de produção biológico.

Referências

- Azcón, R., Ambrosano, E. & Charest, C. 2003. Nutrient acquisition in mycorrhizal lettuce plants under different phosphorus and nitrogen concentration. *Plant Science* 165:1137-1145.
- CE 2007. Regulamento (CE) n.º 834/2007, de 28 de Junho de 2007 - Relativo à produção biológica e à rotulagem dos produtos biológicos e que revoga o Regulamento (CE) n.º 2092/91. *Jornal Oficial da União Europeia*.
- CEN. 1999a. Soil improvers and growing media, sample preparation for chemical and physical tests, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density. Brussels, European Committee for Standardization (EN 13040:1999).
- CEN. 1999b. Soil improvers and growing media, determination of pH. Brussels, European Committee for Standardization (EN 13037:1999).
- CEN. 1999c. Soil improvers and growing media, determination of electrical conductivity. Brussels, European Committee for Standardization (EN 13038:1999).
- CEN. 1999d. Soil improvers and growing media, determination of organic matter content and ash. Brussels, European Committee for Standardization (EN 13039:1999).
- Clark, R.B. 1997. Arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization, and host plant growth and mineral acquisition at low pH. *Plant and Soil* 192:15-22.
- Clark, R.B. & Zeto, S.K. 2000. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. *Journal of Plant Nutrition* 23:867-902.
- Corrêa, R.M., Nascimento, C.W.A., Souza, S.K., Freire, F.J. & Silva, G.B. 2005. Gafsa rock phosphate and triple superphosphate for dry matter production and P uptake by corn. *Scientia Agricola* 62:159-164.
- Goedert, W.J. & Sousa, D.M.G. 1984. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: Simpósio sobre fertilizantes na agricultura brasileira. EMBRAPA, Brasília.
- Gonçalves, M.S. & Baptista, M. 2001. Proposta de regulamentação sobre qualidade do composto para utilização na agricultura. Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, INIA, MADRP, Lisboa.
- Koide, R.T., Goff, M.D. & Dickie, I.A. 2000. Component growth efficiencies of mycorrhizal and nonmycorrhizal plants. *New Phytologist* 148:163-168.
- Liu, A., Hamel, C., Hamilton, R.I. & Ma, B.L. 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) grown in soil at different P and micronutrient levels. *Mycorrhiza* 9:331-336.
- Marschner, H. 1996. Mineral nutrient acquisition in nonmycorrhizal and mycorrhizal plants. *Phyton-Annales Rei Botanicae* 36:61-68.
- Santos, J.Q. 2012. Fertilização – Fundamentos da utilização dos adubos e correctivos. 4ª Edição, Coleção Euroagro, Publicações Europa-América, Lisboa.

Quadro 1 – Características físico-químicas do solo experimental.

	MS %	pH	CE dS m ⁻¹	MO g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	N-NH ₄ ⁺ mg kg ⁻¹	N-NO ₃ ⁻ mg kg ⁻¹	C/N	P g kg ⁻¹	K g kg ⁻¹	Ca g kg ⁻¹	Mg g kg ⁻¹
Média	81,9	7,1	0,6	64,5	2,4	7	46	16,4	0,9	3,8	2,3	2,0
*DP	0,9	0,1	0,1	0,5	0,6	0,8	2,1	0,5	0,1	2,9	1,1	1,4

MS, matéria seca; CE, condutividade elétrica. A matéria orgânica (MO) e os teores dos nutrientes encontram-se expressos em relação à matéria seca.

* Desvio padrão

Quadro 2 – Peso fresco (PF) das raízes (R) e teor de matéria seca (TMS) das folhas (F) e raízes nas colheitas 1 (C1) e 2 (C2) respetivamente 28 e 53 dias após a plantação da alface micorrizada (M) e não micorrizada (NM), com aplicação de doses crescentes de fosfato de Gafsa (0, 100 e 200 kg P₂O₅ ha⁻¹).

Micorriza P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Tratamentos						MDS*
	M 0	M 100	M 200	NM 0	NM 100	NM 200	
PF-R-C1 (g pl ⁻¹)	15,6	16,1	15,2	13,1	15,8	14,9	3,8
PF-R-C2 (g pl ⁻¹)	110,8	104,6	100,5	85,3	105,5	115,9	18,4
TMS-F-C1 (%)	7,0	7,2	7,6	7,1	7,2	7,6	0,6
TMS-F-C2 (%)	8,5	8,5	8,1	8,8	8,5	8,2	0,6
TMS-R-C1 (%)	7,5	7,5	8,0	8,7	7,6	7,7	0,9
TMS-R-C2 (%)	10,7	12,2	10,6	11,3	11,1	11,0	2,2

*MDS – Menor diferença significativa (p < 0,05)

Quadro 3 – Teores (g kg⁻¹ MS) de azoto (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) das folhas na 1^a e 2^a colheita de alface, respetivamente, 28 e 53 dias após a plantação da alface micorrizada (M) e não micorrizada (NM), com aplicação de doses crescentes de fosfato de Gafsa (0, 100 e 200 kg P₂O₅ ha⁻¹).

Nutriente	Colheita	Tratamentos						MDS*
		M 0	M 100	M 200	NM 0	NM 100	NM 200	
N	1	18,6	20,9	23,5	16,3	17,2	20,7	8,3
	2	8,8	9,9	10,8	7,0	6,2	8,8	4,7
P	1	2,7	2,8	3,3	2,3	2,5	3,0	1,2
	2	2,3	2,4	2,3	1,8	1,5	2,4	1,1
K	1	26,6	37,0	26,9	23,0	30,7	32,4	21,3
	2	22,7	27,0	33,7	31,3	30,7	32,6	18,4
Ca	1	13,1	19,4	13,7	12,0	15,8	18,8	5,8
	2	8,1	9,1	10,1	8,6	9,4	9,0	2,2
Mg	1	4,1	3,9	4,2	3,6	5,3	7,5	1,9
	2	2,5	3,1	3,3	2,8	3,1	3,3	1,0

*MDS – Menor diferença significativa (p < 0,05). MS, matéria seca.

Quadro 4 – Teores (g kg⁻¹ MS) de azoto (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e de magnésio (Mg) das raízes (R) na 1^a e 2^a colheita de alface, respetivamente, 28 e 53 dias após a plantação da alface micorrizada (M) e não micorrizada (NM), com aplicação de doses crescentes de fosfato de Gafsa (0, 100 e 200 kg P₂O₅ ha⁻¹).

Nutriente	Colheita	Tratamentos						MDS*
		M 0	M 100	M 200	NM 0	NM 100	NM 200	
N	1	11,6	13,7	14,2	13,9	7,8	7,0	9,1
	2	5,2	5,1	5,6	5,3	6,0	4,3	2,6
P	1	2,4	2,8	3,1	2,8	1,7	1,8	1,7
	2	2,4	2,0	2,4	2,1	2,0	1,8	0,9
K	1	38,4	44,9	52,0	36,5	47,6	32,1	27,2
	2	21,9	14,5	18,9	21,1	17,3	16,4	10,9
Ca	1	9,1	9,7	15,2	8,6	12,6	12,7	7,7
	2	9,0	7,2	9,0	8,7	8,6	7,8	3,6
Mg	1	3,2	3,5	5,3	3,4	6,1	3,9	2,2
	2	4,2	2,4	3,2	3,1	2,8	3,5	1,8

*MDS – Menor diferença significativa (p < 0,05). MS, matéria seca.

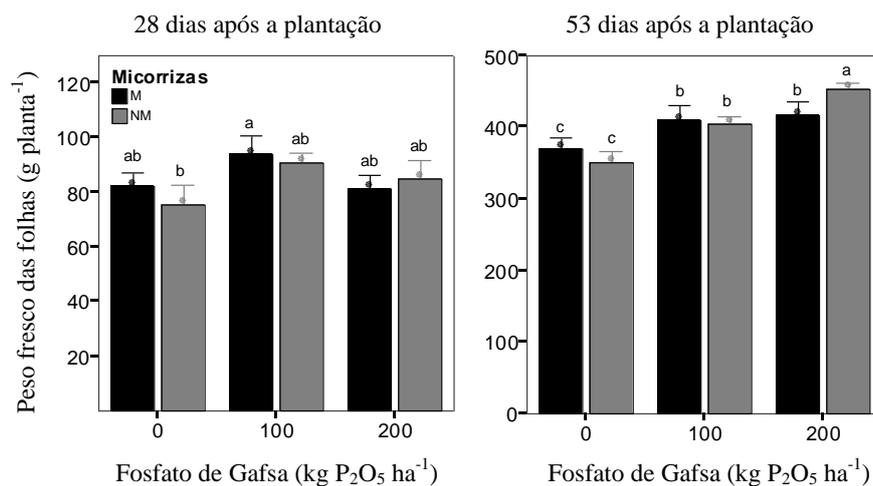


Figura 1 – Peso fresco das folhas 28 e 53 dias após a plantação da alface micorrizada (M) e não micorrizada (NM), com aplicação de doses crescentes de fosfato de Gafsa (0, 100 e 200 kg P₂O₅ ha⁻¹). Letras diferentes por cima das barras representam diferenças significativas ($p < 0,05$) de peso.

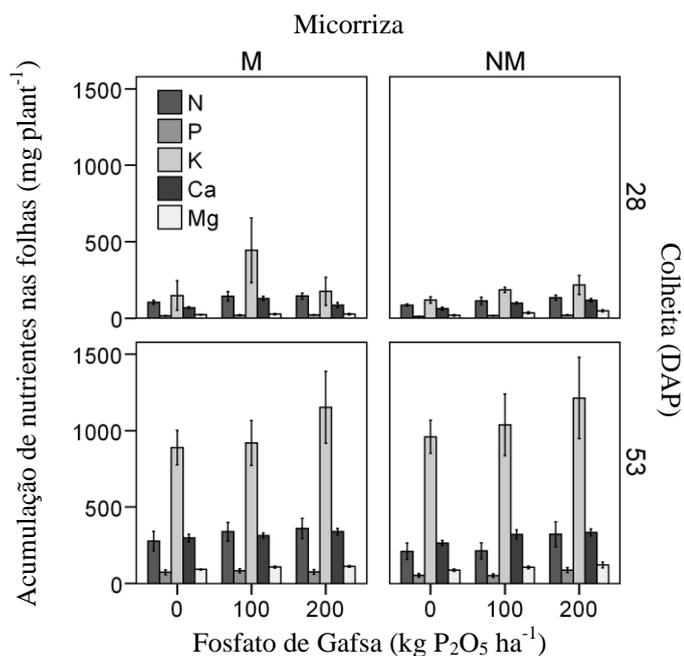


Figura 2 – Acumulação de nutrientes nas folhas 28 e 53 dias após a plantação da alface micorrizada (M) e não micorrizada (NM), com aplicação de doses crescentes de fosfato de Gafsa (0, 100 e 200 kg P₂O₅ ha⁻¹). Linhas por cima das barras representam \pm o valor do desvio padrão da média.

Fertilização com composto orgânico: efeito imediato e residual

Luísa Coelho¹, Mário Reis^{1,2}

¹ Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Gambelas – Edifício 8, 8005-139 Faro, Portugal, lcoelho6@gmail.com

² MeditBio, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas – Edifício 8, 8005-139 Faro, Portugal, mreis@ualg.pt

Resumo

Testou-se o efeito da fertilização com os compostos Nutriverde® e Nutriverde Premium® (Algar, Portugal), nas doses de 12,5; 25; 50 e 100 t ha⁻¹, incorporados uma única vez no início do ensaio, à profundidade de 0,10 a 0,15 m, num solo arenoso. Os compostos foram obtidos em pilha com reviramento mecânico, a partir resíduos da poda de jardins e aparas de relva. Realizaram-se três culturas consecutivas de alface 'Vanity', ao ar livre, entre agosto de 2012 e janeiro de 2013. Na primeira cultura, o crescimento das plantas aumentou com a quantidade de composto até à dose de 50 t ha⁻¹, mas diminuiu com a dose superior, embora sem diferenças estatisticamente significativas. Este decréscimo com a dose mais elevada de composto pode ter sido provocado por aumento da salinidade do solo ou maior imobilização de azoto. Na segunda cultura obteve-se a maior produtividade, e tal como na terceira, a produtividade aumentou com o aumento da dose de composto. Contudo, as doses mais elevadas testadas podem estar condicionadas nas Zonas Vulneráveis, devido à quantidade de azoto que veiculam. Evidenciou-se o efeito positivo da fertilização com composto e confirmou-se a necessidade da sua incorporação com suficiente antecedência à cultura, para rápido aproveitamento do seu potencial fertilizante pela cultura, ou para evitar problemas como imobilização de azoto ou salinidade em culturas sensíveis. A fertilização com os compostos não aumentou o teor de nitratos nas plantas, que se manteve abaixo do valor máximo admissível na alface, mesmo com a maior dose de composto. Confirmou-se a lenta mineralização do composto no solo, aspecto de particular importância no caso do azoto, pois reduz a possibilidade de perda deste nutriente, de importante impacto ambiental.

Palavras-chave: alface, biológico, produtividade, qualidade

Abstract

Fertilization with organic compost: immediate and residual effects

Two composts (Nutriverde® e Nutriverde Premium® (Algar, Portugal) obtained from gardening residues were tested on three open air lettuce crops. Composts were obtained in windrows and applied at the rate of 12.5; 25; 50 and 100 t ha⁻¹, only once, at the beginning of the trial. Lettuce 'Vanity' was cultivated from August 2012 to January 2013. Plants from the first lettuce crop increased their height up to 50 t ha⁻¹ of compost, but lower plant height was obtained with the higher dose, nevertheless with no statistical differences. Plant growth reduction may be attributed to the soil salinity increase, due to the high compost amount, since lettuce is moderately sensitive to salinity, or to short nitrogen immobilization. On the second and third lettuce crops, plant yield increased with the compost dose. However, the higher doses might be limited in nitrate vulnerable zones due the amount of nitrogen released by the compost. Plant growth increase was achieved through compost fertilization. It was observed the need of a sufficient period of time between compost application and crop installation. Some delay is necessary to allow the start of compost mineralization with its positive effects on plant growth. Moreover, this delay may reduce or avoid problems, like salinity with sensitive crops, or nitrogen immobilization. Compost dose did not affect tissue nitrate concentration, which kept below maximum limits, even with the higher compost dose. The slow mineralization of compost was enhanced, a relevant issue regarding nitrogen, since it will reduce the loss of this nutrient, with an important environmental impact.

Keywords: lettuce, biological, yield, quality

Introdução

A compostagem permite o tratamento e a valorização de resíduos orgânicos, diminuindo o seu impacto negativo no ambiente. Esta técnica de tratamento de resíduos origina os compostos ou compostados, com elevado interesse (Barker, 2001), pelo seu efeito fertilizante, contribuindo para o

aumento da produtividade de muitas culturas hortícolas (Roe, 2005). O recurso aos compostos favorece também o equilíbrio dos ecossistemas agrícolas, permitindo oferecer ao consumidor produtos agrícolas de qualidade diferenciada (Ferreira et al., 2002).

A incorporação de matéria orgânica nos solos permite manter níveis de azoto adequados ao desenvolvimento das plantas, dependendo a taxa de mineralização da matéria orgânica de vários factores ambientais relativos ao solo (e.g.: quantidade de azoto em formas orgânicas, textura) e ao clima (e.g.: temperatura, evapotranspiração) (Dessureault-Rompré et al., 2010). Um dos benefícios do uso agrícola de compostos é que, devido à sua estabilização química, vão-se mineralizando lentamente, podendo o composto aplicado a uma cultura, manter-se no solo, mineralizando-se em culturas posteriores (Sullivan et al., 1998). Os compostos são por isso frequentemente considerados fertilizantes de libertação lenta, pois libertam gradualmente o azoto, além dos outros nutrientes que contêm.

Neste trabalho pretendeu-se avaliar o efeito fertilizante de dois compostos na fertilização de alface, nomeadamente a duração deste efeito em culturas consecutivas, em solo ao ar livre.

Material e Métodos

Foram testados dois compostos, Nutriverde® e Premium® (Algar, Portugal), na cultura de alface em solo ao ar livre. Estes dois compostos foram obtidos a partir de um composto inicial, de resíduos de jardinagem e de aparas de relva, compostados em pilha com reviramento mecânico. Por crivagem deste composto inicial, por crivo com malha de 20 e 4 mm, obtiveram-se os compostos Nutriverde® e Premium® respectivamente, fisicamente distintos e com ligeiras diferenças de propriedades químicas (quadro 1). De acordo com as especificações técnicas sobre a qualidade e utilização dos compostos (Anónimo, 2008), os produtos testados incluem-se na classe I, cumprindo os requisitos para poderem ser considerados compostos “Biológicos”.

As culturas decorreram entre agosto de 2012 e janeiro de 2013. Realizaram-se três culturas sucessivas de alface, num solo arenoso (Horto da FCT, Campus de Gambelas, UALg), inserido numa mancha de solos Vt (Solos Litólicos, Não Húmicos, Pouco Insaturados Normais, de arenitos grosseiros), segundo a classificação de solos de Portugal (SROA, 1970), a que corresponde a classificação de ARha (Arenossolo háplico) segundo a World Reference Base for Soil Resources (WRB, 2006) (quadro 1). Após a mobilização do solo com um cultivador rotativo montado num tractor agrícola, armou-se um camalhão com 0,8 m de largura e 45 m de comprimento (36 m²). O ensaio foi instalado neste camalhão, em 3 blocos completos com 10 modalidades (quadro 2). Cada bloco foi dividido em 10 parcelas com 1,5 m de comprimento cada (1,2 m²), onde se distribuíram de forma causalizada as modalidades a testar. Os compostos foram incorporados no solo à profundidade de 0,10 a 0,15 m, nas doses de 12,5; 25; 50 e 100 t.ha⁻¹. As modalidades de controlo, (S1 e P1), não receberam qualquer fertilização. A fertilização do solo com os compostos foi efectuada apenas uma vez, antes da instalação da primeira cultura. Depois da aplicação dos compostos, plantou-se alface (*Lactuca sativa* L.) ‘Vanity’ (Enza Zaden Beheer B.V., Holanda) com uma densidade de 16,6 plantas m⁻² (0,2 x 0,3 m), distribuídas em 4 linhas de cultivo. Cobriram-se as plantas com rede anti-pássaros, suportada por túnel de arcos de ferro. Regou-se por gota-a-gota, com duas linhas rega com gotejadores in-line, com uma frequência de até cinco vezes por dia, tendo cada rega 15 minutos de duração, a que correspondeu uma dotação média diária de 2,5 mm (gotejadores de 2 L h⁻¹, espaçados de 20 cm). Nos períodos de chuva a rega foi reduzida ou mesmo suprimida em função de precipitação ocorrida. Regou-se com água da rede pública de Faro.

Em cada modalidade e bloco seleccionaram-se duas plantas para se proceder à leitura semanal do índice SPAD (Soil Plant Analytical Division Value), com um medidor portátil (Chlorophyll Meter SPAD-502, Konica Minolta), medido na terceira folha mais nova, contada a partir da última folha com mais de 1 cm. Este índice permite determinar, de forma não destrutiva o teor em pigmentos das folhas (Rubio-Covarrubias et al., 2009), e refletem a existência, ou não, de cloroses, resultantes de desordens nutricionais, sobretudo a carência de azoto (Choa et al., 2007). Durante o cultivo registaram-se os valores de temperatura e humidade relativa do ar, e o número de plantas doentes ou mortas. As segunda e terceira culturas iniciaram-se poucos dias depois da colheita das anteriores, após remoção dos resíduos da cultura anterior. No final de cada cultura, colheram-se amostras de 6 plantas por modalidade e bloco, nas duas linhas centrais de cultivo, não se considerando as plantas situadas nos extremos das parcelas para evitar efeitos de bordadura entre modalidades contíguas no camalhão. Nas plantas das amostras mediu-se: altura (até à extremidade da folha maior); diâmetro médio das plantas (média do valor do diâmetro segundo duas direções perpendiculares), e determinou-se o seu peso fresco e peso seco (após secagem a 105°C). Nas plantas da primeira cultura, mediu-se o teor de nitratos nas folhas por potenciometria em extracto aquoso (EPA 9210A).

Os resultados foram sujeitos a uma análise da variância e ao teste de separação de médias de Duncan, com o programa SPSS® (versão 15.0, SPSS Inc.).

Resultados e Discussão

Durante o cultivo não se registaram problemas fitossanitários em qualquer das modalidades. As condições climáticas foram normais, sem ocorrência de situações particularmente desfavoráveis de cultivo, nomeadamente de temperatura e humidade do ar (dados não apresentados).

Efeito dos compostos no crescimento e produtividade

Analisando separadamente os resultados com cada composto, verificou-se que na primeira cultura, o aumento da dose de composto aumentou a altura das plantas até à dose de 50 t ha⁻¹. Com Premium®, o aumento da dose fez aumentar também o diâmetro da canópis e o peso seco da parte aérea. Com a dose mais elevada (100 t ha⁻¹), o crescimento apresentou menores valores médios nas variáveis determinadas. As doses de 25 e 50 t ha⁻¹ de composto originaram maior produtividade da alface (quadro 3 e fig. 1). A percentagem de matéria seca da alface apresentou tendência de diminuição com o aumento da aplicação de composto (quadro 3). O teor de nitratos não aumentou com o aumento da dose de composto (quadro 4), tal como observado também por Liu et al. (2014).

Na segunda cultura (plantada 5 semanas após a incorporação dos compostos), o crescimento das plantas aumentou com a dose de composto, até ao nível máximo testado. Nesta cultura, confirmaram-se algumas das tendências anteriores: com ambos os compostos, os valores de todas as variáveis de crescimento aumentaram de forma estatisticamente significativa com o aumento da dose de composto, enquanto o teor de matéria seca decresceu (quadro 3). Com o composto Premium® obteve-se a maior produtividade (22,2 t ha⁻¹) com a aplicação de 100 t ha⁻¹ (quadro 3).

Na terceira cultura mantiveram-se as tendências anteriores, aumentando também a produtividade com a dose de composto (quadro 3 e fig. 1), sendo por isso ainda sensível o efeito do composto no solo, apesar de a produtividade ter diminuído em todas as modalidades em relação à cultura anterior. Este decréscimo de produtividade pode ser devido quer à menor fertilidade do solo nesta altura, quer às condições climáticas mais adversas neste período, de outubro a janeiro.

Globalmente, verificou-se que com ambos os compostos, o aumento da dose aplicada proporcionou maior crescimento das plantas, conforme esperado (Roe, 2005; Eldridge et al., 2014; Reis et al., 2014). Contudo, a resposta das plantas variou com o período de tempo desde a incorporação dos compostos no solo, tendo-se verificado uma retracção inicial do crescimento na primeira cultura e obtido a maior produtividade na segunda. Sendo a alface uma planta moderadamente sensível à salinidade, com uma tolerância de 1,3 dS m⁻¹ (Ayers & Westcot, 1985), a redução do crescimento com a dose mais elevada de composto, observada na primeira cultura, poderá ter sido causada pela salinidade provocada pelo composto, uma vez que esta cultura foi instalada imediatamente após a incorporação do composto no solo ou por uma imobilização transitória de azoto.

Os resultados suportam a recomendação de incorporar os compostos no solo com alguma antecedência relativamente à cultura, para o aproveitamento imediato do seu potencial fertilizante por culturas de ciclo cultural curto, como é o caso da alface. Em culturas de ciclo mais longo, e não apresentando o composto salinidade elevada, a plantação poderá ocorrer logo após a incorporação do composto no solo pois haverá tempo para que, nas fases mais avançadas do ciclo cultural, a mineralização já tenha atingido um nível suficiente para beneficiar as plantas. Assim, por segurança, a suficiente antecipação da aplicação do composto evitará problemas de salinidade ou de imobilização transitória do azoto do solo.

Apesar do aumento da produtividade com doses elevadas de composto, em Zonas Vulneráveis deve considerar-se a quantidade máxima anual de composto que é permitido aplicar por cultura. Para a alface de primavera-verão, aquele limite é 100 kg ha⁻¹ (Anexo VIII da Portaria 259/2012). Considerando, para os compostos estudados, valores médios de 1% de N e 30% de humidade, a quantidade máxima aplicável será cerca de 14 t ha⁻¹ naquelas Zonas.

Teor de pigmentos

No início da primeira cultura observou-se a redução do índice SPAD, que recuperou aos 13 DAP. Com 100 t ha⁻¹, o índice SPAD manteve-se inicialmente inferior ao das outras modalidades, mas atingiu o valor mais alto no final da cultura. Este facto, tal como já verificado no crescimento das plantas, sugere algum efeito inicial de stresse devido provavelmente à maior salinidade no solo ou imobilização de azoto, mas com o posterior desaparecimento destes efeitos (resultante das condições favoráveis de mineralização), veio a manifestar-se o maior efeito fertilizante resultante da maior quantidade de composto aplicado ao solo (fig. 2).

Durante a segunda cultura, os valores de SPAD aumentaram ao longo ciclo cultural, sendo mais elevados nas modalidades com maior incorporação de composto, o que sugere a maior disponibilidade

de nutrientes no solo nesta altura (fig. 2). Situação semelhante se verificou durante a terceira cultura, mantendo-se as modalidades com maior dose de composto com maiores valores de SPAD. Apesar dos valores de SPAD terem sido mais baixos do que na segunda cultura, estes resultados mostram ainda o efeito fertilizante dos compostos, cinco meses depois a sua incorporação no solo e após duas culturas anteriores de alface (fig. 2).

Conclusões

Observou-se uma resposta positiva à fertilização com composto na produtividade de alface em solo ao ar livre, que se manifestou em três culturas sucessivas. Convém aplicar os compostos com antecipação adequada à instalação da cultura (e.g. 2 a 4 semanas), para evitar eventuais condições de stresse, por salinidade elevada do solo ou imobilização de azoto. Mesmo a dose de 100 t ha⁻¹ dos compostos não aumentou o teor de nitratos nas folhas. Em Zonas Vulneráveis, os limites máximos de aplicação anual de azoto no solo por cultura, limita a dose de aplicação destes compostos, que nas condições deste trabalho seria de cerca de 14 t ha⁻¹. Os resultados evidenciaram mais uma vez o papel de “fertilizantes de libertação lenta” frequentemente atribuído aos compostos, com particular importância no caso da disponibilização do azoto pelos fertilizantes, qualidade de especial relevância económica e ambiental.

Agradecimentos

Trabalho desenvolvido com o apoio da empresa ALGAR, Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A..

Referências

- Ayers, R.S. & Westcot, D.W. 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29. Roma. Acedido em 13 de Novembro de 2012, disponível em <http://www.fao.org/docrep/003/T0234E/T0234E03.htm#tab5>.
- Anónimo. 2008. Especificações Técnicas sobre a Qualidade e Utilizações do Composto. Documento de trabalho da Agência Portuguesa do Ambiente, Lisboa.
- Barker, A.V. 2001. Compost utilization in sod production and turf management. pp. 201-225. In: Stoffella, P.J. & Kahn, B.A. (eds.) Compost utilization in horticultural cropping systems. Lewis Publications. Boca Raton.
- Choa, Y.Y., Oha, S., Oha, M.M. & Son, J.E. 2007. Estimation of individual leaf area, fresh weight, and dry weight of hydroponically grown cucumbers (*Cucumis sativus* L.) using leaf length, width, and SPAD value. *Scientia Horticulturae* 111:330-334.
- Dessureault-Rompré, J., Zebbarth, B.J., Burton, D.L., Mehdi, S., Cooper, J., Grant, C.A. & Drury, C.F. 2010. Relationships among mineralizable soil nitrogen, soil properties, and climatic indices. *Soil Science Society of America Journal*, 74(4):1218-1227.
- Eldridge, S.M., Chan, K.Y. & Donovan, N.J. 2014. Agronomic, soil quality and environmental consequences for using compost in vegetable production. In: Maheshwari, D. K. (ed.). *Composting for Sustainable Agriculture*. Springer. London.
- EPA 9210A. www3.epa.gov/epawaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/9210a.pdf
- Ferreira, J., Conceição, J., Strecht, A., Ribeiro, J., Soeiro, A. & Cotrim, G. 2002. Manual de agricultura biológica. Agrobio. 3ª Edição. Lisboa. pp. 435.
- Köppen, W. 1936. The geographical system of climate. Berlin, Germany.
- Liu, C., Sung, Y., Chen, B. & Lau, H. 2014. Effects of Nitrogen Fertilizers on the Growth and Content of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) *Int J Environ Res Public Health* 11:4427-4440.
- Portaria 259/2012. www.dgadr.mamaot.pt/rec-hid/diretiva-nitratos/legislacao.
- Reis, M., Coelho, L., Beltrão, J., Domingos, I. & Moura, M. 2014. Comparative effects of inorganic and organic compost fertilization on lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Energy and Environment* 8:137-146.
- Roe, N.E. 2005. Efectos de los compost sobre el desarrollo y el rendimiento en horticultura comercial. p.135-149. In: Stoffella, P.J. & Kahn, B.A. (eds.) *Utilización de Compost en los Sistemas de Cultivo Hortícola*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Rubio-Covarrubias, O.A., Brown, P.H. Weinbaum, S.A., Jonhson, R.S. & Cabrera, R. 2009. Evaluating foliar nitrogen compounds as indicators of nitrogen status in *Prunus pérsica* tress. *Scientia Horticulturae* 120:27-33.
- SROA. 1970. Carta de Solos de Portugal – I Volume. Classificação e caracterização morfológica dos solos, 6ª ed., Secretaria de Estado da Agricultura, Ministério da Economia. Lisboa.

Sullivan, D.M., Frasen, S.C, Bary, A.I. & Cogger, C.G. 1998. Fertilizer nitrogen replacement value of food residuals composted with yard trimmings, paper or wood wastes. *Compost science and utilization*, 6:6-18.

WRB 2006. World Reference Base for Soil Resources 2006. IUSS Working Group World Soil Resources Reports 103. FAO, Roma.

Quadro 1 – Composição química inicial do solo e dos compostos (expressa em relação à matéria seca).

	pH	CE	MO	N-t	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
		(dS.cm ⁻¹)	(%)	(%)	(mg.kg ⁻¹)						
Solo	6,85	0,06	1,68	0,08	9,37	16,3	394	66,4	1270	136	17,0
Nutriverde	8,15	2,00	34,6	1,25	14,9	26,7	3485	10976	69116	7654	2196
Premium	8,42	2,17	35,2	1,39	39,1	67,3	4367	9942	64791	5766	2393
	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo	Cd	Pb	Cr	Hg	Ni
	(mg.kg ⁻¹)										
Solo	159	91,6	0,31	1,27	22,9	<0,03	0,02	4,15	6,03	<0,096	2,82
Nutriverde	10903	191	37,4	43,1	79,7	0,65	0,09	11,9	24,4	<0,096	13,7
Premium	5778	138	30,3	27,3	55,2	0,20	0,08	5,02	10,4	<0,096	7,56
VMP (cl. I)	-	-	-	100	200	-	0,7	100	100	0,7	50

¹CE, condutividade elétrica; MO, matéria orgânica; N-t, azoto total; N-NH₄⁺, azoto amoniacal; N-NO₃⁻, azoto nítrico; P₂O₅, fósforo; K₂O, potássio; CaO, cálcio; MgO, magnésio; S, enxofre; Fe, ferro; Mn, manganês; B, boro; Cu, cobre; Zn, zinco; Mo, molibdénio; Cd, cádmio; Pb, chumbo; Cr, crómio; Hg, mercúrio; Ni, Niquel; VMA, valor máximo admissível.

Quadro 2 – Designação das modalidades testadas.

Composto (t ha ⁻¹)	0	12,5	25	50	100
Nutriverde	S1	S2	S3	S4	S5
Premium	P1	P2	P3	P4	P5

Quadro 3 – Variáveis de crescimento nas três culturas consecutivas de alface.

		H (cm)	Ø canópia (cm)	PFA (g)	PSA (g)	PFA (kg.ha ⁻¹)	PSA (kg.ha ⁻¹)	MSA (%)	
1ª cultura	Nutrverde	S1	9,57ab	14,26a	29,04a	2,26a	4840a	377a	10,07a
		S2	9,89ab	14,36a	27,65a	2,12a	4608a	353a	8,69ab
		S3	10,46a	16,07a	36,30a	2,67a	6050a	455a	7,98b
		S4	10,46a	16,10a	27,86a	2,08a	4643a	347a	7,84b
		S5	8,36b	12,81a	20,63a	1,44a	3448a	240a	8,62ab
	Premium	P1	9,97b	15,17ab	31,10a	2,31ab	5183a	385ab	14,41a
		P2	9,86b	14,15b	27,58a	2,03b	4597a	338b	8,10a
		P3	10,94ab	17,40ab	35,94a	2,62ab	5990a	437ab	7,59a
		P4	11,69a	18,44a	44,58a	3,24a	7430a	540a	7,89a
		P5	10,91ab	16,56ab	27,65a	1,90b	4608a	317b	7,11a
2ª cultura	Nutrverde	S1	8,62c	10,5c	17,3c	1,43c	2883c	238c	10,1a
		S2	10,4bc	13,5bc	33,0bc	2,37bc	5500bc	395bc	8,16b
		S3	11,8ab	14,7ab	64,0ab	4,09ab	10667ab	682ab	7,12bc
		S4	13,6a	18,4a	70,4ab	4,55ab	11733ab	758ab	6,92c
		S5	14,4a	18,8a	94,4a	5,68a	15734a	947a	6,11c
	Premium	P1	11,5c	13,0d	40,4c	2,88c	6733c	480c	8,14a
		P2	11,3c	14,1cd	36,0c	2,44c	6000c	407c	7,47ab
		P3	14,4b	18,1b	85,7b	5,83ab	14283b	972ab	7,02b
		P4	13,1bc	16,7bc	52,3bc	3,94bc	8717bc	657bc	7,26ab
		P5	17,0a	21,4a	133,3a	7,33a	22217a	1222a	6,51c
3ª cultura	Nutrverde	S1	6,05c	6,36a	6,45c	1,33c	1075c	222c	20,85a
		S2	8,15b	10,0a	17,81bc	3,26b	2968bc	543b	19,15a
		S3	7,93b	10,93a	16,14bc	2,82b	2690bc	470b	19,12a
		S4	8,64b	13,091a	22,91b	3,60b	3818b	600b	15,98b
		S5	10,37a	33,72a	47,27a	5,65a	7878a	942a	13,56b
	Premium	P1	7,13a	8,73d	13,3c	2,37c	2217c	395c	20,9a
		P2	7,13a	8,09d	11,9c	2,17c	1983c	362c	19,4ab
		P3	9,23b	11,1c	24,4bc	4,12b	4067bc	687b	19,6ab
		P4	10,2b	12,9b	34,5b	5,30b	5750b	883b	16,5b
		P5	12,4a	16,2a	67,8a	6,83a	11300a	1138a	10,7c

Em cada coluna, para cada composto e cultura, os valores seguidos da mesma letra não apresentam diferenças estatísticas para $p < 0,05$ (teste de Duncan). H, altura; Ø canópia, diâmetro da canópia; PFA, peso fresco da parte aérea; PSA, p. seca da p. aérea; MAS, matéria seca da p. aérea; P1, P2, P3, P4, P5 e S1, S2, S3, S4, S5 com incorporação de 0, 12,5; 25; 50 e 100 t ha⁻¹ dos compostos Nutrverde e Premium, respectivamente.

Quadro 4 – Teor de nitratos (mg kg⁻¹ m.s.) nas folhas de alface (primeira cultura).

Composto (t ha ⁻¹)	Nutrverde	Premium
0	714a	546a
12,5	295a	548a
25	510a	550a
50	641a	649a
100	742a	904a

¹Os valores seguidos da mesma letra não apresentam diferenças estatísticas para $p < 0,05$ (teste de Duncan).

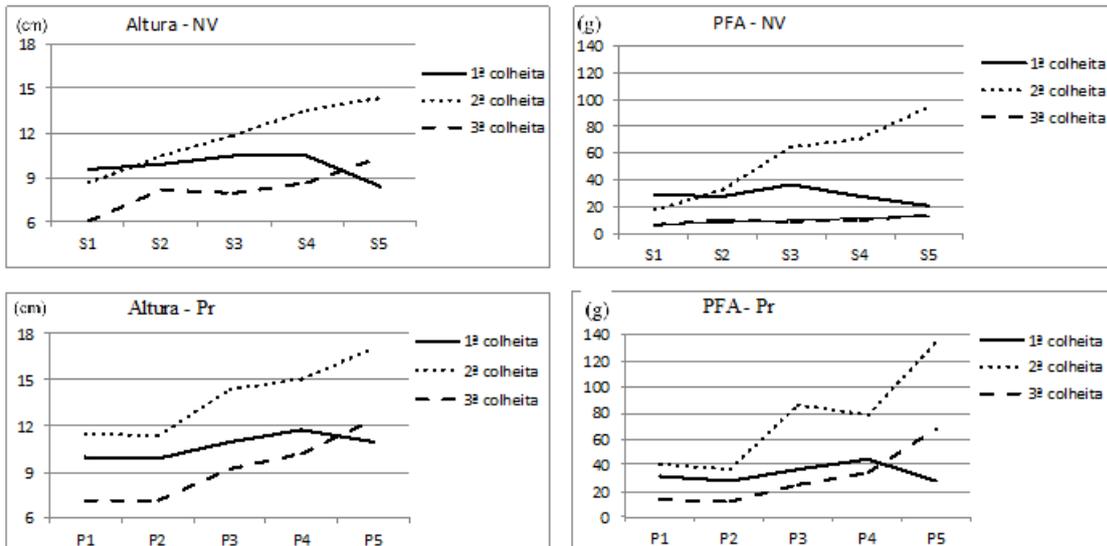


Figura 1 – Variáveis medidas nas culturas de alface (colheita). PFA, valor médio do peso fresco da parte aérea das alfaces; NV, Nutriverde; Pr, Premium; No eixo das abcissas: modalidades P1, P2, P3, P4, P5 e S1, S2, S3, S4, S5 com incorporação de 0, 12,5; 25; 50 e 100 t ha⁻¹ de composto Nutriverde (NV) e Premium (Pr).

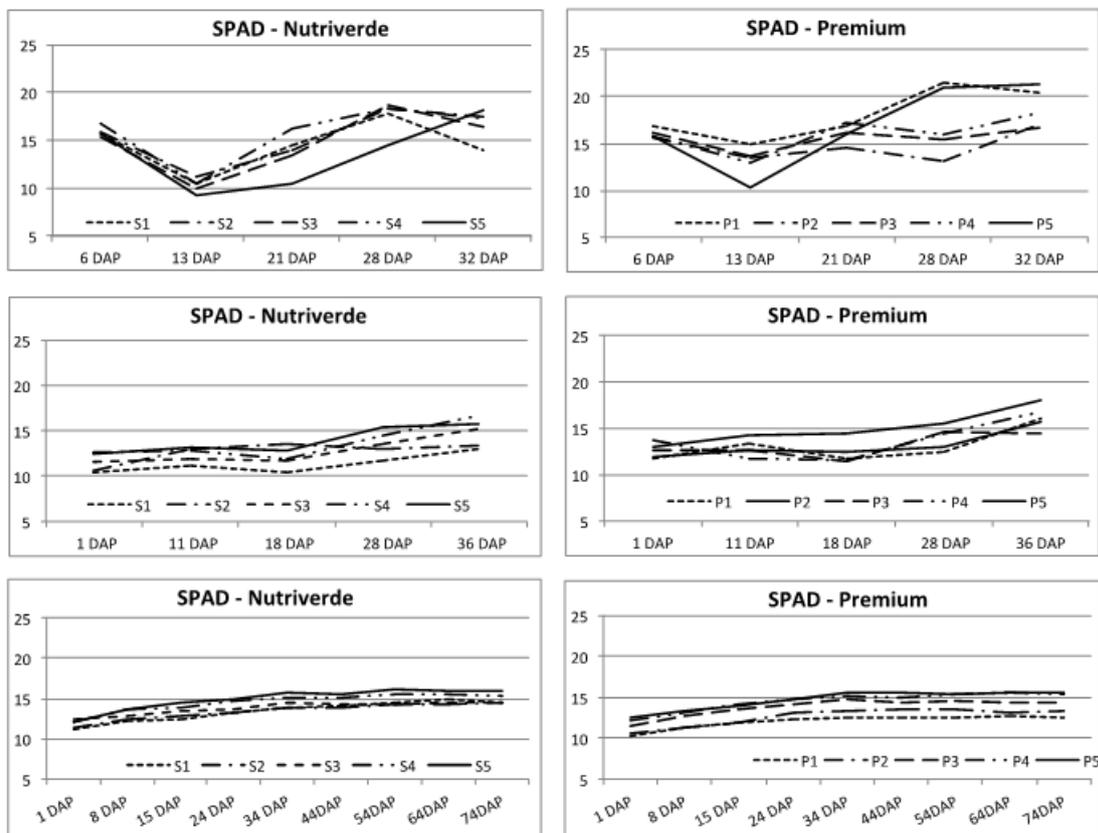


Figura 2 – Variação das leituras de SPAD durante as culturas. NV, Nutriverde; Pr, Premium; DAP, dias após a plantação. Primeira cultura, em cima; segunda cultura ao meio, terceira cultura, em baixo. Modalidades: P1, P2, P3, P4, P5 e S1, S2, S3, S4, S5 com incorporação de 0, 12,5; 25; 50 e 100 t ha⁻¹ dos compostos Nutriverde e Premium.

Efeito do controlo de infestantes com aves nas propriedades físico-químicas do solo

Paulo Miguel S. Pereira, Maria Filomena P. Miguens, Daniela V. S. Santos

Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Coimbra, Bencanta 3045-601 Coimbra, Portugal, paulomiguelsantospereira@gmail.com, filomenam@esac.pt, dsantos@esac.pt

Resumo

O controlo de infestantes é uma das maiores dificuldades a ultrapassar no conjunto das práticas culturais em Agricultura Biológica. Os métodos conhecidos apresentam limitações, sendo necessário desenvolver alternativas. O presente trabalho avaliou o efeito do controlo de infestantes com aves sobre as propriedades físico-químicas do solo, comparando-o com outros métodos comumente usados em Agricultura Biológica.

Os ensaios foram realizados na vinha e na cultura milho-grão, tendo sido o controlo de infestantes realizado por galinhas e por patos, respetivamente. Na vinha o controlo de infestantes com galinhas foi comparado ao controlo com roçadora e à testemunha, em quatro repetições por tratamento. No milho-grão o controlo de infestantes com patos foi comparado ao controlo com o *mulching* de estilha, ao queimador a propano, à testemunha técnica e à testemunha, em três repetições por tratamento. Os parâmetros do solo avaliados foram pH, condutividade elétrica, matéria orgânica, fósforo e potássio extraíveis, cálcio e magnésio. No milho-grão foi também determinada a densidade aparente à superfície do solo.

Como resultados significativos ($p < 0,05$), registaram-se as alterações no teor de magnésio do solo na vinha após o tratamento *galinhas* e nos teores de matéria orgânica, cálcio e magnésio do tratamento *roçadora*. No milho-grão, o tratamento *patos* alterou o teor de potássio, cálcio e a densidade aparente do solo. Nos demais tratamentos observaram-se alterações do teor de cálcio e da densidade aparente no tratamento *mulching de estilha*, do teor de potássio, cálcio e da densidade aparente no tratamento *queimador* e do teor de potássio na *testemunha técnica*.

No curto período de observações o controlo de infestantes com aves não se revelou melhor para o solo do que os demais métodos. Salvaguardando-se a diferença de condições testadas em ambas as culturas, os resultados demonstraram benefícios adicionais no controlo de infestantes com galinhas face ao controlo com patos.

Palavras-chave: galinhas, milho, nutrientes, patos, vinha

Abstract

Weed control effect with poultry on the physicochemical soil properties

The weed control is one of the most difficult management practices to overcome in the whole of the cultural practices of organic farming. The current methods for this purpose have limitations and drawbacks, so is need to develop new solutions. The presented study evaluated the effect of weed control with poultry on physic and chemical soil properties, comparing to other methods used in organic farming.

The experiments took place in a vineyard and in the maize crop, where the weed control were carried out by chickens and ducks, respectively. In the vineyard the weed control with chickens were compared with the use of brushcutter and with the control, in four replications per treatment. In the crop maize the weed control with ducks were compared with woodchips mulching, propane burner, technical control and control, in three replications per treatment. The soil parameters analyzed were pH, electrical conductivity, organic matter, phosphorus and extractable potassium, calcium, magnesium, and in the maize crop, also were monitored the soil bulk density.

In the vineyard after the weed control with chickens the soil magnesium content changed (significant results for $p < 0.05$) as well as the organic matter content, calcium and magnesium content in the brushcutter treatment. In the maize crop, significant results after weed control with ducks were registered in the content of potassium, calcium and soil bulk density, while woodchips mulching treatment changed the calcium content and soil bulk density. Propane burner treatment changed the content of potassium, calcium and soil bulk density. Technical control treatment changed the potassium content.

In the short period the weed control with poultry did not show clear benefits to the soil properties when compared with the current methods used in the organic farming. Despite the different conditions, the results point to some additional benefits in weed control with chickens compared to the control with ducks.

Keywords: chickens, ducks, maize, nutrients, vineyard

Introdução

O controlo de infestantes em Agricultura Biológica é uma das maiores dificuldades a ultrapassar neste modo de produção e daí constituir uma das principais limitações à adesão dos agricultores ou à conversão dos sistemas para a Agricultura Biológica (Lampkin, 1990; cit. por Ferreira, 2012).

A Agricultura Biológica é uma alternativa à agricultura dita convencional, uma vez que não utiliza produtos químicos sintéticos, tais como fertilizantes e pesticidas. No entanto, o controlo de infestantes pode comprometer os rendimentos, sendo uma das principais restrições neste modo de produção (Li et al., 2012).

Não sendo permitida a luta química com o uso dos herbicidas sintéticos para o controlo de infestantes, em Agricultura Biológica o controlo fica limitado aos métodos físicos tais como cobertos vegetais permanentes, o empalhamento, a monda térmica, a monda mecânica e a monda manual. No entanto, cada uma destas formas apresenta limitações ou até mesmo inconvenientes, sendo necessário testar mais opções alternativas para o controlo de infestantes. Além das várias limitações existentes tais como os custos dos equipamentos, a disponibilidade de material vegetal para o empalhamento, a disponibilidade e custos elevados da mão-de-obra, há a particular dificuldade do controlo de infestantes na linha (Vangessel et al., 1995; Melander & Rasmussen, 2001; Ascard & Fogelberg, 2002; Pannacci et al., 2007; Melander et al., 2012; cit. por Pannacci & Tei, 2014).

O exemplo mais conhecido do controlo de infestantes realizado por aves é a introdução de patos em campos de arroz, trazendo várias vantagens como seja a incorporação de nutrientes, a redução do uso de fertilizantes químicos e pesticidas, o aumento da segurança alimentar do produto e o aumento da produtividade global (Wang et al., 2004; Zhan et al., 2002; Zhen et al., 2002; cit. por Xi & Qin, 2009).

A aplicação de estrume de galinha é benéfica para o solo devido ao seu teor em nutrientes, boa capacidade de retenção da água e facilmente biodegradável porque tem baixa relação C/N (El Nadi et al., 1995). O estrume de pato é um material também com elevada biodegradabilidade e elevado teor de nutrientes (Wan et al., 2012).

O presente trabalho avaliou os efeitos no solo após o controlo de infestantes com aves, nomeadamente galinhas e patos, comparando os efeitos com os métodos comumente usados em Agricultura Biológica.

Material e métodos

Os ensaios experimentais foram realizados em dois locais distintos, numa vinha da Quinta da Serradinha, localizada na freguesia da Barreira, concelho de Leiria e na cultura do milho-grão, numa parcela designada “Caldeirão”, localizada na exploração da Escola Superior Agrária de Coimbra.

A vinha em que foi realizado o estudo tem 19 anos de idade, é da casta Castelão enxertada em R99 e com um compasso de plantação de 2,5 x 1 m. Foram comparados três tratamentos: controlo de infestantes com galinhas, com roçadora portátil de costas e a testemunha que corresponde às práticas de controlo de infestantes correntes na quinta. Cada tratamento com quatro repetições dispostas aleatoriamente, sendo a área de cada talhão de 9 m² (18 m de comprimento x 0,5 m de largura). Cada unidade experimental tinha um casal de galináceos da raça Preta Lusitânica, que eram deslocados com intervalos de quatro dias, suplementados diariamente com 150 g de concentrado e água, estando confinados em estruturas móveis com 2,6 m de comprimento + 0,7 m de abrigo. O estudo teve início a 16 de maio com a colocação das galinhas na vinha e término a 10 de junho, estando assim os animais 25 dias no terreno, onde produziram cerca de 5,8 t/ha de excrementos.

O milho-grão utilizado nos ensaios foi a variedade regional Pigarro, sendo semeado no dia 13 de maio com uma densidade de sementeira de 86 000 sementes/ha e uma entrelinha de 75 cm. Foram comparados cinco tratamentos: controlo de infestantes com patos, controlo com *mulching* de estilha, uso de queimador a propano e dois tipos de testemunha, uma técnica em que foi realizada a sacha e a amontoa e uma testemunha simples sem nenhuma intervenção. Cada tratamento continha três repetições, sendo a disposição dos ensaios aleatória. A área de cada talhão é de 20 m² (6,67 m de

comprimento x 3 m de largura) compreendendo assim quatro linhas. Em cada talhão relativo a este tratamento foram colocados quatro patos da raça Marreco de Pequim a realizarem o pastoreio durante 8 horas diárias, sendo suplementados ao fim do dia após a recolha, inicialmente com 100, passando a 200 e acabando com 250 g de concentrado, tendo disponível no campo apenas água. O milho foi sachado no dia 11 de junho (nos talhões destinados aos tratamentos *patos*, *estilha*, *queimador* e *testemunha técnica*) e também amontoado no dia 19 de junho (apenas nos talhões do tratamento *testemunha técnica*). O estudo iniciou no dia 24 de junho com a colocação dos patos no milho, encerrando no dia 10 de julho, após os animais terem completado 13 dias no terreno, onde produziram cerca de 1,3 t/ha de excrementos. A estilha foi aplicada com 5 cm de altura, uma largura de aplicação de 20 cm (10 cm para cada lado da linha) e perfazendo cerca de 19,5 t/ha.

Os dados climáticos dos dois locais de estudo são semelhantes entre si e dentro dos valores médios normais para a estação do ano em que decorreram os ensaios, temperatura elevadas e precipitação baixa, de acordo com os quadros 1 e 2, que apresentam os valores ocorridos nos concelhos de Leiria e Coimbra, respetivamente.

O quadro 3 apresenta a diversidade da composição físico-química dos materiais que foram sendo depositados no solo, os excrementos de galinha e de pato e a estilha florestal.

As amostras de solo foram colhidas com uma sonda de trado, a 20 cm de profundidade. Na vinha foram colhidas quatro subamostras por talhão e na cultura milho-grão foram colhidas doze subamostras, com quatro pontos em cada uma das três entrelinhas. Para a densidade aparente do solo colheram-se três amostras por talhão, numa disposição dos anéis próximos em triângulo. A calendarização sequencial de recolha das amostras nos dois locais foi semelhante, sendo recolhida a primeira amostragem antes da entrada dos animais em campo, a segunda após a sua saída e a terceira passado algum tempo da saída dos animais (após 10 semanas na vinha e após 6 semanas no milho) a fim de identificar a médio prazo os efeitos das possíveis alterações provocadas nos vários tratamentos.

A análise das amostras de solo consistiu na determinação dos seguintes parâmetros: pH (por potenciometria), condutividade elétrica (por condutivimetria), matéria orgânica (oxidação a 590°C), fósforo e potássio extraíveis (método de Egner-Riehm, com leitura do fósforo em espectrofotómetro de absorção molecular e do potássio em espectrofotómetro de absorção atómica), cálcio e magnésio (extração com acetato de amónio e leitura em espectrofotómetro de absorção atómica) e, ainda nos solos ocupados com milho-grão, foi também nada a densidade aparente (amostras secas a 105°C durante 48 h).

O tratamento dos dados consistiu na realização da ANOVA e comparação de médias pelo teste t (ambas com significância de 0,05), recorrendo-se ao programa SAS (Statistical Analysis Software). Além da comparação de médias por amostragem, foi também realizada a comparação das diferenças entre amostras (segunda e primeira, terceira e segunda), de modo a identificar possíveis aumentos ou decréscimos significativos.

Resultados e discussão

Na vinha os resultados apresentados no quadro 4 mostram alterações significativas dos parâmetros matéria orgânica, cálcio e magnésio. O tratamento *galinhas* resultou num aumento do teor de magnésio da segunda para a terceira amostragem, tal como o aumento verificado no estudo realizado por Adeleye et al. (2010). No tratamento *roçadora* os talhões apresentavam desde logo valores iniciais de pH significativamente diferentes entre si, pelo que se considera que as diferenças encontradas na segunda amostragem são independentes dos tratamentos realizados. No entanto, este tratamento provocou uma descida do teor de matéria orgânica da primeira para a segunda amostragem, ao contrário do verificado por Ferrara et al. (2012), que registaram um aumento do teor da matéria orgânica. Com um valor mais baixo de cálcio na segunda amostragem e após uma descida generalizada do teor em cálcio em todos os tratamentos da segunda para a terceira amostragem, o tratamento *roçadora* demonstrou uma descida que é significativamente inferior à verificada nos outros dois tratamentos. Mais uma vez, não é concordante com Ferrara et al. (2012) que não registou alterações significativas no teor deste nutriente. O teor de magnésio aumentou significativamente também no tratamento *roçadora*, quando da segunda para a terceira amostragem e Ferrara et al. (2012) também não registaram alterações no teor deste elemento no solo.

Relativamente à cultura do milho, os resultados apresentados no quadro 5, mostram alterações significativas nos parâmetros potássio, cálcio e densidade aparente. O tratamento *patos* resultou numa descida do teor de potássio da segunda para a terceira amostragem, facto não verificado por Adeleye et al. (2010) que registaram um aumento do teor deste nutriente. Quanto ao cálcio, após uma descida da primeira para a segunda amostragem, há um valor significativamente mais baixo na segunda amostragem e, após uma descida em todos os tratamentos da segunda para a terceira

amostragem neste nutriente, é uma descida significativamente menor enquanto Adeleye et al. (2010) também registaram um aumento deste nutriente. Na terceira amostragem, o valor da densidade aparente do solo foi superior, enquanto Ojeniyi et al. (2013) não registaram alterações neste parâmetro. O tratamento *estilha* com um valor significativamente mais baixo de cálcio na segunda amostragem, devido a uma subida inferior entre a primeira e a segunda amostragem, e após descida generalizada deste nutriente entre a segunda e a terceira amostragem, resultou numa descida significativamente menor, contrariando o verificado por Nzanza & Pieterse (2012), os quais não registaram alterações. Na terceira amostragem, este tratamento demonstrou um maior valor de densidade aparente do solo, ao contrário dos resultados obtidos por Himelick & Watson (1990). No tratamento *queimador* houve uma descida do teor de potássio da segunda para a terceira amostragem, sendo que o potássio tem uma temperatura limiar de 774°C, a partir da qual ocorre a sua volatilização (Raison et al., 1985 cit. por DeBano, 1990), podendo ser esta a razão da redução do teor no solo. Neste tratamento também o cálcio sofreu uma redução significativamente maior da segunda para a terceira amostragem, sendo a sua temperatura limiar de 1484°C (Raison et al., 1985 cit. por DeBano, 1990). A densidade aparente do solo aumentou na terceira amostragem, o que está de acordo com o verificado por Stoof et al. (2010).

A *testemunha técnica* apresentou entre a segunda e a terceira amostragem uma descida significativa no teor de potássio.

Conclusões

Salvaguardando-se a particularidade das condições testadas, o controlo de infestantes com galinhas revelou ser mais interessante para as propriedades do solo do que o controlo com patos. No entanto, são colocadas reservas a esta conclusão porque efetivamente houve algumas diferenças nas condições em que os ensaios decorreram nos dois locais, nomeadamente: a) o maior tempo total de permanência das galinhas no terreno; b) o tempo diário de permanência das galinhas ter sido três vezes o tempo de permanência dos patos; c) maior densidade animal no milho, 1 pato por 5 m² e 1 galinha por 9 m²; d) alojamento móvel nas galinhas e alojamento fixo nos patos. Verificou-se também que, para as condições testadas e a curto prazo, o controlo de infestantes com aves não revelou melhoria significativa na generalidade das propriedades físico-químicas avaliadas no solo, comparativamente aos métodos regularmente usados em Agricultura Biológica.

Referências

- Adeleye, E.O., Ayeni, L.S. & Ojeniyi, S.O. 2010. Effect of poultry manure on soil physico-chemical properties, leaf nutrient contents and yield of yam (*Dioscorea rotundata*) on alfisol in southwestern Nigeria. *Journal of American Science* 6:875.
- DeBano, L.F. 1990. The effect of fire on soil properties. Solo.
- El Nadi, A.H., Rabie, R.K., Abdel Magid, H.M., Sabrah, R.E.A. & Abdel-Aal, Sh.I. 1995. Chemical, physico-chemical and microbiological examination of town refuse compost and chicken manure as organic fertilizers. *Journal of Arid Environments* 30:107-113.
- Ferrara, G., Fracchiolla, M., Chami, Z.A., Camposeo, S., Lasorella, C., Pacifico, A., Aly, A. & Montemurro, P. Effects of Mulching Materials on Soil and Performance of cv. Nero di Troia Grapevines in the Puglia Region, Southeastern Italy. *American Journal of Enology and Viticulture* 2:269-276.
- Ferreira, J. 2012. As bases da Agricultura Biológica. EdiBio, Castelo de Paiva.
- Himelick, E.B. & Watson, G.W. 1990. Reduction of oak chlorosis with wood chip mulch treatments. *Journal of Arboriculture* 16:275-278.
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera. 2015. www.ipma.pt
- Li, S., Wei, S., Zuo, R., Wei, J. & Qiang, S. 2012. Changes in the weed seed bank over 9 consecutive years of rice-duck farming. *Crop protection* 37:42-50.
- Nzanza, B. & Pieterse, P. 2012. Soil health, fruit yield, quality and nutritional value of avocado as influenced by different mulch types. *South African Avocado Growers Associat. Yearbook* 35:84-88.
- Ojeniyi, S.O., Amusan, O.A. & Adekiya, A.O. 2013. Effect of Poultry Manure on Soil Physical Properties, Nutrient Uptake and Yield of Cocoyam (*Xanthosoma saggitifolium*) in Southwest Nigeria. *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Sciences* 13:121-125.
- Pannacci, E. & Tei, F. 2014. Effects of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soyabean. *Crop protection* 64:51-59.
- Stoof, C.R., Wesseling, J.G. & Ritsema, C.J. 2010. Effects of fire and ash on soil water retention. *Geoderma* 159:276-285.

Wan, S., Xi, B., Xia, X., Li, M., Iv, D., Wang, L. & Song, C. 2012. Using fluorescence excitation-emission matrix spectroscopy to monitor the conversion of organic matter during anaerobic co-digestion of cattle dung and duck manure. *Bioresource Technology* 123:439-444.

Xi, Y. & Qin, P. 2009. Energy evaluation of organic rice-duck mutualism system. *Ecological Engineering* 35:1677-1683.

Quadro 1 – Dados climáticos em Leiria.

Parâmetro	Unidades	maio	junho	julho	agosto
Média T. mín.	°C	10,8	13,8	15,9	15,2
Média T. máx.	°C	24	26,1	25,7	26,7
Precipitação	mm	65,8	18,5	1,8	3,1

Fonte: IPMA

Quadro 2 – Dados climáticos em Coimbra.

Parâmetro	Unidades	maio	junho	julho	agosto
Média T. mín.	°C	12,2	14,8	16,3	15,7
Média T. máx.	°C	25,3	28,7	28,8	29,2
Precipitação	mm	59,6	7,6	0,8	3,2

Fonte: IPMA

Quadro 3 – Caracterização físico-química dos materiais depositados no solo.

Parâmetro	Unidades	Excremento de galinha	Excremento de pato	Estilha
Humidade	(%)	21,90	76,05	23,69
pH		8,7	7,7	6,5
Condutividade eléctrica	(mS cm ⁻¹)	5,17	7,86	0,48
Matéria orgânica	(%)	53,90	70,74	93,62
Carbono orgânico	(%)	29,43	36,53	43,74
Azoto Kj	(%)	3,34	3,06	0,55
Razão C/N		9	12	80
Fósforo total	(%)	1,44	1,02	0,04
Potássio total	(%)	4,52	3,31	0,44
Cálcio total	(%)	2,85	5,44	2,08
Magnésio total	(%)	0,32	1,27	0,08
Cobre total	(mg kg ⁻¹)	471	52,15	22,9
Zinco total	(mg kg ⁻¹)	293	14,83	34,6

Quadro 4 – Análise estatística dos resultados da vinha.

	Tratamento	pH	CE mS cm ⁻¹	MO %	P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	K ₂ O	Ca ²⁺ me 100g ⁻¹	Mg ²⁺ me 100g ⁻¹
1	Galinhas	6,03ab	0,08	1,55	57	123	2,99	0,98
	Roçadora	5,73b	0,08	1,88	73	137	2,69	0,90
	Testemunha	6,25a	0,08	1,91	101	125	3,60	0,70
2	Galinhas	6,23a	0,06	1,82	53	136	4,27a	0,48
	Roçadora	5,98b	0,06	1,69	67	150	2,02b	0,45
	Testemunha	6,43a	0,05	2,19	81	141	4,17a	0,60
3	Galinhas	6,05	0,13	1,58	77	166	1,88	1,25a
	Roçadora	5,78	0,16	1,61	87	191	1,54	1,07a
	Testemunha	6,13	0,11	1,97	102	146	1,52	0,62b
2-1	Galinhas	0,20	-0,02	0,26a	-4	13	1,28	-0,50
	Roçadora	0,25	-0,02	-0,19b	-6	13	-0,67	-0,45
	Testemunha	0,18	-0,03	0,28a	-20	16	0,57	-0,10
3-2	Galinhas	-0,18	0,08	-0,24	24	30	-2,40b	0,77a
	Roçadora	-0,20	0,11	-0,08	20	41	-0,48a	0,62a
	Testemunha	-0,30	0,06	-0,22	21	5	-2,65b	0,02b

Notas: médias seguidas com letras diferentes são significativamente diferentes, ausência de letra quando não são significativamente diferentes; 2-1: diferenças entre amostragem 2 e amostragem 1; 3-2: diferenças entre amostragem 3 e amostragem 2.

Quadro 5 – Análise estatística dos resultados da cultura do milho.

	Tratamento	pH	CE mS cm ⁻¹	MO %	P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	K ₂ O	Ca ²⁺ me 100 g ⁻¹	Mg ²⁺ me 100 g ⁻¹	Dap g cm ⁻³
1	Patos	6,10	0,13	2,45	167	185	8,33	0,68	1,30
	Estilha	6,43	0,05	2,45	174	187	5,86	0,77	1,32
	Queimador	6,30	0,09	2,37	166	184	4,88	0,69	1,26
	Test.técnica	6,17	0,08	2,28	139	188	3,97	0,57	1,40
	Testemunha	6,33	0,04	2,36	126	165	3,85	0,58	1,27
2	Patos	6,43	0,07	2,74	172	199	5,03b	0,60	1,39
	Estilha	6,67	0,07	2,69	167	190	6,11b	0,65	1,27
	Queimador	6,53	0,05	2,56	157	180	7,97a	0,69	1,35
	Test.técnica	6,50	0,06	2,50	138	186	7,94a	0,63	1,31
	Testemunha	6,53	0,05	2,72	126	150	9,35a	0,70	1,29
3	Patos	6,50	0,06	2,53	169	173	2,78	0,54	1,38a
	Estilha	6,60	0,06	2,67	173	194	3,01	0,63	1,43a
	Queimador	6,50	0,08	2,44	168	176	2,96	1,09	1,40a
	Test.técnica	6,33	0,07	2,24	133	164	2,33	0,48	1,34ab
	Testemunha	6,37	0,04	2,64	139	175	2,93	0,62	1,24b
2-1	Patos	0,33	-0,06	0,29	5	14	-3,31c	-0,08	0,09
	Estilha	0,23	0,01	0,24	-6	3	0,25b	-0,13	-0,05
	Queimador	0,23	-0,04	0,19	-9	-4	3,08a	0,00	0,08
	Test.técnica	0,33	-0,02	0,22	-2	-1	3,97a	0,07	-0,10
	Testemunha	0,20	0,01	0,37	1	-15	5,50a	0,12	0,02
3-2	Patos	0,07	-0,01	-0,20	-2	-26c	-2,25a	-0,06	-0,01
	Estilha	-0,07	-0,01	-0,02	6	4ab	-3,10a	-0,02	0,15
	Queimador	-0,03	0,02	-0,11	11	-4bc	-5,00b	0,40	0,05
	Test.técnica	-0,17	0,00	-0,26	-5	-22bc	-5,61bc	-0,15	0,04
	Testemunha	-0,17	-0,01	-0,08	13	25a	-6,42c	-0,08	-0,05

Notas: médias seguidas com letras diferentes são significativamente diferentes, ausência de letra quando não são significativamente diferentes; 2-1: diferença entre amostragens 2 e 1; 3-2: diferença entre amostragens 3 e 2.

Estudo sobre a fertilização orgânica na produção de alface ao ar livre

Rosinda Pato¹, Rosa Guilherme¹, João Moreira², Hartmut Nestler³, Cristina Galhano^{1,4}

¹ Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra, Bencanta, 3045-601, Coimbra, Portugal, rls@esac.pt; rguilherme@esac.pt; cicgalhano@esac.pt

² Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro, Av. Fernão Magalhães, 465-RC, 3000-177 Coimbra, Portugal, joao.moreira@drapc.min-agricultura.pt

³ Leal & Soares, S.A., Zona Industrial de Mira, 3071-909 Mira, Portugal, apoiotecnico@siro.pt

⁴ Centro de Ecologia Funcional, Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra, 3000-456 Coimbra, Portugal

Resumo

A valorização agronómica de materiais orgânicos que promovam a fertilidade do solo, transformando potenciais resíduos em matérias-primas, é indiscutivelmente importante constituindo, desde dezembro de 2015, um dos princípios fundamentais do pacote de medidas relativas à economia circular, adotado pela Comissão Europeia. Procurando a valorização de resíduos orgânicos, um de equídeos, Siro®Agro 2/Siro® Equídeo, e outro de galináceos, Siro®Agro 3, em 2012, a empresa Leal & Soares solicitou a parceria da Escola Superior Agrária de Coimbra e da DRAPCentro para estudar a sua eficácia no comportamento agronómico da cultivar de alface "Batuca", designadamente na produção e no teor em nutrientes da parte comestível.

O ensaio decorreu no Centro Experimental do Loreto, de outubro a dezembro, contemplando os seguintes tratamentos: 0 L m⁻² – testemunha e duas doses dos dois correctivos orgânicos, 10 L m⁻² e 20 L m⁻². Avaliou-se o peso fresco da parte aérea da alface e os teores de macronutrientes, micronutrientes e metais pesados. Os dados foram submetidos a uma ANOVA uni-fatorial, seguida do teste de Tukey (p < 5%).

Os resultados revelaram o seguinte: a) maior produção com a aplicação de 20 L m⁻², tanto do correctivo de equídeos como do de galináceos, relativamente à testemunha e aos tratamentos com 10 L m⁻² de ambos os correctivos, mas sem diferenças significativas entre os dois correctivos; b) teores mais elevados de azoto total, nitratos, zinco e cobre com a aplicação de 10 e 20 L m⁻² do correctivo de galináceos, mas sem diferenças significativas entre as duas doses aplicadas nos teores em azoto total, nitratos, cálcio e zinco. O mesmo ocorreu nos tratamentos com o correctivo de equídeos, para os elementos azoto total, nitratos, fósforo e cobre.

Este estudo destinou-se à obtenção de licença de comercialização dos dois correctivos orgânicos ao abrigo da legislação em vigor, à data, a Portaria n.º 1322/2006, de 24 de novembro.

Palavras-chave: Modo de Produção Biológico (MPB), correctivos orgânicos, economia circular, nutrientes, produção

Abstract

Study on organic fertilization in the production of outdoor lettuce

The agricultural organic materials valuation that promotes soil fertility, turning potential waste in raw materials, is indisputable important and, since December 2015, is one of the fundamental principles of the package of measures for the circular economy, adopted by the European Commission.

Searching for the recovery of organic waste, one from equine, Siro®Agro 2/Siro® Equídeo, and other from poultry, Siro®Agro 3, in 2012, Leal & Soares company requested the partnership of the Coimbra Agriculture School and DRAPCentro to study its effectiveness on lettuce (cv "Batuca") agronomic performance, particularly in the production and nutrient content of the edible part.

The test took place at the Experimental Center of Loreto (DRAPCentro), October to December, including the following treatments: 0 L m⁻² - Control; and two doses, 10 L m⁻² and 20 L m⁻² of both organic amendments. Lettuce shoot fresh weight, macronutrients, micronutrients and heavy metals contents were evaluated. Data were subjected to an one-way analysis of variance followed by Tukey test (p < 5%).

The obtained results showed: a) a production increasing with the application of 20 L m⁻² of both amendments, equine and poultry, comparing to control and to 10 L m⁻² of both amendments, but with no significant differences between the two amendments; b) a higher content in total nitrogen, nitrate, zinc and copper in lettuce produced with the application of 10 and 20 L m⁻² of poultry amendment, but with no significant differences between the two applied doses in relation to the total

nitrogen, nitrates, calcium and zinc contents. The same occurred in both doses, with the equine amendment, for total nitrogen, nitrates, phosphorus and copper.

This study was proposed to obtain the marketing authorization for both organic amendments under the current in force legislation at the time, Portaria nº 1322/2006, of 24th November.

Keywords: circular economy; nutrients; organic amendments; organic farming; production

Introdução

A sociedade tem vindo a manifestar uma preocupação crescente com a forma irracional de exploração dos recursos a que temos vindo a assistir que, de várias formas, compromete o futuro. Especial atenção tem sido consagrada à qualidade dos alimentos que consumimos, procurando-se actualmente produzir alimentos de elevada qualidade nutricional, isentos de resíduos, evitando impactes ambientais negativos e potenciando o desejado equilíbrio dos Agroecossistemas.

Nos últimos anos, o aumento significativo de produções agrícolas em Modo de Produção Biológico (MPB) evidencia a existência dessa preocupação (Ghini & Bettiol, 2000; IFOAM, 2005; REA, 2015). A agricultura em MPB, comparada com a agricultura convencional, é mais sustentável por utilizar práticas que promovem a produtividade do solo, com a introdução de matéria orgânica, e evitar o uso da quase totalidade de produtos químicos de síntese como adubos, pesticidas ou reguladores de crescimento (FiBL, 2000; Hole et al., 2005; REA, 2015). A reconhecida necessidade de inverter a tendência do atual desenvolvimento insustentável é também claramente evidenciada na resolução da Organização da Nações Unidas (Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental, 2016). Esta resolução refere que, até 2030, se pretende garantir a existência de sistemas sustentáveis de produção alimentar e implementar práticas agrícolas que ajudem a manter os ecossistemas, melhorando progressivamente a qualidade do solo, assim como a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais, alcançando uma gestão ambientalmente saudável dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo de todo o seu ciclo de vida, de modo a minimizar os seus impactos negativos na saúde humana e no meio ambiente. Pretende-se reduzir a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização, incentivando as empresas a adotar práticas sustentáveis e integrar informação sobre sustentabilidade nos seus relatórios de atividades. Deve-se também ter em conta o comunicado de imprensa emitido pela Comissão Europeia (CE, 2016) onde transparece a importância primordial de reutilizar matérias-primas actualmente eliminadas como resíduos e que constitui um dos princípios fundamentais do pacote de medidas relativas à economia circular, adotado em dezembro de 2015.

O regulamento proposto pela Comissão coloca em condições de igualdade os adubos orgânicos à base de resíduos e os adubos tradicionais, procurando simplificar o acesso ao mercado único da UE dos adubos da primeira tipologia e, simultaneamente reduzir o impacto ambiental negativo, através da redução da produção de resíduos e do consumo de energia, criando novas oportunidades de mercado para as empresas inovadoras. A implementação deste regulamento contribuirá fortemente para a economia circular, tendo em conta que a investigação, a inovação e o investimento terão de se desenvolver rapidamente, sendo necessária a criação de postos de trabalho a nível local e a geração de valor a partir de matérias-primas secundárias que, de outra forma, seriam eliminadas como resíduos. Também em Portugal as preocupações estão patentes na legislação aplicada. O Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, que veio alterar e revogar o Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de setembro, reforça a necessidade de prevenção da produção de resíduos, a sua reutilização e reciclagem, estimulando o aproveitamento de resíduos específicos com elevado potencial de valorização. Assim, transformar os resíduos num recurso, concretamente através da valorização agronómica de materiais orgânicos e outros, promovendo o aumento da fertilidade e consequentemente a capacidade do solo em fornecer os elementos essenciais às plantas, será uma prática desejável.

Neste trabalho, apresenta-se um estudo solicitado ao Laboratório de Solos e Fertilidade da Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC) pela empresa Leal & Soares, S.A., Mira para a instrução do processo de pedido de autorização de comercialização dos corretivos orgânicos em estudo. O objetivo principal deste estudo foi testar a eficácia desses dois corretivos orgânicos, um de equídeos e outro de galináceos, com os nomes comerciais Siro®Agro 2/Siro® Equídeo e Siro®Agro 3, respectivamente, no comportamento agronómico da cultivar de alface “Batuca”, designadamente na produção e no teor em nutrientes da parte comestível.

Material e métodos

Foram testados dois corretivos orgânicos, obtidos no centro de compostagem da empresa Leal & Soares. O Siro®Agro 2/Siro® Equídeo (85% de estrume de equídeos e 15% de húmus de resíduos florestais, com predomínio da casca de pinho) obtido pelo processo de compostagem durante 2-3 meses, com trituração para dimensões de 1-8mm, adição de húmus de casca de pinheiro e um estágio final de 4 a 6 meses com reviramentos periódicos. O Siro®Agro 3 (70% estrume de aves e 30% de biomassa florestal) também é obtido pelo processo de compostagem de biomassa triturada proveniente da limpeza de florestas com estrume de aves durante 3 meses, mistura que é triturada para dimensões de 1-8mm e de seguida com estágio de 6-8 meses com viragens periódicas. Foi realizada a análise dos correctivos orgânicos (quadro 1), com as características apresentadas no quadro 2. De acordo com o Anexo 2 da atual legislação, Decreto-Lei 105/2015 de 15 de junho, estes corretivos orgânicos incluem-se na Classe I: «A utilizar na agricultura». A legislação em vigor e as orientações técnicas sobre os métodos de ensaio de eficácia do INIAV estabelecem mais claramente indicações para a colocação no mercado das matérias fertilizantes não harmonizadas.

Para avaliação do seu efeito, foi instalado um ensaio de campo numa parcela na unidade experimental do Loreto da Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro (DRAPC), em pousio há 5 anos, num Aluviossolo (classif. SROA)/Fluviossolos (classif. FAO), cujas características se encontram no quadro 3, de acordo com as metodologias indicadas no quadro 1. Foram testadas duas doses dos corretivos, 10 L m⁻² e 20 L m⁻² (em matéria verde), uma representando as recomendações para solos com baixo teor de matéria orgânica, outra muito elevada, que vem ao encontro das atuais orientações técnicas do INIAV. O ensaio foi realizado com alface, em talhões de 36 m², com uma densidade de 400 plantas/talhão, e decorreu entre outubro e dezembro de 2012. Para a avaliação do efeito da aplicação dos corretivos orgânicos na produção da alface, determinou-se o peso fresco da parte aérea de 40 plantas, colhidas aleatoriamente em cada tratamento. Para a quantificação do teor de macro e micronutrientes na alface, em cada tratamento foram colhidos aleatoriamente quatro conjuntos de 10 plantas, cada conjunto constituindo uma repetição, num total de 40 plantas por tratamento. Foram determinados os teores de macronutrientes, micronutrientes e de metais pesados na alface, utilizando as metodologias referidas no quadro 1. Os resultados são a média de quatro repetições, com o respetivo desvio padrão, tendo sido submetidos a uma análise de variância unifatorial, seguida do teste de Tukey, quando se detetaram diferenças significativas. Os testes estatísticos foram realizados para um nível de significância de p=0,05 (Zar, 1996), utilizando o programa Prism 4 versão 4.0b.

Resultados e discussão

À semelhança de outros estudos (Castro et al., 2009; Doan et al. 2015), a produção de alface aumentou com a aplicação de corretivos orgânicos, ocorrendo o maior peso bruto (peso da parte aérea de 40 alfaces colhidas aleatoriamente em cada um dos talhões), de 12,89 kg e, conseqüentemente, a maior produção por metro quadrado, no tratamento com a aplicação de 20 L m⁻² de corretivo de galináceos (quadro 4).

A aplicação do corretivo de galináceos, à semelhança do estudo realizado por Showler (2015), promoveu teores significativamente mais elevados de N (m.s.) e de N-NO₃⁻/NO₃⁻ nas alfaces (fig. 1). Verifica-se que este corretivo orgânico apresenta uma relação C/N mais baixa, 3,83 (quadro 3), induzindo a uma mineralização mais rápida (Santos, 2012), relativamente à aplicação de corretivo de equídeos (C/N = 12,84). No entanto, os teores em azoto total e nitratos nas alfaces não são significativamente diferentes nos corretivos para a mesma dose aplicada. Embora os teores de nitratos sejam significativamente mais elevados nas alfaces dos tratamentos com corretivo de galináceos (20 L m⁻²: 2300mg NO₃⁻ kg⁻¹, m.s.), são bastante inferiores ao referido no Regulamento n.º 1258/2011 da Comissão Europeia, de 2 de dezembro (4000 mg NO₃⁻ kg⁻¹, para alface ao ar livre outono-inverno).

Os maiores teores em azoto das plantas dos tratamentos com correctivo de galináceos (fig. 1) poderão estar relacionados com a maior fragilidade dessas plantas aquando o processo de colheita, relativamente às dos tratamentos com corretivo de equídeos. Verificou-se que o teor de potássio (m.s.) foi superior aos restantes macronutrientes sendo, juntamente com o azoto, o nutriente presente em maior quantidade. Por outro lado, os teores em fósforo e potássio são significativamente superiores no tratamento com 20 L m⁻² de corretivo de galináceos (fig. 2). Os teores de cálcio (m.s.) foram significativamente inferiores nos tratamentos com a aplicação de corretivos orgânicos, relativamente à testemunha, ocorrendo uma tendência para o decréscimo do teor em cálcio nas plantas com a aplicação da dose mais elevada, 20 L m⁻² (fig. 2). Este resultado poderá estar relacionado com a existência de antagonismos, designadamente devido aos teores muito altos de potássio no solo e/ou ao azoto na forma amoniacal veiculado pelos corretivos orgânicos (Fenn & Taylor, 1988; Menino et al., 2003; Varennes, 2003; Havlin et al., 2005; Santos, 2012; Zörb et al., 2014). À semelhança do

ocorrido com o cálcio, também os teores em ferro e manganês na alface foram significativamente mais elevados na testemunha relativamente aos tratamentos com a aplicação de corretivos orgânicos (fig. 3). Ocorreu ainda um decréscimo significativo do teor em ferro nas alfaces com a aplicação ao solo de 20 L m⁻² de corretivos orgânicos, o que poderá ser o reflexo dos teores muito altos no solo e da influência dos corretivos orgânicos na diminuição da disponibilidade na absorção destes elementos (Park et al., 2011; Tang et al., 2015), também considerados metais pesados por apresentarem uma densidade específica superior a 5 g cm⁻³ (Järup, 2003). Os teores em cobre foram significativamente superiores no tratamento com a aplicação de 20 L m⁻² de corretivo de galináceos, relativamente aos restantes tratamentos. No entanto, não se verificaram diferenças significativas entre os restantes tratamentos com aplicação de corretivos orgânicos. Os teores de zinco são estatisticamente superiores nos tratamentos com aplicação dos corretivos orgânicos, relativamente à testemunha e mais evidente nos tratamentos com aplicação do corretivo de galináceos. Salienta-se que o teor de zinco neste composto, 154 mg kg⁻¹, é bastante superior ao do corretivo de equídeos, 60,6 mg kg⁻¹, o que poderá estar associado ao manejo na produção de galináceos. O teor em boro é significativamente mais elevado no tratamento com a aplicação de 10 L m⁻² do corretivo de galináceos, verificando-se um decréscimo significativo nos tratamentos com 20 L m⁻² dos dois corretivos, o que poderá estar associado aos antagonismos K/B e Ca/B (Tariq & Mott, 2006; Garcia & Garcia, 2013).

À semelhança dos baixos teores de metais pesados nos corretivos orgânicos, também nas alfaces foram maioritariamente inferiores ao limite de quantificação (Cd<0,31 mg kg⁻¹; Cr<0,67 mg kg⁻¹; Ni<1,17 mg kg⁻¹; Pb<4,69 mg kg⁻¹). Salienta-se que os valores de Hg da testemunha, 0,065 mg kg⁻¹, foram superiores aos dos tratamentos com a dose de 20 L m⁻², tanto para o corretivo de equídeos, 0,046 mg kg⁻¹, como do corretivo de galináceos, 0,032 mg kg⁻¹. Os baixos teores de metais pesados poderão também estar relacionados com a diminuição da sua disponibilidade e absorção pelas plantas quando são aplicados ao solo corretivos orgânicos (Park et al., 2011; Tang et al., 2015).

Conclusões

Os resultados do estudo comprovaram a eficácia da aplicação de corretivos orgânicos no aumento da fertilidade do solo e na produção da cultura da alface, ressaltando a importância da valorização de vários materiais orgânicos, designadamente através do processo de compostagem.

Ao abrigo da legislação em vigor, à data de realização do ensaio (2012), a Portaria n.º 1322/2006, de 24 de novembro, após envio do processo à Direção Geral das Atividades Económicas (DGAE), em novembro de 2014, foi concedida autorização de comercialização das matérias fertilizantes não harmonizadas em estudo, Siro®Agro 2 (70 L)/Siro® Equídeo (45L), para agricultura biológica, e Siro®Agro 3 (70 L), corretivo orgânico. O facto das matérias-primas que constituem o Siro®Agro 2/Siro Equídeo estarem incluídas no anexo I do Regulamento (CE) n.º 889/2008 de 5 de setembro e não serem provenientes de explorações pecuárias sem terra, permitiu a obtenção de autorização de comercialização destes corretivos para MPB.

Tendo em conta a importância de se promover a Economia Circular, é relevante continuar a investigar a possibilidade de converter resíduos orgânicos em fertilizantes que possam ser utilizados numa agricultura que se deseja mais ecológica.

Referências

- Castro, E., Manãs, P. & Heras, J. de las. 2009. A comparison of the application of different waste products to a lettuce crop: effects on plant and soil properties. *Scientia Horticulturae* 123:148-155.
- CE - Comissão Europeia. 2016. Economia circular: Novo regulamento para incentivar a utilização de adubos orgânicos e de adubos à base de resíduos. Bruxelas.
- Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental. 2016. Guia sobre Desenvolvimento Sustentável 17 objetivos para transformar o nosso mundo. 38 p.
- Decreto-Lei n.º105/2015, de 15 de junho, Diário da República, 1.ª série - n.º 114 - 15 de junho de 2015. 3756-3788.
- Decreto-Lei n.º178/2006. Diário da República, 1.ª série - n.º 171 - 5 de Setembro. 6526-6545.
- Decreto-Lei n.º 73/2011. Diário da República, 1.ª série - n.º 116 - 17 de Junho. 3251-3300.
- Doan, T.T, Tureaux, T.H., Rumpel, C., Janeau, J.L. & Jouquet, P. 2015. Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: a three year mesocosm experiment. *Science of the Total Environment* 514: 147-154.
- Fenn, L.B. & Taylor, R.M. 1988. Calcium stimulation of NH₄ absorption in plants. *Proc. International Society of Root Research Symposium on Plant Roots and Their Environment, Uppsala, Sweden*. 21-26 August. p. 39-47.

- FiBL. 2000. Organic farming enhances soil fertility and biodiversity. Results from a 21 year old field trial. Número 1. FiBL (Research Institute of Organic Agriculture) e FAL (Federal Research Station for Agroecology and Agriculture). Zurique, Suíça. p. 16.
- García, G.N. & García, S.N. 2013. Química agrícola química del suelo y de nutrientes esencial. Editora Mundi-Prensa Libros, 508 p. ISBN-848476656X, 9788484766568
- Ghini, R. & Bettiol, W. 2000. Proteção de plantas na agricultura sustentável. Caderno de Ciência & Tecnologia, Brasília 17:61-70.
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. & Nelson, W.L. 2005. Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management. Pearson Prentice Hall, New Jersey
- Hole, D., Perkins, A., Wilson, J., Alexander, I., Grice, P. & Evans, A. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122:113-130.
- IFOAM. 2005. International Federation of Organic Agriculture Movements. Principles of organic agriculture - Preamble. Disponível em <http://ifoam.org>
- Järup, L. 2003. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin* 68:167-182.
- Menino, M.R., Carranca, C., Varennes, A. de, d'Almeida, V.V. & Baeta, J. 2003. Tree size and flowering intensity as affected by nitrogen fertilization in non-bearing orange trees grown under Mediterranean conditions. *Journal of Plant Physiology* 160:1435-1440.
- Park, J.H., Lamb, D., Paneerselvam, P., Choppala, G, Bolan, N. & Chung, J-W. 2011. Role of organic amendments on enhanced bioremediation of heavy metal (loid) contaminated soils. *Journal of Hazardous Materials* 185:549-574.
- Portaria nº 1322/2006. Diário da República, 1.ª série - N.º 227 - 24 de Novembro de 2006. 8063-8066.
- REA. 2015. Relatório do Estado do Ambiente. Agência Portuguesa do Ambiente. 206 p.
- Regulamento (UE) n.º1258/2011 da Comissão de 2 de Dezembro de 2011. Jornal Oficial da União Europeia.
- Regulamento (CE) n.º 889/2008 da Comissão de 5 de Setembro de 2008. Jornal Oficial da União Europeia.
- Santos, J.Q. 2012. Fertilização. Fundamentos da utilização dos adubos e corretivos. Publicações Europa-América, Coleção EUROAGRO, Mem Martins
- Showler, A.T. 2015. Effects of compost and chicken litter on soil nutrition, and sugarcane physiochemistry, yield, and injury caused by Mexican rice borer, *Eoreuma loftini* (Dyar) (Lepidoptera: Crambidae). *Crop Protection* 71:1-11.
- Tang, X., Xia L., Liu, X., Hashmi, M.Z., Xu, J. & Brookes, P.C. 2015. Effects of inorganic and organic amendments on the uptake of lead and trace elements by *Brassica chinensis* grown in an acidic red soil. *Chemosphere* 119:177-183.
- Tariq, M. & Mott, C.J.B. 2006. Effect of applied boron on the accumulation of cations and their ratios to boron in radish (*Raphanus sativus* L.). *Soil & Environ.* 25:40-47
- Varennes, A. de. 2003. Produtividade dos Solos e Ambiente. Escolar editora. Lisboa.
- Zar, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, New Jersey.
- Zörb, C., Senbayram, M. & Peiter, E. 2014. Potassium in agriculture – Status and perspectives. *Journal of Plant Physiology* 171:656-669.

Quadro 1 – Metodologias utilizadas na caracterização do solo, corretivos orgânicos e da parte aérea das alfaves.

Solo-inicial (INIAV)	Textura de campo (LAS.PL.06); pH (H ₂ O)-suspensão solo:água 1:2,5 (v/v)/Potenciometria (20°C±2°C) (LAS.PL.20.v02(2011/04/18)); condutividade elétrica-suspensão solo:água 1:2 (v/v)/Condutimetria (LAS.PL.16); carbono orgânico/matéria orgânica (%)-combustão seca-Análise elementar (LAS.PL.21- Adaptação da Norma ISO 10694:1995); azoto total-Combustão seca-Análise elementar (LAS.PL.07.v02 (2011/04/18) - Adaptação da Norma ISO 13878:1998)); fósforo (P ₂ O ₅) e potássio (K ₂ O) ext. (mg kg ⁻¹) - <i>Egnér Riehm</i> /ICP-OES (LAS.PL.24.v05 (2011/04/18)); magnésio ext. (mg Mg kg ⁻¹) Acetato de amónio l M (pH=1 EAA (LAS.PL.10); Boro ext. (mg B kg ⁻¹) - Água fervente/ICP-OES (LAS.PL-03); micronutrientes extraíveis: Cu, Zn, Fe, Mn (mg kg ⁻¹) - AAAG-EDTA (Lakanen)/EAA com chama (LAS.PL.18).
Corretivos orgânicos (INIAV)	Humidade (%)-EN 13040:2007; pH (H ₂ O) - EN 13037:1999; Condutividade elétrica (mS cm ⁻¹) - EN 13038:1999; Matéria orgânica (%) - 13039:1999; Azoto total (%) - EN 13654-1:2001; P ₂ O ₅ , K ₂ O, CaO, MgO totais (%)-EN 13650:2001; Boro total (mg kg ⁻¹) - EN 1350:2001; Cu, Zn, Ni, Cr, Cd, Pb totais (mg kg ⁻¹) - EN 13650:2001; Hg total (mg kg ⁻¹) - LAP.PL96.v00(2012/04/20); Grau de maturação-Teste do autoaquecimento-Vasos de Dewar.
Alface-parte aérea (ESAC)	Secagem a 60°C e moenda com crivo de malha 0,5 mm; azoto (%)- <i>Kjeldahl</i> ; fósforo (%)-digestão seca a 480-500°C com redissolução com ácido diluído/espectrofotometria de absorção molecular; nutrientes: Ca, Mg, K (%); Cu, Zn, Fe, Mn e metais pesados (Cd, Pb, Cr, Ni) (mg kg ⁻¹) - digestão seca a 480-500°C com redissolução com ácido diluído e doseamento por espectrofotometria de absorção atômica; boro (mg kg ⁻¹) - extração com H ₂ O desmineralizada a 80°C (1:100)/azomethina-H e doseamento por espectrofotometria de absorção molecular com fluxo contínuo segmentado.

Legenda: Ext. - extraível; EEC-Espetometria de emissão atômica em chama; EAA - Espetofotometria de absorção atômica; EAA-FG - Espetofotornetia de absorção atômica com forno de grafite; EAM UV/Vis - Espetofotometria de absorção molecular no ultravioleta/visível; ICP-OES - Espetofotometria de emissão de plasma com detetor ótico.

Quadro 2 – Características do solo do ensaio (amostra composta inicial).

Parâmetros	Resultado	Interpretação
Textura de campo	Grosseira	-
pH (H ₂ O, 25°C)	8,1	Pouco alcalino
Condutividade elétrica (mS cm ⁻¹ , 25°C)	0,2	Solo sem efeitos salinos
Matéria orgânica. (%)	2,28	Médio
N total (%)	0,15	Médio
P ₂ O ₅ extraível (mg kg ⁻¹)	>200	Muito alto
K ₂ O extraível (mg kg ⁻¹)	>200	Muito alto
MgO extraível (mg kg ⁻¹)	109	Alto
B extraível (mg kg ⁻¹)	0,56	Médio
Cu extraível (mg kg ⁻¹)	11	Alto
Zn extraível (mg kg ⁻¹)	>10	Muito alto
Fe extraível (mg kg ⁻¹)	>80	Muito alto
Mn extraível (mg kg ⁻¹)	>100	Muito alto

Adaptado de INIAV (2012).

Quadro 3 – Características dos corretivos orgânicos utilizados no ensaio.

Parâmetro	Corretivo equídeos (SRA2)	Corretivo galináceos (SRA3)	Parâmetro	Corretivo equídeos (SRA2)	Corretivo galináceos (SRA3)	Classe I ^{a)} (mg kg ⁻¹ , m.s.)
Humidade (%)	33,65	32,95	Cd	n.d.	n.d.	0,7
pH (H ₂ O, 25 °C)	7,9	8,8	Cr	4,13	<3,33*	100
C.E. (mS cm ⁻¹ , 25 °C)	0,58	1,31	Cu	21,8	28,40	100
M.O. (%)	73,95	69,10	Hg	0,02	0,02	0,7
N (%)	3,29	10,09	Ni	4,20	3,67	50
C/N	12,84	3,83	Pb	<3,33*	<3,33*	100
P ₂ O ₅ total (%)	0,61	2,70	Zn	60,60	154	200
K ₂ O total (%)	1,37	2,15				
CaO total (%)	3,43	8,69				
MgO total (%)	0,38	1,11				
B total (mg kg ⁻¹)	15,18	25,50				
Grau de maturação	Grau V	Grau V				

Adaptado de INIAV (2012). *Limite de quantificação; ^{a)}Classe I: «A utilizar na agricultura», Anexo II do DL 103/2015, de 15 junho; n.d.: não detetado; m.s.: matéria seca.

Quadro 4 – Produção de alface obtida no ensaio.

Tratamentos	Peso bruto* (kg)	Produção (kg m ⁻²)	
Testemunha	0 L m ⁻²	7,251	2,0
Corretivo de equídeos (SRA2)	10 L m ⁻²	8,724	2,4
	20 L m ⁻²	10,515	2,9
Corretivo de galináceos (SRA3)	10 L m ⁻²	10,936	3,0
	20 L m ⁻²	12,890	3,6

*Peso bruto: peso da parte aérea de 40 alfaces colhidas aleatoriamente em cada um dos tratamentos.

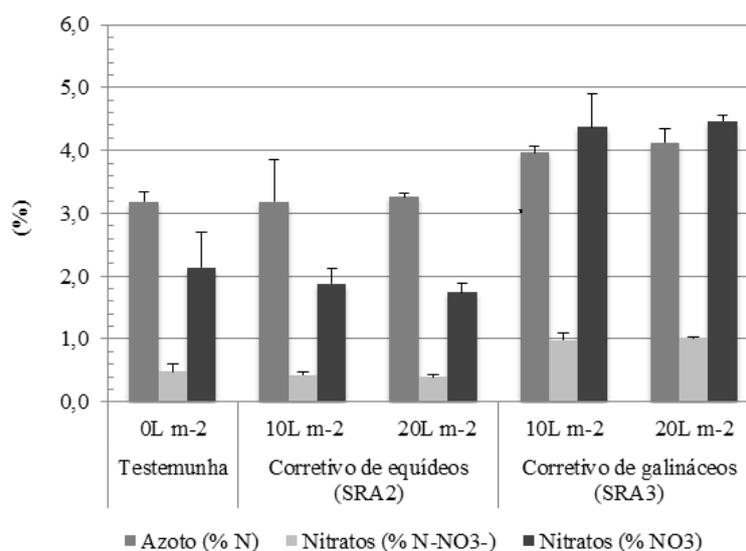


Figura 1 – Teor (média ± desvio padrão, n=4), em percentagem de matéria seca, de azoto total e de nitratos (N-NO₃⁻; NO₃) nas alfaces. Para cada parâmetro, letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas (p < 0,05) entre tratamentos.

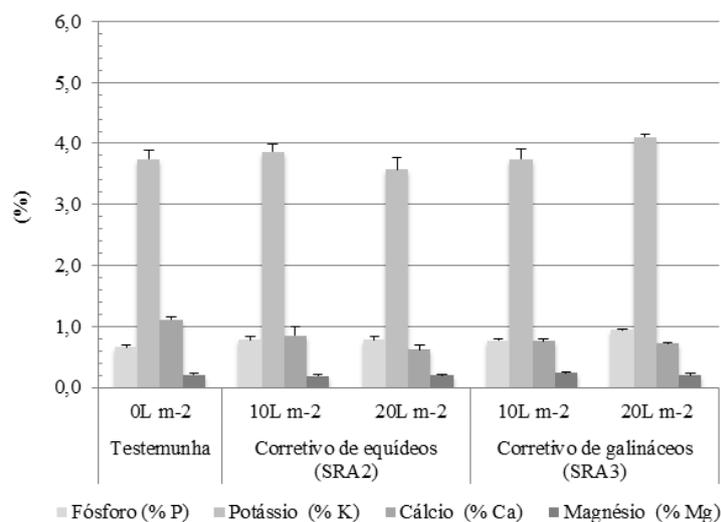


Figura 2 – Teor (média \pm desvio padrão, n=4), em percentagem de matéria seca, dos macronutrientes P, K, Ca e Mg nas alfases. Para cada parâmetro, letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre tratamentos.

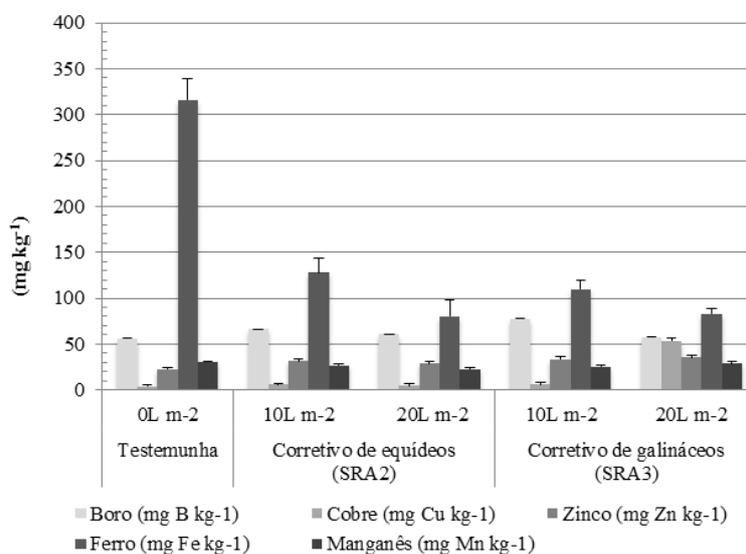


Figura 3 – Teor (média \pm desvio padrão, n=4), em mg kg⁻¹ de matéria seca, dos micronutrientes B, Cu, Zn, Fe, Mn e nas alfases. Para cada parâmetro, letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre tratamentos.

Potencialidades e limitações da utilização de aparelhos portáteis na avaliação do estado nutricional das plantas

Sandra Afonso, Margarida Arrobas, Clara Pinheiro, Isabel Q. Ferreira, M. Ângelo Rodrigues

Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, Ap. 1172, 5301-855 Bragança, Portugal, angelor@ipb.pt

Resumo

Os equipamentos portáteis que permitem recolher informação no campo sem amostragem destrutiva são ferramentas úteis na avaliação de parâmetros diversos da performance das plantas. Em agricultura biológica o seu uso será particularmente importante dado o desafio que este meio de produção impõe na nutrição mineral das plantas. Dois aparelhos com aparente potencial são o medidor de clorofila SPAD-502, que fornece estimativas do teor de clorofila das folhas e o FieldScout CM1000, que estima o índice de vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), relacionável com o estado geral dos cobertos. Neste trabalho, apresentam-se resultados da reprodutibilidade dos equipamentos quando usados por diferentes operadores, da relação entre os resultados dos dois equipamentos obtidos sobre os mesmos tecidos vegetais e da relação dos resultados dos aparelhos com a concentração de N nas folhas. Os resultados revelaram boa reprodutibilidade dos valores de clorofila SPAD e NDVI quando a amostra incluiu folhas verdes, ligeiramente cloróticas e cloróticas. Quando a amostra foi apenas composta por folhas verdes o NDVI apresentou baixa reprodutibilidade. A relação entre os valores SPAD e NDVI revelou uma curva de saturação do segundo, indicando reduzida sensibilidade do aparelho na gama de folhas com coloração verde "normal". A relação dos valores SPAD com a concentração de N nas folhas apresentou igualmente uma curva de saturação. Consequentemente, a relação do NDVI com a concentração de N nas folhas foi fraca devido à rápida saturação do NDVI para folhas com coloração verde normal.

Palavras-chave: medidor de clorofila SPAD-502; FieldScout CM1000 NDVI; concentração de azoto nas folhas

Abstract

Potential and limitations of portable equipment to assess plant nutritional status

Portable equipment that allows obtaining data in the field without destructive sampling is useful tools in the evaluation of various parameters of plant performance. In organic farming their use is particularly important given the challenge that this production system imposes on mineral nutrition of plants. Two sensors of apparent potential are the SPAD-502 chlorophyll meter, which provides estimates of leaf chlorophyll content and FieldScout CM1000, which estimates the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), relatable with the general state of the canopy. In this paper we present results of the reproducibility of the sensors when used by different operators, the relationship between the results of the two sensors obtain on the same plant tissues and the relation of the result of the sensors with leaf N concentration. The results showed good reproducibility of chlorophyll SPAD values and NDVI when the sample included green, slightly chlorotic and chlorotic leaves. When the sample was only composed of green leaves NDVI showed lower reproducibility. The relationship between SPAD values and NDVI showed a saturation curve of the second, indicating reduced sensitivity of the sensor when operates with leaves of "normal" green coloration. The relationship of the SPAD values with the leaf N concentration presented also a saturation curve. Hence, the relationship of NDVI with leaf N concentration was low due to the rapid saturation of NDVI by leaves of normal green coloration.

Keywords: SPAD-502 chlorophyll meter; FieldScout CM1000 NDVI; nitrogen concentration in leaves

Introdução

Os equipamentos portáteis têm vindo a ganhar grande popularidade por permitirem de uma forma rápida, não dispendiosa e não destrutiva obter informação relativa ao estado de nutrição azotada das plantas. Dois aparelhos com aparente potencial científico são o medidor de clorofila

SPAD-502 Plus, que fornece estimativas do teor de clorofila das folhas, e o FieldScout CM1000, que estima o índice de vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), relacionável com o estado geral do coberto.

O medidor SPAD-502 Plus estima o teor de clorofila das folhas através da medição da transmitância da radiação em dois comprimentos de onda, na zona do vermelho e do infravermelho. Tem sido observado que existe uma relação frequentemente linear entre o teor de clorofila e o teor de N nos tecidos foliares, permitindo que estes equipamentos sejam utilizados para estimar o teor de clorofila e a concentração de N nos tecidos (Dwyer et al., 1991; Chang & Robison, 2003; Berg & Perkins, 2004; Netto et al., 2005; Pinkard & Mohammed, 2006; Azia & Stewart, 2007; Hawkins et al., 2009; Dray et al., 2012). O Fieldscout CM1000 avalia a luz ambiente e a luz refletida pela planta em diferentes comprimentos de onda, fornecendo um índice de vegetação NDVI, muito utilizado para avaliar o estado geral de cobertos vegetais. O aparelho foi já utilizado com relativo sucesso no auxílio do diagnóstico do estado nutricional das plantas e da recomendação de fertilização (Murdock et al., 2004; López-Bellido et al., 2012; Mahajan et al., 2014).

Não obstante as vantagens na utilização destes equipamentos, apresentam também limitações. A principal limitação será, porventura, a menor fiabilidade dos resultados, comparativamente com métodos laboratoriais padrão. Os valores das leituras SPAD são afetados por vários fatores para além da concentração de clorofila, como a espessura da folha, posição da leitura na folha, diferentes estádios fenológicos da cultura, data de amostragem, danificação das folhas pela herbívoros, entre outros (Chang & Robison, 2003; Dray et al., 2012). Outra limitação dos valores SPAD e NDVI é o facto de apresentarem uma curva de saturação para plantas com concentrações elevadas de clorofila (Gitelson et al., 1996; Muñoz-Huerta et al., 2013).

O conhecimento das capacidades e limitações destes equipamentos permitirá maximizar o seu potencial de utilização. A agricultura biológica é um contexto interessante para o uso destes aparelhos, dada a necessidade particular de se monitorizar o estado nutricional das plantas devido à restrição no uso de fertilizantes. O presente trabalho teve por objetivos: i) comparar a reprodutibilidade dos resultados dos aparelhos SPAD-502 Plus e FieldScout CM1000 quando utilizados por diferentes operadores; e ii) verificar a relação entre os valores SPAD e o índice NDVI com a concentração de N nos tecidos foliares. Para o efeito efetuaram-se leituras com o medidor de clorofila SPAD-502 e com o equipamento FieldScout CM1000 em diferentes espécies fruteiras, designadamente, pessegueiro, cerejeira, ameixeira, pereira e noqueira. Em simultâneo recolheu-se material vegetal para análise laboratorial.

Material e métodos

Material vegetal

A investigação decorreu durante o ano de 2015 e incidiu sobre diversas espécies fruteiras. As leituras com os equipamentos portáteis foram realizadas em junho, julho e setembro sobre folhas verdes, levemente cloróticas e cloróticas, tentando simular carências nutricionais, tal como pode acontecer em agricultura biológica. Subamostras semelhantes foram colhidas para posterior análise laboratorial.

Equipamentos portáteis

Foram utilizados o medidor SPAD-502 Plus e o FieldScout CM1000. O medidor portátil SPAD-502 estima o teor de clorofila nos tecidos foliares medindo a transmitância de luz através da folha nos comprimentos de onda de 650 nm (luz vermelha, absorvida pela clorofila) e 940 nm (luz infravermelha, sem absorção de clorofila). O medidor fornece um valor adimensional proporcional ao teor de clorofila da folha (Minolta Camera Co. Ltd., 2009). Efetuaram-se cerca de 15 leituras em cada uma das três repetições dentro da mesma espécie fruteira. O medidor FieldScout CM1000 lê comprimentos de onda de 660 nm e 840 nm. O aparelho emite um feixe de luz sobre a folha e fornece um índice de vegetação NDVI. O índice de vegetação é calculado por comparação entre a luz refletida nos dois comprimentos de onda, de acordo a seguinte expressão: $NDVI = \frac{\text{Radiação}_{\text{infravermelho próximo}} - \text{Radiação}_{\text{vermelho}}}{\text{Radiação}_{\text{infravermelho próximo}} + \text{Radiação}_{\text{vermelho}}}$ (Gitelson et al., 1996). As leituras foram efetuadas seguindo o mesmo procedimento observado para as leituras SPAD. Para além da utilização dos aparelhos por diferentes operadores, no caso do FieldScout CM1000 NDVI foram ainda registadas leituras utilizando diferentes ângulos entre a superfície da folha e a incidência do feixe de luz (90°, 45° e concavidade em U).

Determinação laboratorial da concentração de azoto nas folhas

As amostras de folhas foram colocadas em estufa de ventilação forçada regulada a 70°C. Depois de secas foram moídas e a concentração de N nos tecidos foi determinada pelo método Kjeldahl.

O método consiste na digestão ácida da amostra, com arrastamento do ião amónio numa corrente de vapor e titulado posteriormente com ácido clorídrico.

Resultados e discussão

Reprodutibilidade dos aparelhos quando utilizados por diferentes operadores

O medidor Fieldscout CM1000 demonstrou menor capacidade de discriminação tendo aproximado os valores das folhas com ligeira clorose e verde normal (fig. 1).

Em leituras realizadas por diferentes operadores, no mesmo local de cada folha, em folhas de cerejeira com diferentes graus de clorose, foi possível obter relações lineares, tanto para valores SPAD como para valores NDVI (fig. 2b, 2d). Quando a amostra foi composta de apenas folhas verdes normais, foi ainda possível obter uma relação linear significativa com o aparelho SPAD-502 mas não com o FieldScout CM 1000 (fig. 2a, 2c). Muñoz-Huerta et al. (2013) e Marsh (2014) sugerem que as leituras SPAD deveriam ser efetuadas no ponto médio de cada folha a fim de se obterem resultados mais consistentes. Isto pode ser sobretudo importante no caso de folhas com coloração heterogénea como acontece neste trabalho.

O medidor Fieldscout CM1000 usa um sistema de raios laser que o operador direciona e fixa com a ajuda de um gatilho para efetuar a leitura no local pretendido. Consoante o ângulo utilizado para fixar o raio laser, os valores das leituras poderão divergir. Em regra sugere-se que se utilize um ângulo de 90°. Na comparação entre leituras obtidas com o medidor Fieldscout CM1000 por diferentes operadores, quando se utilizaram diferentes ângulos de leitura (90°, 45°, côncavo-U) em folhas verdes de cerejeira, o ângulo côncavo foi aquele em que se obteve melhor relação entre as leituras, seguido do ângulo de 90° e o ângulo de 45° com a pior relação (fig. 3a, 3c, 3e). Nas mesmas circunstâncias, para leituras em folhas de cerejeira com diferentes graus de clorose, a melhor relação obteve-se para o ângulo de 90° e a pior para o ângulo côncavo (fig. 3b, 3d, 3f).

Relação entre valores SPAD e NDVI

Os resultados revelaram uma relação curvilínea de saturação entre os valores SPAD e NDVI quando a amostra incluiu folhas com diferentes graus de clorose, devido à saturação mais rápida dos valores NDVI (fig. 4). Também em outros estudos (Gitelson et al., 1996; Huete et al., 1997), o NDVI demonstrou falta de sensibilidade em folhas com coloração verde normal, resultando da relação entre os dois indicadores uma curva de saturação para o NDVI. Também Richardson et al. (2002) verificaram que o NDVI apresentou relações não lineares com o teor de clorofila, revelando ser incapaz de diferenciar diferentes níveis de clorofila, exceto quando estes eram muito baixos.

Relação entre valores SPAD e NDVI com a concentração de N nas folhas

Os valores SPAD e NDVI apresentaram uma curva de saturação ligeira e marcada respetivamente com o teor de N nas folhas (fig. 5). Valores SPAD e NDVI não serão adequados para estimar a concentração de N em folhas de culturas excessivamente fertilizadas, devido à saturação da clorofila, tal como observado por Gitelson et al. (1996) e Muñoz-Huerta et al. (2013). Espécies diferentes mostraram curvas de resposta entre SPAD e NDVI diferentes (fig. 5), sugerindo que a relação entre os indicadores terá de ser estabelecida por espécie vegetal.

Os resultados de Basyouni & Goad (2015) apresentaram padrão idêntico, tendo as leituras SPAD apresentado melhor correlação com o teor de N nas folhas em comparação com as leituras NDVI. Outros autores obtiveram, igualmente, boas correlações entre as leituras SPAD e o teor de N em diferentes culturas (Nielsen et al., 1995; Porro et al., 2001; Chang & Robison, 2003; Dray et al., 2012; Marsh, 2014), embora com variações para diferentes cultivares e estados fenológicos. Os resultados, no entanto, não são consensuais entre todos os investigadores. Pinkard et al. (2006) obtiveram correlações fracas entre o teor de N e as leituras SPAD para cultivares de eucalipto e Sibley et al. (1996) para cultivares de macieira.

Conclusões

Os resultados revelaram boa reprodutibilidade dos valores SPAD e NDVI quando a amostra incluiu folhas verdes, ligeiramente cloróticas e cloróticas. O medidor Fieldscout CM1000 demonstrou menor capacidade de discriminação na zona do verde intenso e maior variabilidade na utilização por diferentes operadores relativamente ao medidor de clorofila SPAD. Em regra, o ângulo de 90° usado para o NDVI produziu resultados mais consistentes. A relação dos valores SPAD e NDVI com a concentração de N nas folhas apresentou, respetivamente, ligeira e acentuada curva de saturação. Folhas de espécies diferentes mostraram curvas de resposta entre SPAD e NDVI diferentes, sugerindo que a relação entre os indicadores terá de ser estabelecida por espécie vegetal.

Referências

- Azia, F. & Stewart, K.A. 2001. Relationship between extractable chlorophyll and SPAD values in muskmelon leaves. *Journal of Plant Nutrition*, Abingdon 24:961-966.
- Basyouni, R., Dunn, B.L. & Goad, C. 2015. Use of nondestructive sensors to assess nitrogen status in potted poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* L. (Willd. ex Klotzsch)) production. *Scientia Horticulturae* 192:47-53.
- Berg, A.K. & Perkins, T.D. 2004. Evaluation of a portable chlorophyll meter to estimate chlorophyll and nitrogen contents in sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) leaves. *Forest Ecology and Management* 200:113-117.
- Chang, S.X. & Robison, D.S. 2003. Nondestructive and rapid estimation of hardwood foliar nitrogen status using the SPAD-502 chlorophyll meter. *Forest Ecology and Management* 181:331-338.
- Dray Jr, F.A., Centera, T.D. & Mattison, E.D. 2012. In situ estimates of waterhyacinth leaf tissue nitrogen using a SPAD-502 chlorophyll meter. *Aquatic Botany* 100:72-75.
- Dwyer, L.M., Tollenaar, M. & Houwing, L. 1991. A nondestructive method to monitor leaf greenness in corn. *Canadian Journal of Plant Science* 71:505-509.
- Gitelson, A.A., Kaufman, Y.J. & Merzlyak, M.N. 1996. Use of a Green Channel in Remote Sensing of Global Vegetation from EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment* 58:289-298
- Hawkins, T.S., Gardiner, E.S. & Comer, G.S. 2009. Modeling the relationship between extractable chlorophyll and SPAD-502 readings for endangered plant species research. *Journal for Nature Conservation* 17:123-127.
- Huete, A.R., Liu, H.Q., Batchily, K. & Leeuwen, W. 1997. A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment* 59:440-451.
- López-Bellido, R.J., López-Bellido, L., Fernández-García, P., López-Bellido, J.M., Muñoz-Romero, V., López-Bellido, P.J. & Calvache, S. 2012. Nitrogen remote diagnosis in a creeping bentgrass golf green. *European Journal of Agronomy* 37:23-30.
- Mahajan, G.R., Pandey, R.N., Kumar, D., Datta, S.C., Sahoo, R.N. & Parsad, R. 2014. Development of critical values for the leaf color chart, SPAD and FieldScout CM 1000 for fixed time adjustable nitrogen management in aromatic hybrid rice (*Oryza sativa* L.). *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 45:1877-1893.
- Marsh, B.H. 2014. Use of chlorophyll meters to assess in-season wheat nitrogen fertilizer requirements in the Southern San Joaquin Valley. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 8(10):1092-1096.
- Minolta Camera Co. Ltd. 2009. Chlorophyll meter SPAD-502Plus. Minolta, Osaka, Japan.
- Muñoz-Huerta, R.F., Guevara-Gonzalez, R.G., Contreras-Medina, L., Torres-Pacheco, I., Prado-Olivarez, J. & Ocampo-Velazquez, R.V. 2013. A Review of methods for sensing the nitrogen status in plants: advantages, disadvantages and recent advances. In Review. *Sensors* 13:10823-10843.
- Murdock, L., Call, D. & James, J. 2004. Comparison and use of chlorophyll meters on wheat (reflectance vs. transmittance/absorbance). Cooperative Extension Service. AGR - 181. University of Kentucky - College of Agriculture.
- Neilsen, D., Hogue, E.J., Neilsen, G.H. & Parchomchuk, P. 1995. Using SPAD-502 values to assess the nitrogen status of apple trees. *HortScience* 30:508-512.
- Netto, A.T., Campostrini, E., Gonçalves de Oliveira, J. & Bressan-Smith, R.E. 2005. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae* 104:199-209.
- Pinkard, E.A., Patel, V. & Mohammed, C. 2006. Chlorophyll and nitrogen determination for plantation-grown *Eucalyptus nitens* and *E. globulus* using a non-destructive meter. *Forest Ecology and Management* 223:211-217.
- Porro, D., Dorigatti, C., Stefanini, M. & Ceschini, A. 2001. Use of SPAD meter in diagnosis of nutritional status in apple and grapevine. *Acta Horticulturae* 564:243-252.
- Richardson, A.D., Duigan, S.P. & Berlyn, G.P. 2002. An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. *New Phytologist* 153:185-194.
- Sibley, J.L., Eakes, D.J., Gilliam, C.H., Keever, G.J., Dozier Jr., W.A. & Himelrick, D.G. 1996. Foliar SPAD-502 meter values, nitrogen levels, and extractable chlorophyll for red maple selections. *HortScience* 31(3):468-470.

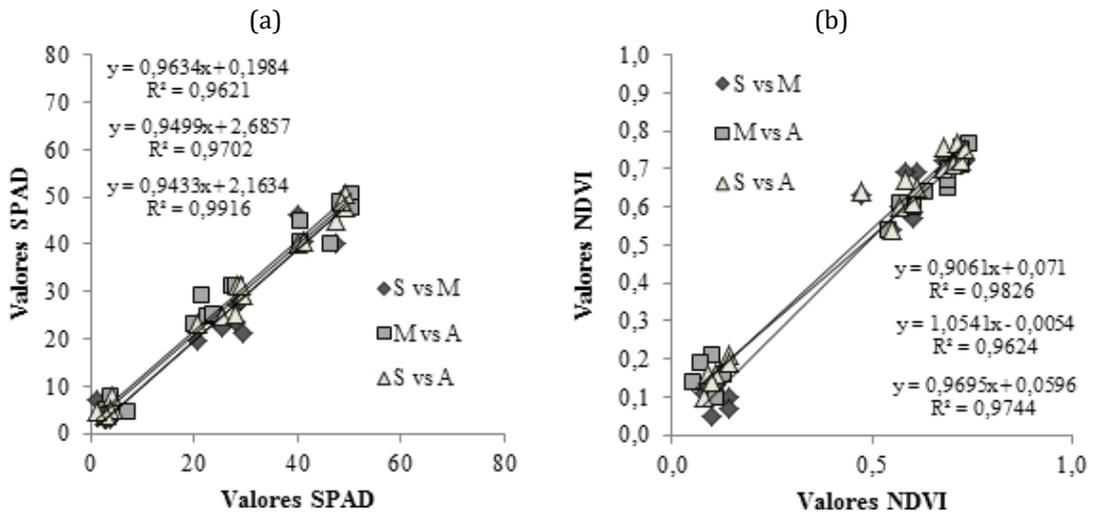


Figura 1 – Valores SPAD (a) e NDVI (b) obtidos por diferentes operadores (S, M, A) em folhas verdes, com clorose ligeira e cloróticas de pessegueiro e ameixeira (correlações significativas para $p < 0,01$).

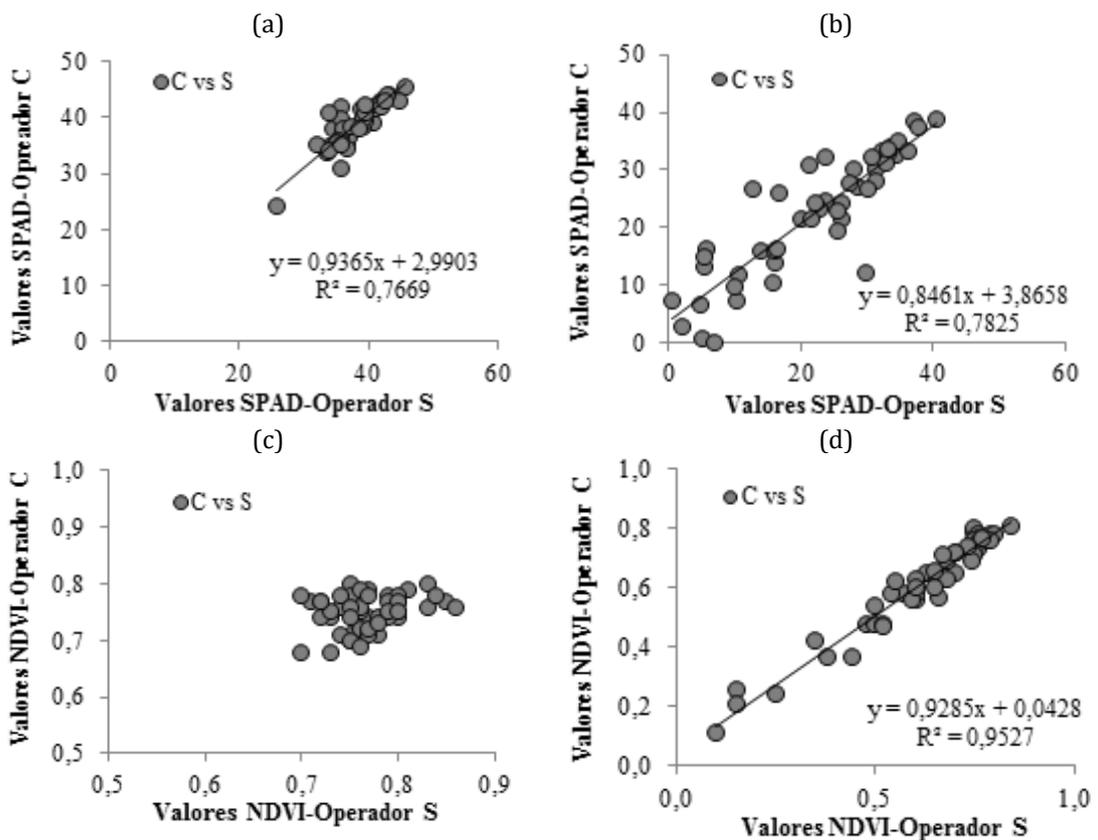


Figura 2 – Relação entre valores SPAD obtidos por diferentes operadores (C, S) em folhas de cerejeira verdes (a) e com diferentes graus de clorose (b) e entre valores NDVI obtidos por diferentes operadores (C, S), em folhas de cerejeira verdes (c) e com diferentes graus de clorose (d) (correlações significativas para $p < 0,01$).

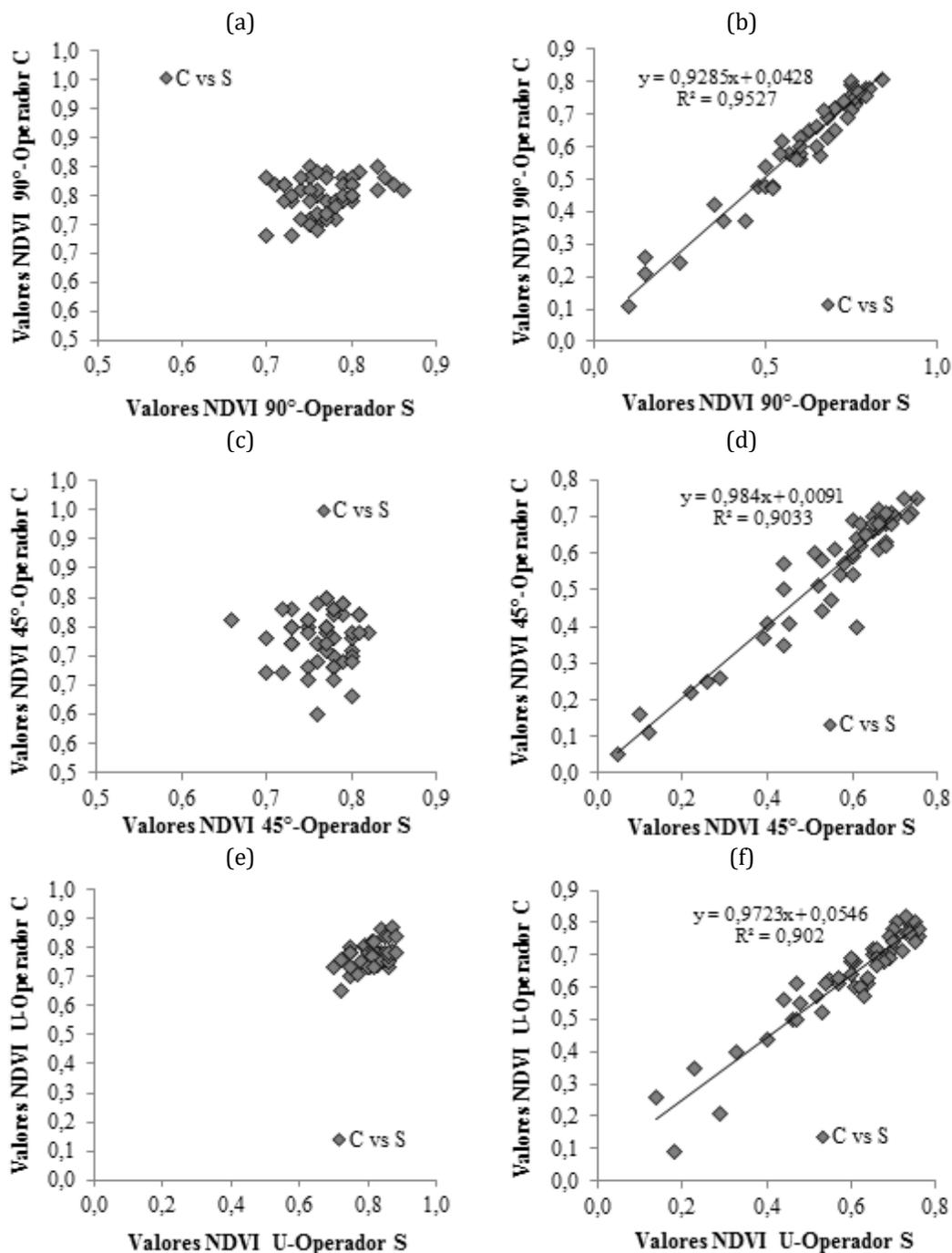


Figura 3 – Relação entre valores NDVI obtidos por diferentes operadores (C, S), em folhas de cerejeira: (a) e (b), leitura a 90°, em folhas verdes e folhas com diferentes graus de clorose, respetivamente; (c) e (d), leitura a 45°, em folhas verdes e folhas com diferentes graus de clorose, respetivamente; (e) e (f), leitura em ângulo côncavo (U), em folhas verdes e folhas com diferentes graus de clorose respetivamente (correlações significativas para $p < 0,01$).

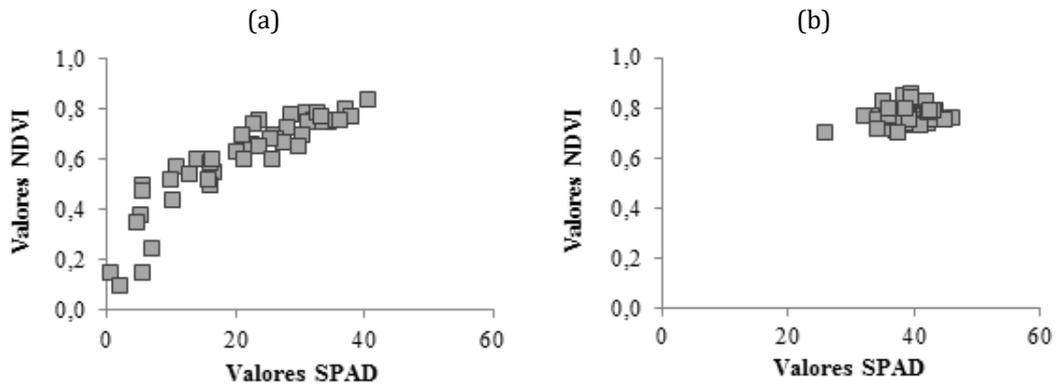


Figura 4 – Valores SPAD e NDVI obtidos em folhas de cerejeira com diferentes graus de clorose (a) e folhas com coloração “normal” (b).

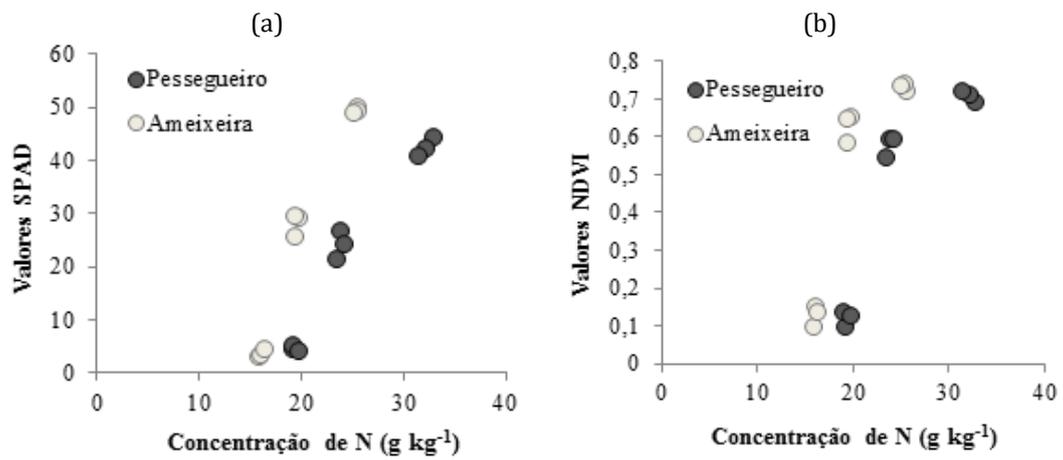


Figura 5 – Relação entre valores SPAD e concentração de N (a) e valores NDVI e concentração de N (b) em folhas verdes, com clorose ligeira e cloróticas de pessegueiro e ameixeira.

Efeito da aplicação de um corretivo orgânico e de um fertilizante orgânico líquido na cultura da hortelã-pimenta (*Mentha x piperita*) no modo de produção biológico

Sandra Carvalho¹, L. Miguel Brito², Virgílio Peixoto¹, Isabel Mourão²

¹ Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, sandracrsc@hotmail.com

² Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, miguelbrito@esa.ipv.pt

Resumo

Os efeitos da correção orgânica e da fertirrigação na cultura de hortelã-pimenta (*Mentha x piperita*), em dois solos diferentes, foram avaliados através de um ensaio experimental de vasos e um ensaio experimental de campo, com o objetivo de contribuir para a melhoria das recomendações de fertilização para esta cultura, no modo de produção biológico (MPB). O ensaio em vasos foi conduzido com 5 blocos casualizados e 12 tratamentos resultantes da estrutura fatorial de 3 fatores: (i) tipo de solo, um (solo P) com baixo teor de matéria orgânica (MO) e outro (solo M) com teor médio em MO; (ii) aplicação de corretivo orgânico nas doses de 0 e 100 g planta⁻¹; e (iii) fertirrigação nas doses de 0, 0,1 e 0,5 ml planta⁻¹ do fertilizante Organihum Nitro Plus (8% N). O ensaio de campo foi conduzido com 4 blocos casualizados e 3 tratamentos, correspondentes à aplicação de fertirrigação nas doses de 0, 0,1 e 0,5 ml planta⁻¹.

No ensaio de vasos, na primavera, aproximadamente 250 dias após a plantação, verificou-se um rápido aumento da altura, do número de folhas e do número de caules da hortelã-pimenta. No entanto, esses aumentos só foram significativos entre os dois tipos de solo (P e M), enquanto os aumentos de produtividade com o compostado e com o fertilizante utilizado na fertirrigação não foram significativos. Estes parâmetros de crescimento refletiram-se no peso das plantas que também só aumentou significativamente com o tipo de solo. No ensaio de campo, a fertirrigação também não aumentou significativamente a produtividade desta cultura.

Apesar da importância das práticas de fertilização para o aumento da produção vegetal, nesta experiência, a fertilidade inicial do solo, ao contrário dos fertilizantes, revelou-se determinante para aumentar a produção da hortelã-pimenta, reforçando os princípios do MPB que colocam grande ênfase na necessidade de aumentar a fertilidade do solo para se obterem culturas com uma elevada produtividade.

Palavras-chave: agricultura biológica, crescimento da hortelã-pimenta, matéria orgânica, fertilidade do solo

Abstract

Effect of an organic amendment and an organic liquid fertilizer on organic peppermint (*Mentha x piperita*)

The effects of organic amendment and fertigation in, two different soils, on the crop growth of peppermint (*Mentha x piperita*) were evaluated through a pot and a field experiment, in order to contribute to the improvement of fertilization recommendations for this crop in organic agriculture (OA). The pot experiment was conducted with 5 randomized blocks and 12 treatments resulting from the factorial structure of 3 factors: (i) soil type, one (soil P) with low content of organic matter (OM) and another (solo M) with medium OM content; (ii) application of organic amendment at the rates of 0 and 100 g plant⁻¹; and (iii) fertigation at the rates of 0, 0.1 and 0.5 ml plant⁻¹. The field trial was conducted in four randomized blocks with 3 treatments, corresponding to the application of fertigation at the rates of 0, 0.1 and 0.5 ml plant⁻¹ of the fertilizer Organihum Nitro Plus (8% N).

In the pot experiment, the plants, in the spring, approximately 250 days after planting, rapidly increased in height, number of leaves and number of stems. However, these increases were only significant between the two types of soil (P and M), while yield increases with the composted and the soluble fertilizer used in drip irrigation were not significant. These growth parameters were reflected on the weight of the plants that also increased significantly only with the soil type. In the field trial, fertigation also did not significantly increase the crop yields.

Despite the importance of fertilization practices for increasing crop yield, in the present experiment, the initial soil fertility, unlike fertilizers, was determinant to increase peppermint yield, reinforcing the principles of OA which place great emphasis on the need to raise the soil fertility to obtain crops with high yields.

Keywords: organic agriculture, organic matter, peppermint growth, soil fertility

Introdução

A hortelã-pimenta (*Mentha x piperita* L.) é um híbrido triplo: *M. spicata* (*M. longifolia* x *M. rotundifolia*) x *M. aquatica*, pertencente à família *Lamiaceae*, obtido por melhoramento genético (Cunha et al., 2014). Outros nomes vulgares são hortelã-apimentada, hortelã-de-água-de-cheiro e hortelã-das-damas (Cunha et al., 2013). A hortelã-pimenta é uma planta herbácea vivaz de aroma picante, glabra ou glabrescente, que se propaga a partir dos estolhos de seção quadrangular, que crescem por baixo e sobre a superfície do solo, em todas as direções (Cunha et al., 2013).

A hortelã-pimenta é utilizada há milhares de anos, pelas suas fortes e diversas características aromáticas e medicinais, que a tornam uma das plantas aromáticas mais versáteis e procuradas do planeta na atualidade (Alves, 2007). A hortelã-pimenta é amplamente utilizada, quer na alimentação, quer na produção de essências e produtos de cosmética, tendo ainda numerosas aplicações medicinais, na aromaterapia e fitoterapia, e como planta ornamental. Em agricultura biológica, a hortelã-pimenta é também utilizada como inseticida, acaricida e fungicida (Cunha et al., 2013).

O padrão de crescimento da hortelã-pimenta caracteriza-se por duas fases: a de crescimento inicial lento no final do inverno e início da primavera, e outra de crescimento linear rápido quando as temperaturas da primavera se tornam mais elevadas. Os solos mais favoráveis à cultura são os solos ligeiros, areno-argilosos e os de aluvião (Cunha et al., 2013), ricos em matéria orgânica (MO), com um valor de pH entre 5,5 e 7,0, e com boas condições de retenção de humidade. Para melhor formação do sistema radicular, com o objetivo de alcançar maiores produtividades, pode-se optar pelo uso de enraizantes, com reguladores de crescimento que estimulam a formação de raízes, existindo grande evidência de que a arquitetura radicular é um aspeto fundamental da produtividade das plantas, especialmente nos ambientes caracterizados por uma baixa disponibilidade de água e nutrientes (Vieira & Santos, 2005).

A cultura de hortelã-pimenta fica instalada entre 2 a 5 anos, por isso, é frequente a utilização de telas de cobertura de solo no cultivo desta cultura, o que impede a incorporação de matérias fertilizantes após a instalação da cobertura, sendo apenas possível a fertirrigação. Deste modo, é recomendável uma boa correção orgânica do solo, de forma a aumentar o teor de nutrientes do solo, designadamente de N, antes de instalar a cobertura do solo. Em termos de N, por exemplo, esta cultura beneficiou com a fertilização azotada até aos 100 kg N ha⁻¹ (Singh et al., 1989) e o rendimento do óleo essencial aumentou até 180 kg ha⁻¹ (Court et al., 1993). Mitchell et al. (1993) referiram que embora esta cultura respondesse até 113 kg N ha⁻¹ apenas 68 kg ha⁻¹ foram absorvidos pela planta e os restantes 45 kg ha⁻¹ foram perdidos por lixiviação devido a irrigação excessiva.

Apesar da existência de experimentação sobre a fertilização desta cultura no modo de produção convencional existe falta de experimentação no modo de produção biológico (MPB). Neste sentido, os objetivos deste trabalho consistiram na avaliação do efeito da correção orgânica e da fertirrigação na cultura de hortelã-pimenta (*Mentha x piperita*) no modo de produção biológico, através de um ensaio experimental de vasos e outro de campo, para contribuir para a melhoria das recomendações de fertilização no MPB para esta cultura.

Materiais e métodos

A cultura de hortelã-pimenta foi instalada no produtor de ervas aromáticas e medicinais Ervas D'Ávo Lda., num solo formado maioritariamente com base em granito com predomínio de biotite localizado na freguesia de Gondar, no concelho de Amarante a 41,249° de latitude, a -8,033° de longitude e aproximadamente a 175 m de altitude.

Utilizaram-se dois solos de parcelas diferentes da exploração, um com um teor médio de MO (solo M) e outro pobre em MO (solo P), numa experiência de vasos e o solo M numa experiência de campo.

Aplicou-se um enraizante designado por Organihum Enraizplus comercializado pela Econatur, que é um produto fertilizante organomineral à base de aminoácidos obtidos por hidrólise enzimática de biomassa animal, extratos naturais (com fitohormonas) de plantas, e com oligoelementos quelatados.

O corretivo orgânico utilizado no ensaio de vasos, com a designação comercial de Fertimax Agro-Mix e comercializado pela Nutrofertil produzido com base em estrume de cavalo e composto vegetal, de acordo com o fornecedor, deveria conter entre 50 a 80% de MO, pH entre 6 e 7, relação C/N de 15 e 15% de ácidos húmicos totais, e os seguintes teores de nutrientes: N total entre 0,8 e 1,5%, P₂O₅ entre 0,6 e 1,2%, K₂O entre 0,75 e 1,20%, e ainda 2% de Ca, 600 mg kg⁻¹ Fe, 65 mg kg⁻¹ de Mn, 30 mg kg⁻¹ de B, 30 mg kg⁻¹ de Zn e 95 mg kg⁻¹ de Cu.

O adubo líquido utilizado na fertirrigação em ambos os ensaios - Organihum Nitro Plus - comercializado pela Econatur é um fertilizante orgânico com aminoácidos (obtidos por hidrólise enzimática de proteína animal sem adição de elementos químicos de síntese) e com extratos de plantas. De acordo com o fornecedor, este fertilizante é composto por 45% de MO, 35,5% de aminoácidos livres, 8% de azoto total, 1,2% de P₂O₅, 2% de K₂O, 0,2% de B, 0,15% de Fe, 0,05% de Zn e pH de 4,5.

O ensaio de vasos foi conduzido com 5 blocos casualizados e 12 tratamentos resultantes da estrutura fatorial de três fatores: (i) tipo de solo, um (solo P) com baixo teor de matéria orgânica (MO) e outro (solo M) com teor médio em MO; (ii) aplicação de corretivo orgânico nas doses de 0 e 100 g planta⁻¹; e (iii) fertirrigação nas doses de 0, 0,1 e 0,5 ml planta⁻¹. Neste ensaio avaliou-se, também, o crescimento da hortelã-pimenta sem aplicação de enraizante ou fertilizantes. O ensaio de campo foi conduzido num camalhão do terreno com o solo M, com 4 blocos casualizados e 3 tratamentos, correspondentes à aplicação de fertirrigação nas doses de 0, 0,1 e 0,5 mL planta⁻¹. O solo foi previamente coberto com tela de cobertura do solo sendo a hortelã-pimenta plantada com 25 cm de distância entre plantas.

A fertirrigação realizou-se 207 dia após plantação (DAP), numa diluição de 0,1 mL de adubo líquido em 100 ml de água, conforme recomendação do fornecedor, para os níveis de fertirrigação 0,1 e 0,5 mL planta⁻¹. Para o nível de fertirrigação 0,5 ml planta⁻¹ foram aplicados mais 0,2 mL planta⁻¹ aos 7 e 15 dias seguintes.

A rega, em ambos os ensaios, foi realizada conforme as necessidades das plantas, mantendo o teor de água no solo próximo da capacidade de campo, de modo a que a água não fosse um fator limitante do crescimento das plantas, e as infestantes foram removidas logo após imergirem, evitando deste modo a competição das infestantes com a hortelã-pimenta por nutrientes.

Avaliaram-se periodicamente (desde a plantação até à colheita) os seguintes parâmetros de crescimento: (i) altura da planta; (ii) número de folhas por planta; e (iii) número de caules por planta. Após a colheita, avaliou-se o peso fresco, o peso seco e o teor de nutrientes das plantas. Os métodos analíticos foram anteriormente descritos (Brito et al., 2014; Brito et al., 2015). Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com 3 fatores para a experiência de vasos e um fator para a experiência de campo, para cada variável independente, recorrendo ao programa SPSS, v20, e distinguiram-se as médias dos diferentes níveis dos fatores principais, e as médias dos tratamentos, com base na menor diferença significativa ($P < 0,05$). Para relacionar variáveis independentes procedeu-se à análise de regressão linear e não-linear, recorrendo, também, ao programa SPSS, v20, de forma a ajustar da melhor forma, os resultados ao modelo de regressão.

Resultados e discussão

O solo M possuía um teor 3,1% de MO enquanto o solo P possuía apenas 1,9% de MO, bem como teores inferiores de N, P e Ca (quadro 1). O solo M apresentava reação neutra (pH 7,0) enquanto o solo P apresentava reação ácida (pH 5,0). Por esta razão, é provável que a disponibilidade de macronutrientes do solo P fosse prejudicada pela reação ácida deste solo. O corretivo orgânico possuía 10,6 g kg⁻¹ de N, 14,9 g kg⁻¹ de P e 21,5 g kg⁻¹ de K.

No ensaio de vasos, verificou-se um aumento do número de folhas da hortelã-pimenta aproximadamente 250 dias após a plantação, para a média do conjunto dos tratamentos. No entanto, essas diferenças só foram evidentes ($p < 0,05$) entre os dois tipos de solo (fig. 1), já que os aumentos com o compostado e com o fertilizante utilizado na fertirrigação não foram significativos (fig. 2a). A tendência para o aumento no número de folhas das plantas, cultivadas no solo com um teor mais elevado de MO em comparação com o solo mais pobre, verificou-se, também durante todo o período anterior à poda da planta.

Apesar de se verificar um aumento da altura e do número de caules da hortelã-pimenta (resultados não apresentados) as diferenças, tal como para o número de folhas, só foram evidentes ($p < 0,05$) entre os dois tipos de solo, e não se verificou qualquer interação (de primeira ou de segunda ordem) entre os 3 fatores para qualquer das variáveis dependentes, número de folhas, altura e número de caules. Verificou-se a existência de uma forte relação linear entre o número de folhas e a altura das plantas. No entanto, a relação entre a altura, ou o número de folhas, e o número de caules já não foi

sempre linear, verificando-se que acima de um determinado número de caules as plantas não cresceram mais em altura, e o número de caules deixou de ter uma relação linear com o número de folhas.

Quando se compararam os tratamentos, que não receberam qualquer fertilizante, com os tratamentos idênticos, mas que também não receberam o enraizante, verificou-se que o número de folhas das plantas não aumentou com o enraizante (fig. 3a), sendo o aumento do número de folhas apenas significativo entre o solo P e o solo M.

O peso fresco (PF) da hortelã-pimenta aumentou com o solo M em comparação com o solo P, para o conjunto dos tratamentos de cada solo, mas esse aumento já não foi significativo com a aplicação do corretivo orgânico ou com a aplicação das doses crescentes de fertirrigação (fig. 2b). Tal como se verificou para o PF, o peso seco (PS) da hortelã-pimenta também aumentou significativamente apenas com o solo M em comparação com o solo P, já que o teor de matéria seca (aproximadamente 25%) da hortelã-pimenta não variou significativamente com o tipo de solo, com a aplicação do corretivo orgânico ou com a aplicação das doses crescentes de fertirrigação. O efeito do enraizante (ao contrário do efeito do tipo de solo) também não se verificou no peso fresco das plantas (fig. 3b).

Para o conjunto de tratamentos da hortelã-pimenta, os teores de nutrientes não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os diferentes níveis de cada fator, e também não foram significativamente diferentes com e sem aplicação de enraizante em qualquer dos solos ou entre solos (resultados não apresentados). A maior disponibilidade de P e K, a melhor reação do solo, e principalmente o teor mais elevado de MO do solo, que contribui para que o teor de N também fosse mais elevado, poderá explicar o fato da hortelã-pimenta ter apresentado um crescimento superior nos tratamentos com o solo M em comparação com os tratamentos com o solo P.

No ensaio de campo, 207 dias após a plantação iniciou a fertirriga (0, 0,1 e 0,5 ml por cada planta). Aproximadamente seis semanas depois verificou-se um crescimento muito acentuado da hortelã-pimenta tendo o número de folhas aumentado rapidamente ainda que na data de colheita a diferença no número de folhas entre tratamentos não se manifestasse de forma significativa (fig. 4a), ao contrário do que era esperado de acordo com outros autores (Mitchell & Farris, 1996; Singh et al., 1989). As doses de fertirrigação aplicadas poderão não ter contribuído para um aumento significativo de produção possivelmente devido ao curto período entre a aplicação da fertirrigação e a colheita da hortelã-pimenta, não permitindo assim, que as plantas tivessem beneficiado plenamente dos nutrientes fornecidos pelo fertilizante.

Verificou-se a existência de uma forte relação linear entre o número de folhas e o número de caules (resultados não apresentados). Ao contrário do que se verificou na hortelã-pimenta produzida nos vasos, no campo verificou-se que é mais seguro estimar o número de folhas com base no número de caules das plantas do que com base na altura.

Apesar de com as doses crescentes de fertirrigação se verificar um aumento crescente do peso fresco (em cerca de 15,6% para a dose de 0,5 mL planta⁻¹ em comparação com o controlo) e do peso seco (em cerca de 18,3%), este aumento da produção não foi significativo (fig. 4b). Verificou-se a existência de uma forte relação linear entre o peso fresco da hortelã-pimenta e o número de folhas, revelando as equações que é mais seguro estimar o peso fresco com base no número de folhas do que com base na altura ou no número de caules.

Para o conjunto de tratamentos da hortelã-pimenta, os teores de nutrientes não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os diferentes níveis de fertirrigação. Por este motivo, a acumulação de nutrientes pelas plantas dependeu quase exclusivamente do seu crescimento (acumulação de matéria seca), e não de variações no teor dos nutrientes na matéria seca.

Conclusões

Comprovou-se que o efeito do solo foi determinante para explicar as diferenças de produção na hortelã-pimenta verificadas neste estudo. Provavelmente, o teor de MO que foi muito superior no solo proveniente do MPB em comparação com o solo do MPC, terá sido determinante para as diferenças de produção verificadas entre os dois solos. Deste modo, conclui-se sobre a necessidade de se instalar esta cultura em solos férteis, reforçando a filosofia do MPB que aposta no enriquecimento da fertilidade do solo.

Para ambos os ensaios experimentais (de vasos e de campo) verificou-se que o adubo líquido não contribuiu significativamente para aumentar a produção de hortelã-pimenta. Provavelmente o seu efeito manifestar-se-ia caso o crescimento das plantas fosse mais prolongado, e a cultura estivesse mais tempo no solo, pelo que se recomenda que aquando da aplicação da fertirrigação, o período entre a aplicação do fertilizante e a colheita seja alargado. A mesma conclusão foi obtida relativamente ao corretivo orgânico no ensaio de vasos.

Concluiu-se que pode não ser viável a nível económico a utilização do fertilizante utilizado na fertirrigação, uma vez que os aumentos de produção conseguidos não suportaram o custo do produto aplicado. No entanto, são necessárias mais experiências para um maior conhecimento sobre a fertirrigação da hortelã-pimenta de forma a aproveitar melhor os fertilizantes para a nutrição desta cultura no MPB.

Recomenda-se que os produtores de PAM procurem disponibilizar nutrientes para a cultura com base na fertilidade do solo e em corretivos orgânicos que possam contribuir para elevar a fertilidade do solo, e que procurem criar os próprios fertilizantes para fertirrigação, através de resíduos da própria exploração, como por exemplo com chorumes de urtiga, indo de encontro aos princípios da AB e numa perspetiva de realizar a fertilização das culturas de forma menos dispendiosa, e menos dependente dos recursos externos à exploração agrícola.

Referências

- Brito, L.M., Monteiro, J., Mourão, I. & Coutinho, J. 2014. Organic lettuce growth and nutrient uptake response to lime, compost and rock phosphate. *Journal of Plant Nutrition* 37:2002-2011.
- Brito, L.M., Mourão, I., Coutinho, J. & Smith, S.R. 2015. Composting of invasive *Acacia longifolia* with pine bark for horticultural use. *Environmental Technology* 36:1632-1642.
- Court, W.A., Roy, R.C., Pocs, R., More, A.F., White, P.H., 1993. Optimum nitrogen fertilizer rate for peppermint (*Mentha piperita* L.) in Ontario, Canada. *Journal of Essential Oil Research*. 5:663-666.
- Cunha, A.P., Ribeiro, J.A. & Roque, O.R. 2014. Plantas Aromáticas em Portugal. Caracterização e Utilizações. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Cunha, A.P., Roque, O.R. & Gaspar, N., 2013. Cultura e Utilização das Plantas Mediciniais e Aromáticas. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Mitchell, A.R. & Farris, N.A. 1996. Peppermint response to nitrogen fertilizer in an arid climate. *Journal of Plant Nutrition* 19:955-967.
- Mitchell, A.R., Farris, N.A. & Crowe, F.J. 1993. Irrigation and Nitrogen Fertility of Peppermint in Central Oregon, I. Yield and Oil Quality. Central Oregon Agricultural Research Center. Annual Report 930:52-65.
- Singh, V.P., Chatterjee, B.N. & Singh, D.V. 1989. Response of mint species to nitrogen fertilization. *Journal of Agricultural Science* 113:267-271.
- Vieira, E.L. & Santos, C.M.G., 2005. Estimulante vegetal no crescimento e desenvolvimento inicial do sistema radicular do algodoeiro em rizotrons. Proc. V Congresso brasileiro de algodão, Salvador, 29 agosto – 1 setembro. v.1, p 82.

Quadro 1 – Características dos solos e do corretivo orgânico.

Característica	Unidade	Solo P	Solo M	Corretivo
MS	%	88 ± 0,1	84 ± 0,6	39 ± 0,6
pH		5,0 ± 0,1	7,0 ± 0,1	7 ± 0,1
CE	dS m ⁻¹	0,1 ± 0,01	0,3 ± 0,03	1,3 ± 0,1
MO	%	1,9 ± 0,2	3,1 ± 0,2	82 ± 1
*P ₂ O ₅	mg kg ⁻¹	86 ± 10	316 ± 59	nd
*K ₂ O	mg kg ⁻¹	85 ± 3	611 ± 249	nd
N	g kg ⁻¹	0,6 ± 0,1	1 ± 0,1	10,6 ± 0,4
P	g kg ⁻¹	0,6 ± 0,2	1,8 ± 0,3	14,9 ± 0,6
K	g kg ⁻¹	14,4 ± 1,9	10,2 ± 2,2	21,5 ± 4,4
Ca	g kg ⁻¹	2,2 ± 0,4	4,2 ± 1	38,9 ± 4,9
Mg	g kg ⁻¹	2,7 ± 0,2	2,5 ± 0,3	3,3 ± 0,1
Fe	g kg ⁻¹	4,06 ± 0,7	2,5 ± 0,15	3,9 ± 1,16

Solo M = solo com teor médio de MO. Solo P = solo com pobre teor em MO. Os teores de MO e de nutrientes foram determinados em relação à matéria seca.

* Extraídos pelo método de Egner-Riehm.

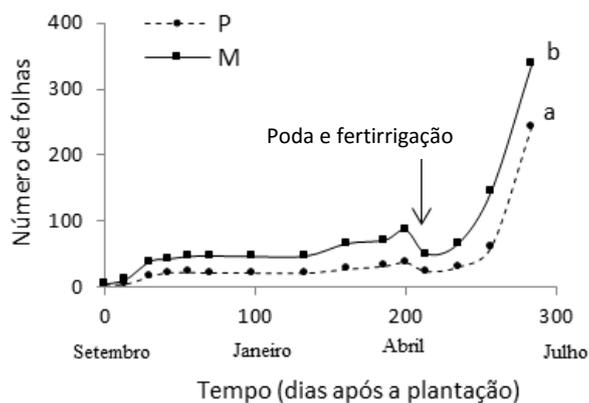
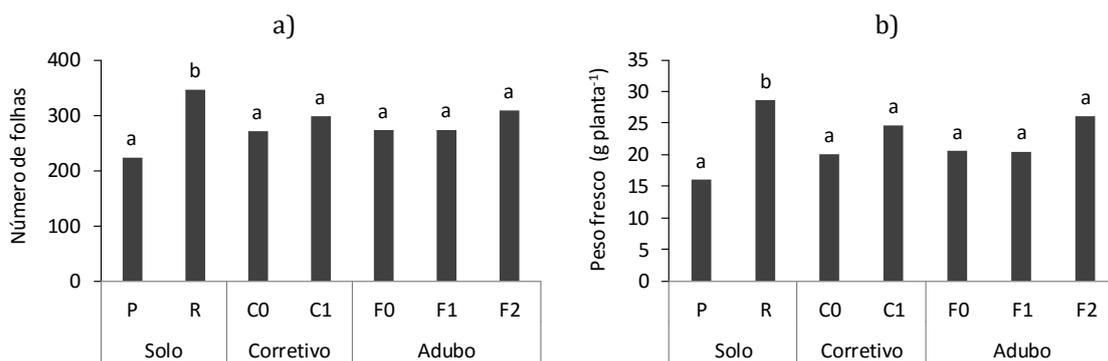


Figura 1 – Número de folhas da hortelã-pimenta para o solo pobre (P) e para o solo com teor médio (M) em matéria orgânica, ao longo do tempo após plantação. A fertirrigação efetuou-se 1 semana após a poda. Letras diferentes na última data corresponde a diferenças significativas ($p < 0,05$) no número de folhas.



P = solo pobre em MO; M = solo com teor médio de MO;
 C0 = ausência do compostado; C1 = com aplicação do compostado;
 F0 = sem fertirrega; F1 = com fertirrega na dose 0,1 mL; F2 = com fertirrega na dose 0,5 mL por planta.

Figura 2 – Número de folhas (a) e peso fresco (b) de hortelã-pimenta. Letras diferentes por cima das barras do mesmo fator representam diferenças significativas ($p < 0,05$).

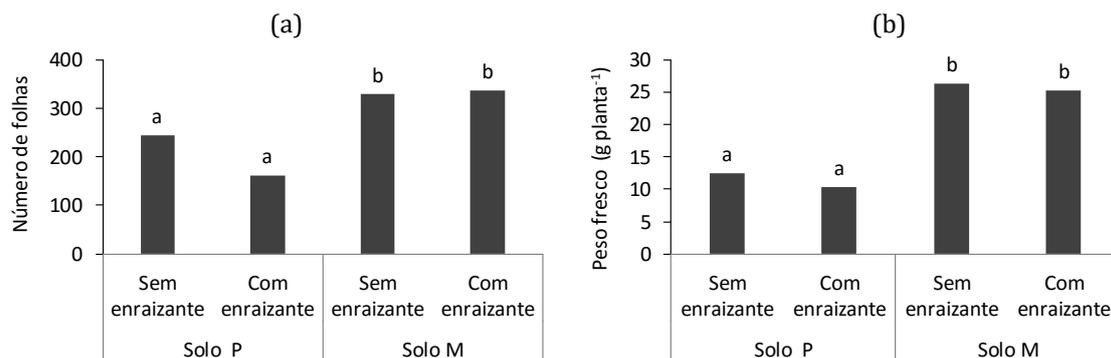


Figura 3 – Número de folhas (a) e peso fresco (b) de hortelã-pimenta no solo com teor baixo (solo P) e teor médio (solo M) de matéria orgânica. Letras diferentes por cima das barras representam diferenças significativas ($p < 0,05$).

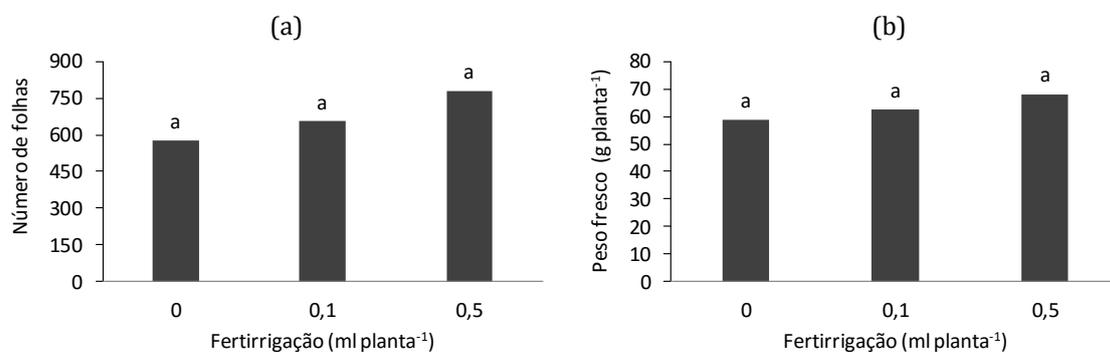


Figura 4 – Número de folhas (a) e peso fresco (b) de hortelã-pimenta no campo com teor médio (solo M) de matéria orgânica com fertirrigação nas doses de 0 ml, 0,1 ml e 0,5 ml por planta. Médias com letras iguais por cima das barras não diferem significativamente.

4. Estratégias de proteção das culturas

Proteção biológica contra a da mosca do terriço – *Bradysia* spp. na propagação vegetativa de plantas aromáticas e medicinais

Ana Lopes¹, Joaquim Morgado², Raúl Rodrigues³, Isabel Mourão³, L. Miguel Brito³, Luísa Moura³

¹ Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, analops@gmail.com

² Ervital - Plantas Aromáticas e Medicinais, Lda., R. Stº António, 31, 3600-401 Mezio Castro Daire, Portugal, jmorgado6@gmail.com

³ Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, raulrodrigues@esa.ipv.pt; isabelmourao@esa.ipv.pt; luisamoura@esa.ipv.pt

Resumo

A mosca do terriço *Bradysia* spp. é uma praga comum em culturas protegidas, causando as larvas, que se alimentam das raízes e caules das plantas, grandes prejuízos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia da utilização de dois microrganismos entomopatogénicos: *Beauveria bassiana* e *Steinernema carpocapsae* como meio de proteção biológica contra esta praga, aplicados no substrato de enraizamento de estacas caulinares de tomilho-limão (*Thymus citriodorus*) e limonete (*Aloysia triphylla*), no modo de produção biológico.

Os ensaios decorreram na empresa Ervital, Mezio Castro Daire, numa estufa tipo túnel, e utilizaram-se tabuleiros de esferovite e tabuleiros de alvéolos. Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco modalidades e quatro repetições: sem tratamento, com aplicação de 1,25 g/L de *B. bassiana* (T0 - aplicação no início do ensaio e Tc - aplicação ao aparecimento da praga), 2,0 g/L de *B. bassiana* (Tc) e aplicação de *S. carpocapsae* (Tc). Avaliou-se a população de *Bradysia* spp., o número de plantas enraizadas, o número e comprimento das raízes formadas e a percentagem de enraizamento.

Os resultados obtidos no presente trabalho evidenciaram o interesse da utilização de bioinsecticidas baseados em *B. bassiana* e *S. carpocapsae* que, associados à escolha adequada do substrato e à época de enraizamento, influenciam positivamente a propagação vegetativa por estacas de caule de tomilho-limão (*Thymus citriodorus*) e limonete (*Aloysia triphylla*).

Palavras-chave: *Thymus citriodorus*, *Aloysia triphylla*, *Beauveria bassiana*, *Steinernema carpocapsae*

Abstract

Biological protection against fungus gnats - *Bradysia* spp. for the vegetative propagation of aromatic and medicinal plants

Fungus gnats (*Bradysia* spp.) are major insect pests of greenhouse-grown horticultural crops mainly due to the direct feeding damage caused by the larvae, and the ability of larvae to transmit certain soil-borne plant pathogens. This study aimed to evaluate the effectiveness of the use of two entomopathogenic microorganisms: *Beauveria bassiana* and *Steinernema carpocapsae* as a means of biological protection against this pest, applied in the rooting substrate cuttings of lemon thyme (*Thymus citriodorus*) and verbena (*Aloysia triphylla*) in organic production.

This work was carried out under greenhouse conditions in Ervital company, using stem cuttings of lemon thyme and verbena placed in polystyrene and alveolar trays, according to a randomized design, consisting of five treatments with four repetitions: no treatment, applying *Beauveria bassiana* 1.25 g/L (application at the beginning of the experiment - T0 and application of the outbreak of plague (Tc), 2g/L (Tc) and *Steinernema carpocapsae* nematode (Tc). The number of rooted plants and root development was assessed based on the number and the length of roots formed in the stem.

The results obtained in this study showed the interest of using bioinsecticides based on *B. bassiana* and *S. carpocapsae* that, associated with the proper choice of substrate and the time of rooting, positively influence the vegetative propagation of lemon thyme (*Thymus citriodorus*) and verbena (*Aloysia triphylla*) in organic production.

Keywords: *Bradysia* spp., *Thymus citriodorus*, *Aloysia triphylla*, *Beauveria bassiana*, *Steinernema carpocapsae*, rooting

Introdução

A empresa Ervital, localizada em Mezio, dedica-se à produção de numerosas espécies de Plantas Aromáticas e Medicinais no modo de produção biológico como o tomilho-limão (*Thymus citriodorus*) e limonete (*Aloysia triphylla*). Para estas espécies, de elevado interesse económico e utilizadas como plantas aromáticas, medicinais, condimentar e também ornamentais (Mourão, 2012a; 2012b), a percentagem de enraizamento é condicionada por ataques da mosca do terriço (*Bradysia* spp.).

Da família Sciaridae, as larvas de espécies do género *Bradysia*, alimentam-se do sistema radicular de plantas produzidas em ambientes favoráveis, causando danos diretos, e indiretos pela transmissão de agentes fitopatogénicos (Cloyd & Zaborski, 2004; Cloyd, 2015). São pragas importantes em culturas de cogumelos e em viveiros de enraizamento de estacas (Lacey & Georgis, 2012), atacando diversas plantas de importância económica, incluído o tomilho-limão e o limonete (Macedo et al., 2007). O ciclo biológico da mosca do terriço, completa-se em 3-4 semanas para temperaturas ótimas de 18°C a 25°C (Harris et al., 1996), passando o inseto por quatro estádios ovo, larva, pupa e adulto (Cloyd, 2008). Os meios de proteção das plantas contra a mosca-do-terriço passam por contrariar os fatores favoráveis ao desenvolvimento do inseto, evitando altos teores de humidade do ar e do substrato, a má drenagem do substrato, a presença de resíduos orgânicos na estufa e o ensombramento no local onde as plantas permanecem durante o período de enraizamento (Cloyd, 2015).

A utilização de meios de proteção biológica contra pragas das culturas está bem documentada, nomeadamente a utilização de fungos e nemátodes entomopatogénicos (Nedstam & Burman, 1990; Macedo et al, 2007; Cloyd, 2008; Moura et al., 2013). Ao contrário de bactérias e vírus, os fungos infetam os insetos através do intestino e das estruturas respiratórias, tendo capacidade de penetração direta no tegumento. Esta capacidade permite que os fungos infetem os hospedeiros independentemente dos seus hábitos alimentares (Ferron, 1978). *B. bassiana* caracteriza-se por apresentar um micélio branco algodinoso ou amarelado cremoso e em meio de cultura, alcança o seu completo desenvolvimento em 21 dias a 27°C. *B. bassiana* atua por contato (Ortiz-Urquiza & Keyhani, 2013), sendo importante que as aplicações de formulações à base deste fungo, sejam uniformes de modo a incidir sobre os insetos a controlar, que param de se alimentar e morrem ao fim de 4 a 10 dias após a infeção. O tratamento pode repetir-se em intervalos de 4-7 dias.

Os nemátodes do género *Steinernema* têm sido reconhecidos como agentes eficazes de prevenção de ataques de insetos e têm revelado grande interesse como bioinseticida. As formas juvenis infetantes do nemátode penetram no inseto através de aberturas naturais, como a cavidade bucal e o ânus (Gaugler & Kaya, 1990). A atuação ótima de *S. carpocapsae* ocorre quando a temperatura do solo varia entre 14°C e 35°C. Para obtenção de bons resultados, a superfície do solo deve estar húmida antes da aplicação. Os nemátodes são sensíveis à luz (radiação UV), pelo que deve evitar-se aplicações em condições de luz solar direta, sendo recomendável realizar o tratamento ao escurecer (Koppert, 2012).

O presente trabalho teve como objetivo otimizar as condições de propagação vegetativa de tomilho-limão (*Thymus citriodorus*) e de limonete (*Aloysia triphylla*), duas espécies frequentemente atacadas pela mosca-do-terriço, *Bradysia* spp. durante o enraizamento de estacas, recorrendo à utilização de biopesticidas com microrganismos entomopatogénicos, nomeadamente o fungo *B. bassiana* e o nemátode *S. carpocapsae*, aplicados no substrato de enraizamento das espécies em estudo.

Material e métodos

O trabalho experimental decorreu na exploração da Ervital, Plantas Aromáticas e Medicinais, Lda., situada na freguesia do Mezio, Castro Daire, distrito de Viseu entre 28 de março e 18 de julho de 2013. O estudo decorreu em viveiro, no interior de uma estufa tipo túnel de paredes curvas (10 m x 50 m) com estrutura metálica em aço-galvanizado, com cobertura de polietileno térmico, ventilação superior por janelas descontínuas, nos topos e meias luas basculantes.

Para os estudos de enraizamento realizaram-se no total sete ensaios: cinco ensaios de *T. citriodorus* (T1 a T5) e dois no caso de *A. triphylla*, (L1 a L2) (quadro 1).

Em cada ensaio utilizaram-se estacas herbáceas de caule, com 5-10 cm de comprimento e 3 a 10 folhas. Estudou-se o efeito da aplicação de *B. bassiana* (BB) e *S. carpocapsae* (SC) no enraizamento das culturas em diferentes substratos e tabuleiros de enraizamento.

Para o enraizamento utilizou-se o substrato ProfLine 55/45 da PlanetaBIO já usado na Ervital. É um substrato com elevada percentagem de matéria orgânica estável, rico em ácidos húmicos e fúlvicos e isento de infestantes ou agentes patogénicos, adequado à produção de plantas que necessitam de maior disponibilidade de água. Utilizou-se ainda como componentes do substrato de

enraizamento o saibro, a areia e a perlite, como indicado no quadro 1. O saibro utilizado era proveniente do monte do Mezio, e é frequentemente utilizado nas misturas de substratos para enraizamento e envasamento de plantas na Ervital. Os dados meteorológicos (temperatura e humidade) foram monitorizados através de um Termohigrógrafo – Thermo-Hygrograph 79t, Dr. A. Muller, de rotação semanal.

Os ensaios foram realizados com um delineamento experimental de blocos causalizados com 4 repetições e 5 tratamentos, com cada repetição constituída por 25 plantas.

Em todos os ensaios com *B. bassiana*, usou-se o produto comercial BASSI®WP, com 22% do fungo entomopatogénico ($4,4 \times 10^{10}$ conídios.g⁻¹), formulado em pó molhável com um tratamento de proteção de esporos contra a ação da luz (UV), as altas temperaturas, e a reduzida humidade relativa. Efetuaram-se aplicações de 1,25 g/L de *B. bassiana* no início do ensaio (T0) ou após o aparecimento de adultos de *Bradysia* spp. (Tc) e, 2g/L de *B. bassiana* ao aparecimento da praga (Tc) (quadro 2). Nos ensaios com *S. carpocapsae*, utilizou-se o produto comercial CAPSANEM, Koppert Biological Systems, composto por 80 % de nemátodes (larvas do 3º estágio) e 20% de um suporte inerte, formulado em pó molhável, aplicado ao aparecimento da praga (Tc) (quadro 2). Como testemunha, o mesmo número de estacas não levou qualquer tratamento contra a mosca do terriço.

A monitorização da praga na estufa realizou-se através da contagem do número de insetos capturados em armadilhas cromotrópicas amarelas com cola, durante o período em que decorreram os ensaios. As placas foram colocadas à altura das estacas, e utilizou-se uma placa por cada tratamento.

No final de cada ensaio procedeu-se ao envasamento das plantas enraizadas, tendo-se observado 20 estacas por cada tratamento, perfazendo 100 plantas por ensaio, tendo-se registado o número e o comprimento das raízes formadas. A análise estatística dos resultados foi realizada com o software aplicativo *Statistical Package for Social Sciences*- SPSS, para comparação das médias dos tratamentos de cada ensaio utilizando o teste de Tukey HSD ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

Monitorização da mosca-do-terriço

Nos ensaios realizados entre março e maio (T1, T2 e T3) o número médio de capturas de *Bradysia* spp. foi de 47 adultos. Este baixo número de capturas resulta dos valores médios da temperatura registados na estufa (3°C e 19°C), que juntamente com os valores da humidade demonstraram a inexistência de condições ideais para desenvolvimento de *Bradysia* spp.

Nos ensaios realizados entre maio e julho (T4, T5, L1 e L2) as condições climáticas no interior da estufa foram mais favoráveis ao desenvolvimento da praga, e o número médio de insetos de *Bradysia* spp. capturados foi superior. Nos ensaios L1 e L2 de limonete, capturaram-se respetivamente, 414 e 398 insetos. Nos ensaios T4 e T5 de tomilho-limão, realizados num período muito idêntico ao de limonete, e portanto com condições de temperatura e humidade idênticas, a população da praga foi inferior aos registados para o ensaio de limonete, tendo-se capturado 273 e 174 adultos em T4, e T5, respetivamente, o que parece indicar uma preferência da praga pela espécie enraizada.

Nas armadilhas cromotrópicas colocadas acima das plantas de limonete dos tratamentos com *B. bassiana*, (L1/BB-1,25 g/L, e L2/BB-2g/L) o número de capturas de *Bradysia* spp. foi inferior às capturas nos tratamentos com *S. carpocapsae*, indicando maior eficácia de *B. bassiana* no controlo da praga. Idênticos resultados foram obtidos nos ensaios T4 e T5 (dados não apresentados).

Enraizamento de estacas de tomilho-limão

Na figura 1(a) e (b) apresentam-se os resultados da percentagem de enraizamento, e no quadro 3 o número médio e comprimento médio das raízes de tomilho-limão (*T. citriodorus*). Nos primeiros meses do ano (março a maio: T1, T2, T3) foi possível enraizar com sucesso estacas de tomilho-limão com percentagens superiores a 95%. No ensaio em que se utilizou a mistura de substrato constituído por ProfLine 55/45 e saibro (T1), as maiores percentagens de enraizamento foram aparentemente obtidas nos tratamentos BB-1,25-Tc e BB-2,0-Tc, respetivamente de 94% e 95%. O maior número e maior comprimento das raízes formadas ($p < 0,05$) foi obtido no tratamento BB-1,25-Tc (quadro 3). Quando o saibro foi substituído por areia na composição do substrato (T2) as percentagens de enraizamentos variaram entre 91% e 96%, não se tendo registado diferenças significativas no número e no comprimento das raízes entre os tratamentos. No ensaio realizado em tabuleiros de alvéolos (T3) com uma mistura de substrato idêntico ao utilizado em T1, a percentagem de enraizamento mais elevada, de 97 %, foi obtida quando se aplicou CAPSANEM (*S. carpocapsae*) no substrato, no momento do aparecimento de adultos de *Bradysia* spp.

Nos ensaios realizados entre junho-julho (T4 e T5), com condições de temperatura mais favoráveis ao desenvolvimento de *Bradysia* spp. obtiveram-se as percentagens de enraizamento mais baixas de todos os ensaios realizados com tomilho-limão (56%). Os resultados parecem indicar que

para populações mais elevadas de *Bradysia* spp. (273 adultos capturados) a adição de *S. carpocapsae* (SC-TC) e de *B. bassiana* (BB-1,25T0) no substrato constituído por ProfLine 55/45, perlite e areia (T4) não permite controlar eficazmente a praga, não sendo esta mistura adequada ao enraizamento de tomilho. Nestas condições o maior número de raízes ($12,6 \pm 0,78$) obteve-se no tratamento BB-1,25 g/L-T0. Nesta esta época do ano, junho-julho (quadro1), o enraizamento de tomilho em areia (T5) beneficia da aplicação de *B. bassiana* antes do início das capturas de *Bradysia* spp. (BB-1,25 g/L-T0), que conduz ao maior número de raízes formadas ($p < 0,05$).

Enraizamento de estacas de limonete

Na figura 1c apresentam-se os resultados da percentagem de enraizamento de limonete (*A. triphylla*), e no quadro 4 o número e comprimento médio das raízes. A utilização de uma mistura de ProfLine 55/45 saibro e areia (L1), conduziu a 100% de enraizamento das estacas de limonete no tratamento com BASSI®WP (*B. bassiana*) aplicado no início do ensaio (BB-1,25-T0). Nos restantes tratamentos registaram-se valores inferiores a 100%. Apesar dos resultados da substituição de saibro por perlite (L2) não terem sido conclusivos, pois as plantas testemunha não submetidas a qualquer tratamento, foram as que melhor enraizaram. Todos os tratamentos com *B. bassiana* e *S. carpocapsae* conduziram a percentagens de enraizamento elevadas, ente 87% e 96%, apesar de não se terem registado diferenças significativas no comprimento das raízes entre os tratamentos.

Conclusões

A ausência de condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de *Bradysia* spp. entre março e maio, permite nas condições da empresa Ervital enraizar estacas de tomilho-limão (*T. citriodorus*) com percentagens superiores a 95% de enraizamento, nesta época do ano. A propagação vegetativa de tomilho num período do ano com temperaturas mais elevadas (junho-julho), coincidente com condições favoráveis ao desenvolvimento de *Bradysia* spp., deverá ser feita em substratos sem perlite e com aplicações de *B. bassiana* e *S. carpocapsae*.

Apesar da maior pressão da praga, o limonete (*A. triphylla*) pode ser propagado com muito sucesso (100% de enraizamento) no fim da primavera e início do verão, utilizando misturas de substratos constituídos por ProfLine 55/4, saibro e areia, tratado com *B. bassiana* no início do processo de enraizamento das estacas.

Os resultados obtidos no presente trabalho evidenciaram o interesse da utilização de bioinsecticidas baseados em *B. bassiana* e *S. carpocapsae*, que associado à escolha adequada do substrato e à época de enraizamento, permite a propagação vegetativa por estacas de caule de tomilho-limão (*Thymus citriodorus*) e limonete (*Aloysia triphylla*) com sucesso.

Referências

- Cloyd, R.A. 2008. Management of fungus gnats (*Bradysia* spp.) in greenhouse and Nurseries. Floriculture and Ornamental Biotechnology, 2 (2):84-89.
- Cloyd, R.A. 2015. Ecology of fungus gnats (*Bradysia* spp.) in greenhouse production systems associated with disease-interactions and alternative management strategies. Insects, 6:325-332.
- Cloyd, R.A. & Zaborski, E.R. 2004. Fungus gnats, *Bradysia* spp. (Diptera: Sciaridae), and other arthropods in commercial bagged soilless growing media and rooted plant plugs. Journal of Economic Entomology 97(2):503-510.
- Ferron, P. 1978. Biological control of insect pests by entomogenous fungi. Annu. Rev. Entomol. 23:409-442.
- Harris, M.A., Gardner, W.A. & Oetting, R.D. 1996. A review of the scientific literature on fungus gnats (Diptera: Sciaridae) in the genus *Bradysia*. Journal of Entomological Science 31:252-276.
- Koppert Biological Systems. 2016. CAPSANEM - *Steinernema carpocapsae*, technical file. <https://www.koppert.com/products/products-pests-diseases/capsanem/>
- Lacey, L.A. & Georgis, R. 2012. Entomopathogenic Nematodes for Control of Insect Pests Above and Below Ground with Comments on Commercial Production. J Nematol. 2012 Jun; 44(2):218-225.
- Macedo, I., Mourão, I., Alves, L. & Rodrigues, R. 2007. Controlo biológico da mosca do terriço (*Bradysia* spp.) na propagação vegetativa de limonete (*Aloysia triphylla*). Actas II Colóquio Nacional de Plantas Aromáticas e Medicinais, 160-168.
- Moura, L., Moreira, A., Rodrigues, R. & Mourão, I. 2013. Eficácia de biopesticidas na proteção contra a tipula dos relvados (*Tipula paludosa* Meigan). Libro de Actas do VII Congreso Ibérico de Agroingeniería e Ciências Hortícolas, Madrid 26-29 de Agosto de 2013 (CO568):1896-1901.
- Mourão, I. 2012a. Plantas Aromáticas e Medicinais com Interesse para Secagem, Produzidas no Modo de Produção Biológico, Parte 1: Limonete, Erva príncipe, Hiperião do Gerês e Equinácea. Revista AGROTEC, Publindústria Lda., 3:58-62.

- Mourão, I. 2012b. Plantas Aromáticas e Medicinais com Interesse para Secagem, Produzidas no Modo de Produção Biológico, Parte II: Erva-cidreira, Hortelã-pimenta, Manjerição-grande, Tomilho-limão e Tomilho-bela luz. Revista AGROTEC, Publindústria Lda., 4:50-54.
- Mycotech Corporation. 2012. Bassi WP *Beauveria bassiana* 22% catalog. Comercial Química Massó, S.A.
- Nedstam, B. & Burman. M. 1990. The use of nematodes against sciarids in Swedish greenhouses. International Organization for Biological Control and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, West Palearctic Regional Section (SROP/WPRS) Bull. 13:147-148.
- Ortiz-Urquiza, A. & Keyhani, N.O. 2013. Action on the Surface: Entomopathogenic Fungi versus the Insect Cuticle. Insects 4:357-374.

Quadro 1 – Caracterização dos diferentes ensaios de enraizamento de tomilho-limão (T) (*T. citriodorus*) e de limonete (L) (*A. triphylla*).

Ensaio	Mistura de Substratos	N.º estacas, tipo de tabuleiros e data do ensaio
T1	ProflLine 55/45 e saibro	200 estacas/tabuleiros de esferovite (28-03 a 2-05).
T2	ProflLine 55/45 e areia	200 estacas/tabuleiros de esferovite (28-03 a 2-05).
T3	ProflLine 55/45 e saibro	200 estacas/tabuleiros de alvéolos (28-03 a 2-05).
T4	ProflLine 55/45, perlite e areia	100 estacas/tabuleiros de esferovite (3-06 a 3-07).
T5	ProflLine 55/45 e areia	100 estacas/tabuleiros de esferovite (11-06 a 11-07).
L1	ProflLine 55/45, saibro e areia	100 estacas/tabuleiros de esferovite (20-05 a 3-07).
L2	ProflLine 55/45, perlite e areia	100 estacas/tabuleiros de esferovite (20-05 a 3-07).

Quadro 2 – Utilização de *B. bassiana* (BB) e *S. carpocapsae* (M5-SC) contra *Bradysia* spp. nos ensaios de enraizamento.

T	Tratamento/dose	Forma de aplicação
	Testemunha	Sem tratamento
BB-1,25-T0	<i>B. bassiana</i> (1,25 g L ⁻¹)	T0: início do ensaio; T15: após 15 dias; T30: após 30 dias; T45: após 45 dias. Repetir de 15 em 15 dias.
BB-1,25-TC	<i>B. bassiana</i> (1,25 g L ⁻¹)	TC: início das capturas de adultos de <i>Bradysia</i> spp. Repetir de 15 em 15 dias.
BB-2,0-TC	<i>B. bassiana</i> (2,00 g L ⁻¹)	TC: início das capturas de adultos de <i>Bradysia</i> spp. Repetir de 15 em 15 dias.
SC-TC	<i>S. carpocapsae</i> (500000 larvas m ⁻²)	TC: início das capturas de adultos de <i>Bradysia</i> spp. Repetir de 15 em 15 dias.

Quadro 3 – Número médio raízes ($N_{raízes}$) e comprimento médio das raízes ($C_{raízes}$) de tomilho-limão (*T. citriodorus*) obtidas nos ensaios T1, T2, T3, T4 e T5, para todos os tratamentos, e número de capturas de *Bradysia* spp.. Para cada ensaio, valores do número de raízes ou comprimento das raízes seguidas da mesma letra, não são estatisticamente significativos de acordo com teste de Tukey ($p < 0,05$).

Ensaio	T1	T2	T3	T4	T5	
	(saibro)	(areia)	(saibro)	(perlite+areia)	(areia)	
$N_{raízes}$	[BB-1,25-T0]	12,20 ± 2,19 b	12,00 ± 1,44 a	19,25 ± 1,34 a	9,85 ± 0,68 ab	13,55 ± 0,99 a
	[BB-1,25-TC]	20,55 ± 2,35 a	15,05 ± 1,23 a	19,10 ± 1,43 a	12,60 ± 0,78 a	4,90 ± 0,58 b
	[BB-2,00-TC]	19,50 ± 1,53 a	14,05 ± 1,20 a	18,05 ± 1,33 a	11,85 ± 0,89 ab	6,00 ± 0,72 b
	[SC-TC]	18,90 ± 1,25 a	14,10 ± 1,00 a	17,10 ± 1,17 a	7,90 ± 0,98 bc	8,30 ± 0,99 b
	[T]	23,90 ± 2,28 a	14,20 ± 1,36 a	18,20 ± 1,35 a	7,70 ± 1,30 c	4,65 ± 0,51 b
$C_{raízes}$ (mm)	[BB-1,25-T0]	2,10 ± 0,31 b	1,82 ± 0,20 b	2,00 ± 0,22 a	2,63 ± 0,15 a	3,18 ± 0,12 a
	[BB-1,25-TC]	3,92 ± 0,47 a	3,01 ± 0,28 a	2,64 ± 0,27 a	2,88 ± 0,11 a	1,50 ± 0,13 b
	[BB-2,00-TC]	3,38 ± 0,25 a	2,37 ± 0,28 b	2,59 ± 0,27 a	3,08 ± 0,19 a	1,73 ± 0,15 b
	[SC-TC]	3,50 ± 0,23 a	2,34 ± 0,15 b	2,55 ± 0,18 a	2,55 ± 0,21 a	2,73 ± 0,23 a
	[T]	4,04 ± 0,36 a	3,03 ± 0,22 a	1,93 ± 0,19 a	2,38 ± 0,23 a	1,68 ± 0,18 b
<i>Bradysia</i> spp.	47	47	47	273	174	

Quadro 4 – Número médio raízes ($N_{raízes}$) e comprimento médio das raízes ($C_{raízes}$) de limonete (*A. triphylla*), obtidos nos ensaios L1 e L2, para todos os tratamentos, e número de capturas de *Bradysia* spp.. Para cada ensaio, valores do número de raízes ou comprimento das raízes seguidas da mesma letra, não são estatisticamente significativos de acordo com teste de Tukey ($p < 0,05$).

Ensaio	$N_{raízes}$		$C_{raízes}$	
	L1 (saibro+areia)	L2 (perlite+areia)	L1 (saibro+areia)	L2 (perlite+areia)
[BB-1,25-T0]	5,95 ± 0,68 bc	8,20 ± 0,98 a	1,90 ± 0,21 b	2,55 ± 0,20 a
[BB-1,25-TC]	6,65 ± 0,87 c	5,60 ± 1,58 ab	2,43 ± 0,29 ab	3,03 ± 0,21 a
[BB-2,00-TC]	11,60 ± 1,58 ab	4,80 ± 0,67 b	3,65 ± 0,45 a	2,75 ± 0,30 a
[SC-TC]	14,10 ± 2,69 a	4,95 ± 0,56 b	3,65 ± 0,49 a	2,70 ± 0,18 a
[T]	6,25 ± 0,61 bc	4,90 ± 0,71 b	2,65 ± 0,30ab	2,55 ± 0,27 a
<i>Bradysia</i> spp.	414	398	414	398

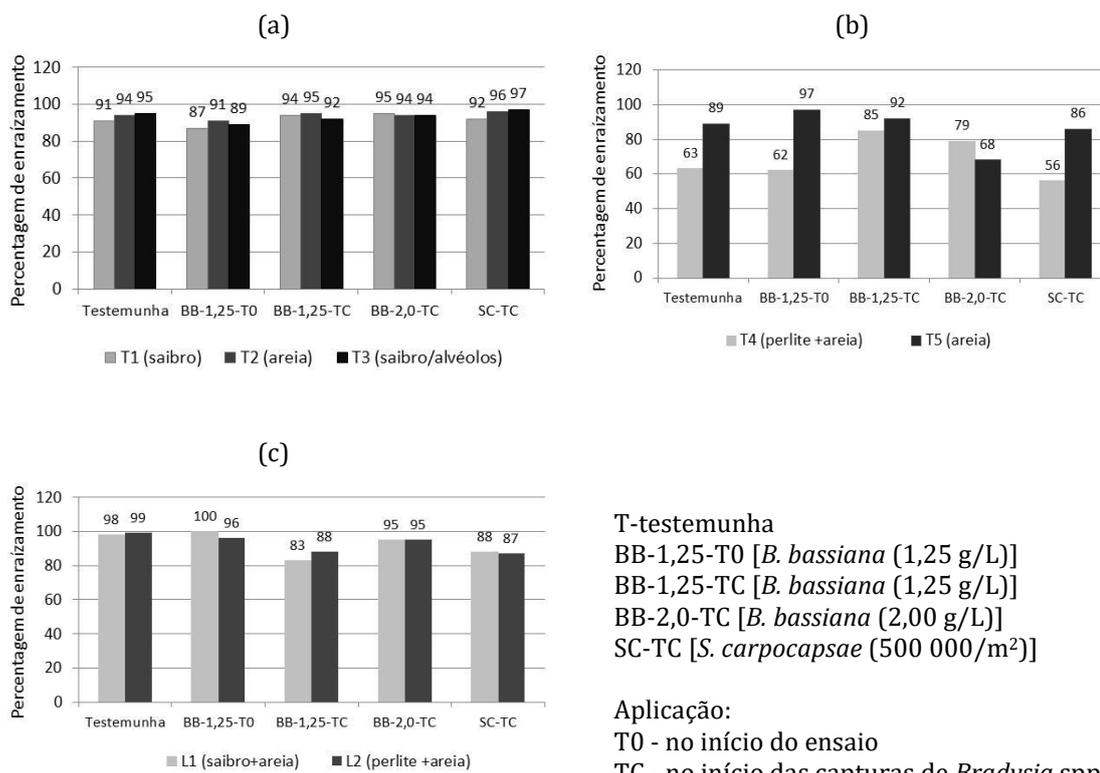


Figura 1 – Percentagem de enraizamento de tomilho-limão (*T. citriodorus*) em todos os tratamentos: (a) ensaios T1, T2, T3 (março-maio); (b) T4 e T5 (junho-julho). Percentagem de enraizamento de limonete (*A. triphylla*) em todos os tratamentos: (c) ensaios L1 e L2 (maio- julho).

Estudo da capacidade entomopatogénica de fungos fitopatogénicos

Ana Marques¹, Lídia Dionísio^{1,2}, Francisco Pallero-Bueno¹, Luís Neto^{1,2}

¹ Universidade do Algarve, FCT, Campus de Gambelas, 8005-114 Faro, Portugal

² MeditBio, Centre for Mediterranean Bioresources and Food, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas – Edifício 8, 8005-139 Faro, Portugal, ldionis@ualg.pt

Resumo

Os organismos estabelecem entre si múltiplas interações ecológicas que contribuem para a diversidade dos seus papéis nos ecossistemas. Assim, hoje em dia sabe-se que alguns fungos, para além das ações negativas que desempenham como agentes patogénicos de plantas, podem igualmente ter outras funções como ser endófitos em plantas, antagonistas de outros organismos fitopatogénicos ou realizar uma simbiose benéfica com a rizosfera. A capacidade de alguns fungos fitopatogénicos parasitarem artrópodes é um aspeto pouco estudado, mas que poderá ser uma via a explorar no combate a pragas, nomeadamente em situações em que a planta mostra algum grau de resistência a esse fungo. Neste trabalho testou-se a capacidade entomopatogénica dos fungos fitopatogénicos *Aspergillus* spp., *Alternaria* spp. e *Fusarium* spp. Os ensaios foram realizados a 25°C e 30°C, utilizando-se como inseto modelo *Galleria mellonella*. Os fungos testados cresceram em meio PDA à temperatura de 25°C. A inoculação dos fungos em *G. mellonella* foi feita através das técnicas de imersão e injeção. Os resultados obtidos mostraram que, em ambas as temperaturas e métodos de infeção, os fungos *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp. têm capacidade entomopatogénica, enquanto que *Alternaria* spp. não mostrou essa capacidade em nenhuma temperatura ou método de infeção. Estes resultados sugerem que a presença de alguns fungos fitopatogénicos nos agrossistemas poderá ter aspetos positivos e que a sua multifuncionalidade deveria ser mais bem esclarecida e tida em conta no estabelecimento de programas de controlo biológico de pragas agrícolas.

Palavras-chave: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, multifuncionalidade, controlo biológico

Abstract

Study of the entomopathogenic ability of phytopathogenic fungi

Organisms establish multiple ecological interactions that contribute to the diversity of their roles in ecosystems. Thus, it is currently known that certain fungi, in addition to the negative actions they perform as plant pathogens, may also have other functions such as being endophytes in plants, antagonists of other phytopathogenic organisms or perform beneficial symbioses with the rhizosphere. The capability of some arthropods to parasitize phytopathogenic fungi is an aspect that is not yet well studied, but may be a way to explore in combating pests, in situations where the plant shows some degree of resistance to the fungus. In this study, the entomopathogenic capability of the phytopathogenic fungi *Aspergillus* spp., *Alternaria* spp. and *Fusarium* spp. was tested. Assays were performed at 25°C and 30°C, using *Galleria mellonella* as an insect model. The tested fungi were grown on PDA and incubated at 25°C. Inoculation of the fungus in *G. mellonella* was done by immersion and injection techniques. The obtained results showed that, for both temperatures and infection methods, *Aspergillus* spp. and *Fusarium* spp. have entomopathogenic capacity, while *Alternaria* spp. did not show this ability at any temperature or infection method. These results suggest that the presence of some phytopathogenic fungi in agrosystems may have positive aspects and their multifunctionality should be further clarified and taken into account in establishing the biological control of agricultural pest programs.

Keywords: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, multifunctionality, biological control

Introdução

As pragas de insetos são uma das principais causas de redução do rendimento das culturas agrícolas e de outros produtos alimentares, com consequências económicas importantes. A luta química é o método mais utilizado no controlo das pragas, no entanto os efeitos nocivos sobre o meio ambiente, os potenciais riscos para a saúde humana e o aparecimento de espécies resistentes a estes químicos, levaram ao desenvolvimento de estratégias alternativas com base biológica, para combater

pragas indesejáveis (Ali et al., 2015). Os agentes entomopatogénicos mais utilizados como bioinsecticidas são: vírus, bactérias, fungos e nematodes.

Os fungos entomopatogénicos colonizam uma grande variedade de ecossistemas, porém as condições ambientais têm um enorme impacto sobre o seu crescimento, sendo a humidade a variável mais importante. São vários os mecanismos e modos de ação que os fungos filamentosos, com capacidade patogénica, utilizam para infetar o hospedeiro. A infeção do agente patogénico no inseto pode ocorrer por contato direto entre cadáveres infetados com células fúngicas e hospedeiros suscetíveis, ou indiretamente através de esporos existentes na vegetação e no solo (Boomsma et al., 2013). Para dar início à infeção, é necessário que os conídios adiram à cutícula do inseto e germinem assim que estiverem reunidas as condições adequadas, tais como temperatura e humidade favoráveis e uma fonte exógena de carbono. Certos fungos como *Beauveria bassiana* possuem conídios com revestimento hidrofóbico, o que aumenta a adesão à superfície do inseto.

As hifas resultantes da germinação dos conídios formam apressórios que, através da pressão mecânica e libertação de enzimas que degradam a cutícula facilitam a entrada no hospedeiro (Fang et al., 2012). No inseto, as hifas desenvolvem-se absorvendo nutrientes e libertando toxinas. Estas substâncias segregadas pelos fungos podem provocar a morte do inseto (Valero-Jiménez et al., 2015). Por exemplo, quando atinge a hemolinfa do inseto, *B. bassiana* liberta substâncias, tais como bassicridina, bassianolido e beauvericina (Ortiz-Urquiza et al., 2010). Este fungo cosmopolita tem sido amplamente utilizado no controlo biológico, devido à sua vasta gama de hospedeiros, incluindo lépidópteros e ortópteros (Fuguet et al., 2004) e ao facto dos seus esporos serem relativamente fáceis de se obter em larga escala com custos reduzidos. É comercializado em forma de bioinsecticida em diversos países do mundo (Fan et al., 2011). No entanto, para os fungos serem utilizados em controlo biológico deve-se ter em conta alguns fatores importantes: o nível de virulência, a eficiência de produção e o grau de segurança que proporcionam aos mamíferos e a outras espécies que não se pretende atingir (Hussain et al., 2014).

Alguns géneros de fungos contêm espécies que são entomopatogénicas e outras que são fitopatogénicas, como por exemplo os géneros *Aspergillus* e *Alternaria*. Esta aptidão para hospedeiros de diferentes filos está na maior parte das vezes relacionada com espécies diferentes dentro do mesmo género, mas já foi observada ao nível de uma espécie ou mesmo para um isolado em particular (St Leger et al., 2000). É, desta forma importante, conhecer as diferentes funções dos fungos no ecossistema de maneira a identificar aqueles que poderão influenciar positivamente ou negativamente o controlo biológico das pragas (Vega et al., 2009).

Aspergillus spp., para além de ser um agente causador de doenças humanas, também é considerado um fungo patogénico para plantas e insetos (Tripathi et al., 2011). Este fungo é conhecido por segregar aflatoxinas, que são micotoxinas produzidas como metabolitos secundários (Hamid et al., 1987). Por outro lado este fungo causa decréscimos consideráveis na percentagem de germinação de sementes que infeta, nomeadamente de algumas gramíneas (Agrios, 1977).

Diversas espécies de *Alternaria* produzem doenças em plantas afetando principalmente a folha, caule, flores e frutos de hortícolas, ornamentais, citrinos e maçãs entre outros. Segundo Wang e colaboradores (2015) são consideradas os maiores agentes patogénicos de plantas, sendo responsáveis pela deterioração de muitas culturas agrícolas.

Fungos do género *Fusarium* causam doenças em várias culturas hortícolas, plantas florestais e ornamentais. Este fungo produz perdas económicas importantes em culturas de tomate, banana, algodão, tabaco e café (Agrios, 1977). Algumas das espécies, como *F. oxysporum* são patogénicas de humanos, insetos e plantas (Bitas et al., 2015).

Considerando a importância fitopatogénica dos fungos *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. e *Alternaria* spp., o objetivo deste trabalho foi avaliar a sua capacidade entomopatogénica, utilizando como inseto modelo *Galleria mellonella*. O lepidóptero *G. mellonella* apresenta características vantajosas para o estudo de infeções fúngicas em relação a outros hospedeiros invertebrados, tais como facilidade de criação em laboratório e metodologias de inoculação bem estabelecidas que, pela sua simplicidade, não requerem um treino técnico prolongado (Mylonakis, 2008).

Materiais e métodos

Para testar a capacidade entomopatogénica dos fungos filamentosos *Aspergillus* spp., *Alternaria* spp. e *Fusarium* spp., foram utilizadas larvas de *G. mellonella* na última fase do estágio larval, com peso superior a 0,275 g, criadas no escuro sob condições de temperatura controladas (30±1°C). Os fungos testados foram isolados do solo utilizando *G. mellonella* como inseto armadilha, seguindo a metodologia descrita por Zimmermann (1986).

As larvas foram inoculadas por duas técnicas distintas (injeção e imersão), com suspensões com uma concentração de 10^7 esporos/ml em PBS e 0,05% de Tween 20. Procedeu-se também à inoculação de larvas unicamente com PBS e 0,05% de Tween 20 (controlo negativo) e com uma suspensão de 10^7 esporos/ml do fungo entomopatogénico *B. bassiana* em PBS e 0,05% de Tween 20 (controlo positivo). Em cada modalidade foram utilizadas 18 larvas e efetuadas três repetições. A técnica de imersão é um dos protocolos correntemente utilizados em testes de entomopatogenicidade com fungos (Hajek et al., 2012) e permite avaliar a capacidade de um fungo penetrar a cutícula do inseto e desenvolver-se no seu interior. A técnica de injeção tem sido recentemente utilizada para testar a possibilidade de *G. mellonella* ser utilizada como modelo de infeção por vários microrganismos (Mylonakis, 2008). Por ser uma técnica que envolve a preparação de uma menor quantidade de inóculo e que não necessita manter os insetos em condições adequadas de humidade, no caso de existir uma boa correlação entre os dois métodos, poderá ser uma metodologia interessante para testar rapidamente a resposta do inseto a estirpes com diferentes graus de virulência. Como o desenvolvimento tanto do agente patogénico como do inseto podem ser afetados pela temperatura, para ambas metodologias, após inoculação as larvas foram incubadas a $30 \pm 1^\circ\text{C}$ e $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

O processo de injeção foi realizado com auxílio de uma seringa de 50 μl (SGE, modelo 50F-GT), inoculando-se 10 μl da suspensão de esporos na primeira pseudopata da larva. As larvas foram posteriormente colocadas em caixas de Petri em temperatura controlada.

Pelo método de imersão, cada larva foi imersa, durante 5 segundos, na suspensão de esporos. Após imersão, o excesso de líquido foi retirado colocando as larvas sobre papel absorvente estéril. As larvas foram colocadas em caixas de Petri durante 3 dias em câmara húmida e posteriormente retiradas. Todo o processo decorreu para ambas temperaturas.

Foram feitas observações diárias para registo da mortalidade das larvas e variações na coloração da cutícula. Os resultados foram analisados através de curvas de sobrevivência obtidas através da aplicação do método de Kaplan Meier do programa SPSS, versão 22. As curvas de sobrevivência das larvas infetadas pelos fungos em estudo foram comparadas com as curvas de sobrevivência do controlo positivo e negativo, em ambas as temperaturas e pelos dois métodos.

Resultados e discussão

As larvas inoculadas com o fungo *Aspergillus* spp. apresentaram uma elevada taxa de mortalidade ao fim de 306 h (fig. 1), com uma diferença estatisticamente significativa em relação ao controlo negativo (PBS), qualquer que seja o método de infeção ou temperatura de incubação. Comparando com a mortalidade provocada por *B. bassiana* (controlo positivo), verificou-se que existem diferenças que estão relacionadas com a temperatura de incubação. Enquanto a 30°C (fig. 1A e 1C) a mortalidade provocada por *Aspergillus* spp. foi estatisticamente semelhante à provocada por *B. bassiana*, a 25°C (fig. 1B e 1D) existem diferenças significativas entre as curvas de sobrevivência. Assim, através do método de imersão a 25°C (fig. 1B), durante o período de observação, a mortalidade provocada por *Aspergillus* spp. foi inferior à provocada por *B. bassiana* e em geral os efeitos foram mais demorados. Através do método de injeção a 25°C (fig. 1D), embora a mortalidade final seja igual para os dois fungos, os efeitos foram mais demorados em *Aspergillus* spp. Estes resultados demonstram que o isolado de *Aspergillus* spp. avaliado tem a capacidade de penetrar a cutícula da larva, provocando a sua morte, podendo ser considerado um fungo entomopatogénico. No entanto a sua virulência depende da temperatura.

As larvas inoculadas com o fungo *Fusarium* spp. apresentaram uma elevada taxa de mortalidade (fig. 2) com uma diferença estatisticamente significativa em relação ao controlo negativo (PBS), qualquer que seja o método de infeção ou temperatura de incubação. Para este fungo, as diferenças em relação a *B. bassiana* (controlo positivo) estão relacionadas principalmente com o método de inoculação. As larvas inoculadas por imersão com *Fusarium* spp. (fig. 2A e 2B) apresentaram uma mortalidade inferior e com efeitos mais demorados quando comparados com *B. bassiana*, sendo que esta diferença parece ser maior à temperatura de 25°C . Pelo contrário através da inoculação por injeção (fig. 2C e 2D), não existem diferenças estatisticamente significativas em relação ao controlo positivo. Estes resultados permitem concluir que o isolado de *Fusarium* sp. tem a capacidade de penetrar a cutícula das larvas provocando a sua morte, podendo desta forma também ser considerado entomopatogénico.

Com *Alternaria* spp. não foi realizado o método de injeção a 25°C . Através da figura 3, conclui-se que não houve diferenças significativas entre a sobrevivência das larvas inoculadas com *Alternaria* spp. e as larvas do controlo negativo (PBS) para os dois métodos de inoculação a 30°C e para as duas temperaturas através da inoculação por imersão. Desta forma, nas condições experimentais, *Alternaria* spp. não apresentou capacidade de penetrar a cutícula do inseto e mesmo

quando o inóculo foi introduzido no hemocelo do inseto (método de injeção), este consegue reprimir a infecção, pelo menos a 30°C. Desta forma, este isolado de *Alternaria* spp. não pode ser considerado entomopatogénico nestas condições.

Os resultados obtidos permitem concluir que os fungos *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp. avaliados têm capacidade entomopatogénica a 25°C e 30°C, dado que em ambas as técnicas de inoculação utilizadas, a mortalidade registada foi relevante. No entanto, a eficácia da sua ação entomopatogénica poderá depender da temperatura. Estes dois géneros têm espécies que são agentes patogénicos de plantas, animais e humanos (Teetor-Barsch & Roberts, 1983; St Leger et al., 2000). Embora, em geral, exista alguma especialização em termos de hospedeiros, algumas espécies ou isolados têm mostrado ser capazes de colonizar hospedeiros bastante diferentes. Esta capacidade já tinha sido demonstrada para *Aspergillus flavus* por St Leger et al. (2000), utilizando apenas o método de injeção, o qual não será suficiente para sugerir que a mesma capacidade possa ocorrer em condições naturais. Os resultados obtidos, utilizando ambos os métodos sugerem que os isolados, por nós estudados, têm a capacidade de infetar hospedeiros muito diferentes. Esta multifuncionalidade de papéis nos ecossistemas faz com que estes fungos, embora possam provocar doenças em plantas, possam igualmente desempenhar um papel importante no controlo das populações de insetos. Desta forma, principalmente quando as plantas revelem algum grau de resistência a estes fungos, a sua ação como agentes de controlo biológico de pragas deverá ser tida em conta.

Referências

- Agrios, G.N. 1997. Plant diseases caused by fungi. In: Plant pathology (4th edition). Academic Press. San Diego, California, USA.
- Ali, P.M., Kato, T. & Park, Y.E. 2015. Improved insecticidal activity of a recombinante baculovirus expressing spider venom cyto-insectotoxin. Applied Microbiology Biotechnology 99:10261-10269.
- Bitas V. et al. 2015. *Fusarium oxysporum* volatiles enhance plant growth via affecting auxin transport and signaling. Int. J. Environ. Res. Public Health 12(2):2164-2183.
- Boomsma, J.J., Jensen, B.A, Meyling, V.N & Eilenberg, J. 2013. Evolutionary interaction networks of insect pathogenic fungi. Annual Review of Entomology 59:467-485.
- Fan, Y., Zhang S., Krueger, N. & Keyhani, O.N. 2011. High-throughput insertion mutagenesis and functional screening in the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. Journal of Invertebrate Pathology 106:274-279.
- Fang, W., Azimzadeh P. & Leger, St. J.R. 2012. Strain improvement of fungal insecticides for controlling insect pests and vector-borne diseases. Current Opinion in Microbiology 15:232-238.
- Fuguet, R., Théraud M. & Vey, A. 2004. Production in vitro of toxic macromolecules by strains of *Beauveria bassiana*, and purification of a chitosanase like protein secreted by a melanizing isolate. Comparative Biochemistry and Physiology, Part C 138:149-161.
- Hajek, A.E., Papierok, B., & Eilenberg, A.J. 2012. Methods for study of the Entomophthorales. P. 285-316. In L.A. Lacey (Ed.), Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. Academic press, London,
- Hamid, B.A. & Smith, E.J. 1987. Degradation of aflatoxin by *Aspergillus flavus*. Journal of General Microbiology 133:2023-2029.
- Hussein, A., Rizwan-ul-Haq, Al-Ayedh, H. & Al-Jabr, M.A. 2014 Mycoinsecticides: potencial and future perspective. Nutrition & Agriculture 6:45-53.
- Mylonakis, E. 2008. *Galleria mellonella* and the study of fungal pathogenesis: making the case for another genetically tractable model host. Mycopathologia 165:1-3.
- Ortiz-Urquiza, A., Riveiro-Miranda, L. Santiago-Álvarez, C. & Quesada-Moraga, E. 2010. Insect-toxic secreted proteins and virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. Journal of Invertebrate Pathology 105:270-278.
- St Leger, R.J., Screen, S.E. & Shams-Pirzadeh, B. 2000. Lack of host specialization in *Aspergillus flavus*. Appl Environ Microbiol 66:320-324.
- Teetor-Barsch, G.H. & Roberts, W.D. 1983. *Fusarium* Species Pathogens of insects. Mycopathologia 84:3-16.
- Tripathi, R.V., Kumar, S. & Garg K. 2011. A study on trypsin, *Aspergillus flavus* and *Bacillus* sp. protease inhibitory activity in *Cassia tora* (L.) syn *Senna tora* (L.) Roxb. Seed extract. Complementary & Alternative Medicine 11(56).
- Valero-Jiménez, A.C., Wieggers, H., Zwaan, J.B., Koenraadt, J.M., & Kan, V.L. 2015. Genes involved in virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. Journal of Invertebrate Pathology 133:41-49.
- Vega, E.F. et al. 2009. Fungal entomopathogens: new insights on their ecology. Fungal Ecology 2:149-159.

Wang, J., et al. 2015. Identification and bioactivity of compounds from the mangrove endophytic fungus *Alternaria* spp. Mar. Drugs 13 (7):4492-4504.

Zimmermann, G. 1986. The 'Galleria bait method' for detection of entomopathogenic fungi in soil. Journal of Applied Entomology 102:213-215.

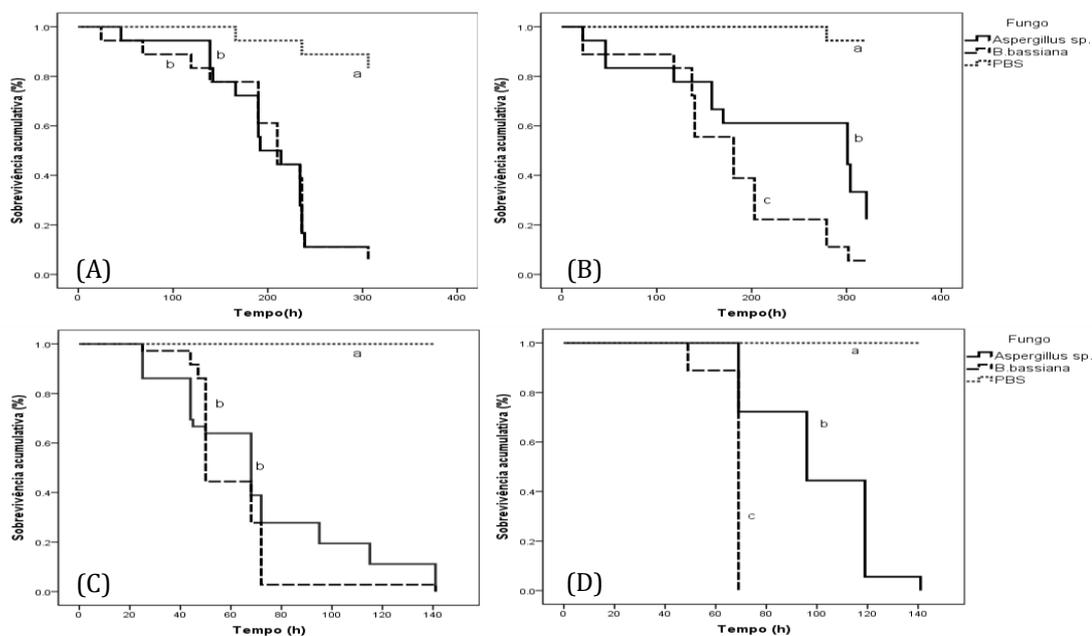


Figura 1 – Curvas de sobrevivência das larvas infetadas pelo fungo *Aspergillus* spp. e respetivos controlos (A) Método de imersão a 30°C. (B) Método de imersão a 25°C. (C) Método de injeção a 30°C. (D) Método de injeção a 25°C. As curvas identificadas com letras diferentes apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

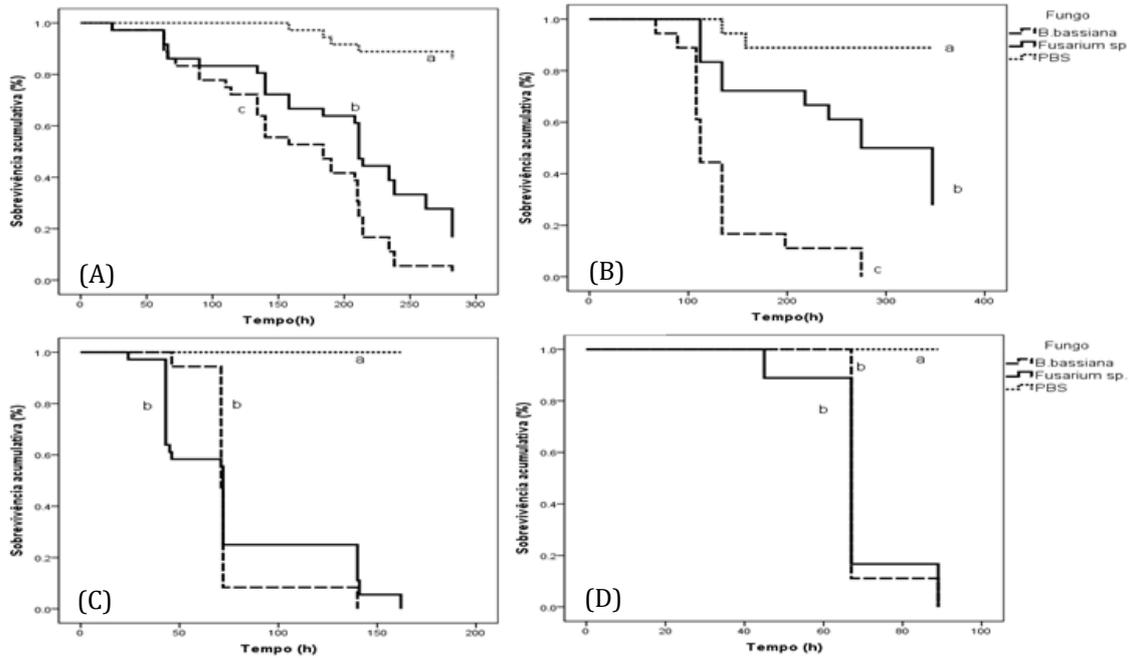


Figura 2 – Curvas de sobrevivência das larvas infetadas pelo fungo *Fusarium* spp. e respetivos controlos (A) Método de imersão a 30°C. (B) Método de imersão a 25°C. (C) Método de injeção a 30°C. (D) Método de injeção a 25°C. As curvas identificadas com letras diferentes apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

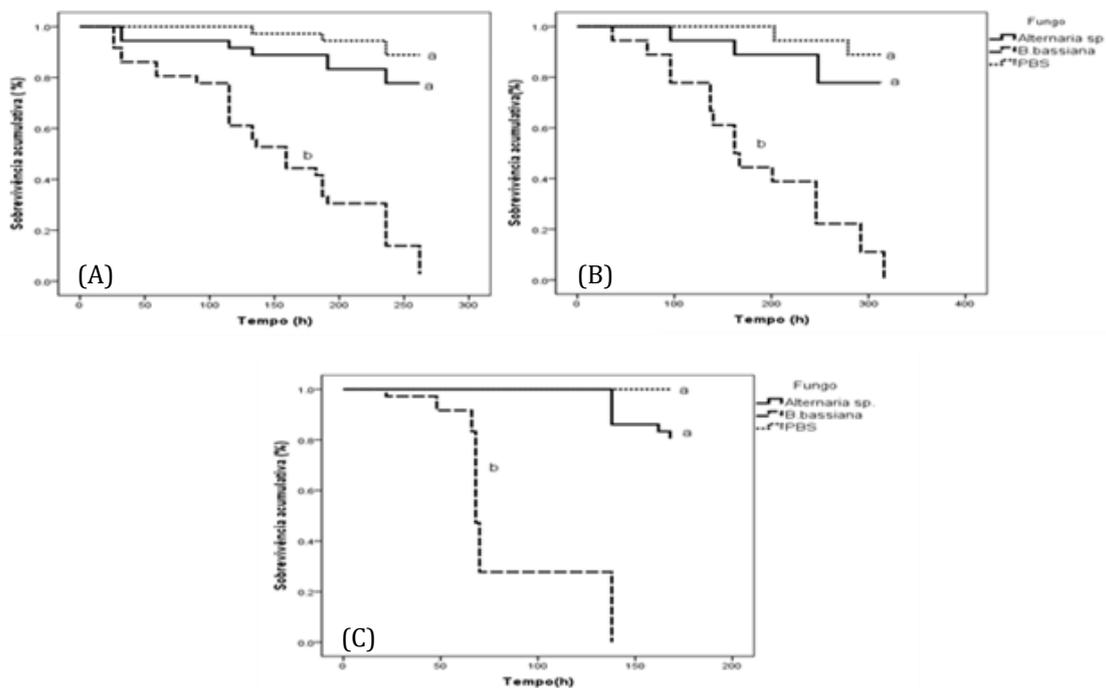


Figura 3 – Curvas de sobrevivência das larvas infetadas pelo fungo *Alternaria* spp. e respetivos controlos (A) Método de imersão a 30°C. (B) Método de imersão a 25°C. (C) Método de injeção a 30°C. As curvas identificadas com letras diferentes apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Estudo comparativo das comunidades de nemátodes em horticultura biológica e convencional

Andreia Teixeira¹, Maria Teresa Almeida¹, Sofia Costa^{1,2}

¹ CBMA - Centro de Biologia Molecular e Ambiental, Departamento de Biologia, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal, andreia_se_teixeira@hotmail.com; mtalmeida@bio.uminho.pt

² CIMO - Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, sofia.costa@bio.uminho.pt

Resumo

O solo suporta física e biologicamente a produção vegetal e os nemátodes como os animais edáficos mais abundantes e diversos, intervêm nos diversos processos que nele ocorrem, sendo usados como bioindicadores das suas condições e estrutura. As comunidades de nemátodes compreendem organismos de vida livre envolvidos na mineralização de nutrientes e fitoparasitas que afetam a produção em agroecossistemas.

Neste estudo comparou-se a estrutura e dinâmica das comunidades de nemátodes associadas a culturas hortícolas em produção biológica e convencional, avaliando a biodiversidade funcional de nemátodes de vida livre e quantificando a densidade de géneros de nemátodes fitoparasitas ao longo dos ciclos culturais. Compararam-se dois sistemas agrícolas, nos dois modos de produção, geograficamente próximos, ao longo de dois ciclos culturais: ervilheira cv. Maravilha de Kelvedon e alface cv. Maravilha das Quatro Estações. Realizaram-se amostragens de solo da rizosfera no início, durante e no final das culturas para extração, identificação e quantificação dos nemátodes, e obtiveram-se dados da produção das culturas.

Na cultura da alface a densidade populacional de nemátodes fitoparasitas foi semelhante nos dois regimes de produção, enquanto na cultura da ervilha foi mais numerosa em produção convencional. Associados às duas culturas foram identificados diversos géneros de nemátodes fitoparasitas: *Criconemella*, *Gracilacus*, *Longidorus*, *Meloidogyne*, *Paratrichodorus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* e *Xiphinema*. Nos dois locais encontraram-se cadeias tróficas bem estruturadas, com vias de decomposição mediadas por bactérias e fungos e sistemas com baixa perturbação da comunidade de nemátodes. A produção de ervilha em regime biológico foi superior à obtida em regime convencional, talvez devido à menor densidade das populações de nemátodes fitoparasitas, quando comparadas com as de vida livre, possivelmente devido à introdução de matéria orgânica no solo. A produção de alface foi superior em regime convencional, eventualmente devido a um ligeiro aumento das populações de nemátodes fitoparasitas em regime biológico.

Palavras-chave: biodiversidade funcional, bioindicadores, culturas hortícolas, nemátodes fitoparasitas, sustentabilidade produtiva

Abstract

Comparative study of the nematode communities in organic and conventional horticulture

Soil provides the physical and biological support to crop production. Nematodes, as the most abundant and diverse animals in soil, are involved in several edaphic processes, being used as bioindicators of soil conditions and structure. Nematode communities include free-living organisms involved in nutrient mineralization and plant parasitic nematodes, which affect yield in agroecosystems.

This study aimed to compare the structure and dynamics of nematode communities associated with vegetable crops in organic and conventional horticulture; the functional biodiversity of free-living nematodes was assessed and the density of plant parasitic nematode genera was quantified. Two farming systems, organic and conventional, geographically close, were compared over two cultural cycles: pea cv. Maravilha de Kelvedon and lettuce cv. Maravilha das Quatro Estações. Rhizosphere soil was collected at the beginning, during and at the end of the cultures, and processed for extraction, identification and quantification of nematodes. In addition, the yield of the two cultures was compared between the two systems.

The population density of plant parasitic nematodes associated with lettuce was similar in both farms, but the nematodes were significantly more abundant in the rhizosphere of pea in conventional production. The following genera of plant parasitic nematodes were identified: *Criconebella*, *Gracilacus*, *Longidorus*, *Meloidogyne*, *Paratrichodorus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* and *Xiphinema*. Well-structured food webs with decomposition pathways mediated by bacteria and fungi were found in both locations that, according to nematode community indices, were considered under low disturbance. Pea yield was higher in biological farming, perhaps due to the lower ratio of plant parasitic: free living nematodes; this was possibly due to the introduction of organic matter in soil. Lettuce yield was higher under conventional farming, possibly due to a slightly larger population of plant parasitic nematodes in organic farming.

Keywords: bioindicators, horticulture crops, functional biodiversity, plant parasitic nematodes, productive sustainability

Introdução

Os solos têm grande importância para a produção vegetal, pelo que devem ser geridos de modo a promover o seu equilíbrio, mantendo a sua estrutura e biodiversidade (Sánchez-Moreno & Talavera, 2013). Ao longo dos últimos anos tem aumentado a preocupação com o impacto que a agricultura tem no ambiente e com o modo como os pesticidas usados contaminam a cadeia alimentar, pelo que se tem verificado a necessidade de desenvolver técnicas e processos que a tornem mais sustentável (Ghini & Bettioli, 2000; Widmer et al., 2006).

A agricultura em Modo de Produção Biológico (MPB) é considerada uma agricultura sustentável quando comparada com a agricultura convencional, pois além da exclusão de produtos químicos de síntese, recorre a práticas culturais, como a introdução de matéria orgânica ou de resíduos de culturas anteriores no solo e a rotação de culturas na mesma parcela de terreno, que promovem a produtividade do solo, o aumento da disponibilidade de nutrientes e o respeito pelo equilíbrio dos ecossistemas e pela biodiversidade (Neher, 1999; Mourão, 2007; CE, 2008; Ferreira, 2012). A atividade biológica, diversidade e complexidade da rede trófica edáfica possibilitam numerosas interações entre os organismos do solo, tendo um papel potencialmente supressivo ou regulador das pragas e doenças (Wall et al., 2015).

No solo, os nemátodes são os animais mais abundantes e com maior diversidade funcional, ocupando todos os níveis da rede trófica, o que inclui tanto organismos de vida livre (bacterívoros, fungívoros, omnívoros e predadores), como fitoparasitas (Yeates et al., 1993). Assim, é possível calcular índices ecológicos associados às cadeias tróficas, com base na abundância relativa de nemátodes de grupos tróficos elevados, que fornecem informações acerca dos recursos disponíveis no meio. Os nemátodes fitoparasitas estabelecem interações próximas com as plantas, influenciando o seu estabelecimento e desempenho, enquanto as próprias plantas interagem com os nemátodes fitoparasitas, podendo determinar a sua diversidade e abundância, num complexo mecanismo de interação planta-solo (Bever et al., 1997). Além dos estragos e das lesões diretas que causam nas plantas, os nemátodes fitoparasitas são também responsáveis por tornar as plantas suscetíveis à ação de fungos e bactérias, expondo-as desta forma a outras doenças radiculares (Michereff et al., 2005). Os danos causados por estes nemátodes são muitas vezes difíceis de observar, mas refletem-se na perda significativa de produtividade (Yeates & Bongers, 1999). Alguns dos exemplos de práticas que poderão ser adotadas com vista a controlar as populações de nemátodes parasitas de plantas incluem a utilização de cultivares resistentes, a rotação de culturas, a solarização, a enxertia e o controlo biológico.

Neste estudo pretendeu-se comparar a estrutura e dinâmica das comunidades de nemátodes associados a duas culturas hortícolas em dois sistemas agrários geograficamente próximos, nos modos de produção biológico e convencional. Foi avaliada a biodiversidade funcional de nemátodes de vida livre e quantificada a densidade dos diferentes géneros de nemátodes fitoparasitas ao longo de dois ciclos culturais. Também foi comparada a produtividade das culturas nos dois sistemas e apurado o potencial impacto dos vários nemátodes fitoparasitas na produção das duas culturas e nos dois sistemas.

Material e métodos

O trabalho de campo foi realizado nas Hortas Sociais Biológicas do Município da Póvoa de Lanhoso, mantidas no Centro Interpretativo do Carvalho de Calvos no concelho da Póvoa de Lanhoso (NW Portugal) e numa propriedade particular na freguesia de Fontarcada, também neste concelho,

entre dezembro de 2014 e junho de 2015. Em Calvos foi praticada agricultura em modo de produção biológico (MPB) e em Fontarcada foi praticada agricultura em modo convencional.

Antes da sementeira da ervilheira cv. Maravilha de Kelvedon, e após o terreno ter sido fresado, foi feita a fertilização de fundo em ambos os terrenos. Em MPB foi aplicado composto biológico produzido a partir de erva e folhas, enquanto no modo convencional foi aplicado adubo sintético constituído por fosfato granulado com superfosfato a 18%.

A alface cv. Maravilha das Quatro Estações foi semeada em viveiro nas Hortas Sociais Biológicas e posteriormente transplantada para ambos os locais em estudo. No terreno em Calvos havia sido aplicado composto biológico um mês antes da transplantação, enquanto em Fontarcada não tinha sido aplicado qualquer fertilizante, uma vez que a alface foi transplantada para um local onde tinha sido colhida faveira.

Foram realizadas amostragens de solo da rizosfera das plantas em diversos pontos ao longo dos talhões experimentais, no início, durante e no final das duas culturas, obtendo-se amostras compostas para extração, identificação e quantificação dos nemátodes. No final da cultura foram colhidas as plantas, com as raízes, para serem processadas no laboratório. Foram obtidos os pesos fresco e seco das plantas (parte aérea e parte radicular) de alface e ervilheira, sendo ainda determinado o comprimento e número de folhas das ervilheiras. As vagens de ervilha produzidas foram sendo pesadas ao longo de todo o ciclo cultural.

A extração dos nemátodes do solo foi efetuada através do processamento de três subamostras de 200 cm³ de cada amostra composta colhida em cada local e momento de amostragem, utilizando o método do tabuleiro de Whitehead e Hemming, modificado (Abrantes et al., 1976). Os nemátodes foram depois identificados e quantificados com base nas características morfológicas, segundo o grupo trófico (Yeates et al., 1993) e família e sempre que possível até ao género, tendo os nemátodes fitoparasitas sido identificados sempre até este nível taxonómico. As comunidades de nemátodes foram caracterizadas de acordo com as suas guildas funcionais, atribuídas a nemátodes das mesmas famílias e tendo em conta o grupo trófico e a estratégia de vida dos nemátodes de vida livre. Com base na informação obtida das guildas, calculou-se o índice de enriquecimento e o índice de estrutura, que permitem a representação gráfica da comunidade de nemátodes em quadrantes de enriquecimento orgânico e estrutura das redes tróficas do solo (Ferris et al., 2001).

Os dados obtidos trataram-se estatisticamente com recurso ao *software* Minitab® 17.0, tendo sido analisados separadamente os conjuntos de dados para cada cultura. Foi verificada a homogeneidade de variâncias através do teste de Levene, sendo seguidamente analisados os conjuntos de dados através de ANOVA a uma probabilidade de 5%. As diferenças estatisticamente significativas foram ainda esclarecidas entre os grupos de dados através do teste de LSD de Fisher a 5%.

Resultados e discussão

No estudo realizado verificou-se que, de um modo geral, o número de nemátodes identificados na cultura da alface foi superior ao identificado na ervilheira, em ambos os locais. Associada à cultura da ervilheira a abundância de nemátodes em geral, tal como a de nemátodes fitoparasitas, em modo de produção convencional foi superior à encontrada em MPB (fig. 1). O MPB em Calvos deu sinais positivos de eficiência, sobretudo no que diz respeito à menor densidade populacional de nemátodes fitoparasitas, não podendo ser ignorado, no entanto, o aumento significativo do número destes nemátodes ao longo da cultura.

Quanto à cultura da alface, a abundância de nemátodes foi maior em MPB do que em modo convencional, compreendendo não só a abundância de nemátodes de vida livre como também a de nemátodes fitoparasitas, que foi ligeiramente superior (fig. 2), embora sem diferença estatística. Isto poderá ter-se devido ao enriquecimento em azoto no solo, uma vez que em Fontarcada a alface foi plantada num local onde havia sido colhida faveira, tendo sido usados os restos da cultura como fertilizante.

Alguns estudos realizados demonstraram que o facto de não serem utilizados pesticidas de síntese permite manter populações de nemátodes de vida livre, de bactérias e de fungos, que apresentam benefícios para o controlo de nemátodes fitoparasitas (Costa, 2015). O grupo trófico de nemátodes mais abundante associado à cultura da ervilheira e da alface, em MPB e em modo convencional, foi o dos nemátodes bacterívoros, seguido pelo grupo dos nemátodes fitoparasitas.

Associados às duas culturas identificaram-se diversos géneros de nemátodes fitoparasitas: *Criconemella*, *Gracilacus*, *Longidorus*, *Meloidogyne*, *Paratrichodorus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* e *Xiphinema*.

Com base na diferenciação dos quistos no solo foi, também, possível identificar nemátodes-de-quisto dos géneros *Globodera* e *Heterodera*. A diversidade de géneros de nemátodes

parasitas de plantas observados nas duas culturas foi superior em modo convencional do que em MPB; destacaram-se pela sua abundância e frequência, nos dois locais, os géneros *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus* e *Tylenchus*, além de outros indivíduos da família Tylenchidae.

O cálculo dos índices de enriquecimento e de estrutura, considerando as guildas funcionais, permitiu caracterizar as comunidades de nemátodes por cultura, nos dois locais (fig. 3). Relativamente à ervilheira, em ambos os locais, estão apenas representados o segundo e o terceiro momento de amostragem, pois quanto aos nemátodes de vida livre encontrados na primeira amostragem apenas foi considerado o grupo trófico para a sua identificação.

A relação entre os índices de enriquecimento e de estrutura, em modo biológico e em modo convencional, indicou a existência de cadeias tróficas bem estruturadas com vias de decomposição mediadas por bactérias e fungos. Os dois sistemas revelaram uma baixa perturbação do solo, com ligeiro enriquecimento orgânico (quadrante B, fig. 3A e 3B) segundo Ferris et al. (2001).

A produção de ervilha em MPB (6,11 kg/m²) foi superior à obtida em modo convencional (3,83 kg/m²). As ervilheiras produzidas neste sistema também cresceram mais e produziram mais folhas do que as produzidas em modo convencional. Os valores registados para todos os fatores analisados entre as plantas em MPB e em modo convencional foram significativamente diferentes (quadro 1). De notar que as ervilheiras produzidas em modo biológico eram mais pesadas do que as produzidas em modo convencional, sendo no entanto o seu conteúdo em água menor em modo biológico do que em modo convencional (quadro 1). Considerando a cultura da alface, a produção estimada para Calvos foi de 1,32 kg/m² enquanto para Fontarcada foi de 2,13 kg/m², tendo sido a produção de alface superior em regime convencional do que em regime biológico (quadro 2). No entanto, é importante sublinhar que o ciclo cultural da alface foi mais longo em Calvos, não se encontrando as alfaces tão crescidas como em Fontarcada no momento da colheita.

Conclusões

Foram encontradas semelhanças funcionais na comunidade de nemátodes do solo, que revelam um impacto moderado das práticas agrícolas, tanto em Calvos (MPB) como em Fontarcada (convencional), o que poderá ter sido determinado pela escolha dos locais em estudo. Assim, deverá ser alargado este estudo a um maior número de explorações agrícolas em MPB e em modo convencional, de modo a aferir as diferenças entre os dois sistemas. Contudo, em geral, tanto a diversidade como a abundância de nemátodes fitoparasitas foram superiores nas culturas em modo convencional. Este efeito foi mais pronunciado na cultura da ervilheira, onde correspondentemente se alcançou maior produção em MPB. No entanto, não foi possível encontrar uma relação entre a densidade populacional de nemátodes fitoparasitas e os parâmetros de produção.

Agracedimentos

A autora Sofia Costa recebe financiamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia através de uma bolsa de pós-Doutoramento com a referência SFRH/BPD/102438/2014. Este trabalho tem o apoio do Programa Estratégico UID/BIA/04050/2013 (POCI-01-0145-FEDER-007569) financiado por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia e pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do COMPETE 2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI).

Referências

- Abrantes, I., Morais, M., Paiva, I. & Santos, M. 1976. Análise nematológica de solos e plantas. *Ciências Biológicas* 1:139-155.
- Bever, J.D., Westover, K.M. & Antonovics, J. 1997. Incorporating the soil community into plant population dynamics: the utility of the feedback approach. *Journal of Ecology* 85:561-573.
- Costa, S.R. 2015. Ecologia de nemátodes e seu interesse na enxertia de plantas hortícolas (Parte II/II). *AGROTEC* p 28-30.
- CE, 2008. Regulamento (CE) N.º 889/2008 da Comissão, de 5 de setembro de 2008.
- Ferreira, J. 2012. Conceitos, princípios, fundamentos e práticas. p. 10-18. In J. Ferreira (2ª ed). *As bases da agricultura biológica Tomo I – Produção vegetal*. EDIBIO, Edições LDA, Portugal.
- Ferris, H., Bongers, T. & de Goede, R.G.M. 2001. A Framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology* 18:13-29.
- Ghini, R. & Bettiol, W. 2000. Proteção de plantas na agricultura sustentável. *Cadernos de Ciência & Tecnologia* 17:61-70.
- Michereff, S., Andrade, D., Peruch, L. & Menezes, M. 2005. Importância das patógenos e das doenças radiculares em solos tropicais. p. 1-18. In: S. Michereff, D. Andrade & M. Menezes (eds.), *Ecologia e*

- manejo de patógenos radiculares em solos tropicais, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Brasil.
- Mourão, I.M. 2007. Manual de horticultura no modo de produção biológico. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC. Ponte de Lima.
- Neher, D. 1999. Nematode communities in organically and conventionally managed agricultural soils. *Journal of Nematology* 2:142-154.
- Sánchez-Moreno, S. & Talavera, M. 2013. Los nematodos como indicadores ambientales en agroecosistemas. *Ecosistemas* 22:50-55.
- Wall, D.H., Nielsen, U.N. & Six, J. 2015. Soil biodiversity and human health. *Nature* 528:69-76.
- Widmer, F., Rasche, F., Hartmann, M. & Fliessbach A. 2006. Community structures and substrate utilization of bacteria in soils from organic and conventional farming systems of the DOK long-term field experimente. *Applied Soil Ecology* 33:294-307.
- Yeates, G.W., Bongers, T., De Goede, R.G.M., Freckman, D.W. & Georgieva, S.S. 1993. Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology* 25:315-331.
- Yeates, G.W. & Bongers, T. 1999. Nematode diversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74:113-135.

Quadro 1 – Parâmetros relativos às plantas de ervilheira nos dois locais de estudo, em MPB (Calvos) e em modo convencional (Fontarcada). Os valores são a média de nove plantas. Valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente de acordo com o teste LSD $p < 0,05$.

Fatores analisados	Ervilheira			
	Calvos		Fontarcada	
Peso fresco (g)	41,93	a	23,34	b
Peso seco (g)	16,39	a	7,52	b
Altura (cm)	132,50	a	98,67	b
Número de folhas	118,44	a	63,00	b
Água (%)	60,63	b	67,89	a

Quadro 2 – Parâmetros de produção da alface, nos dois locais de estudo, em MPB (Calvos) e em modo convencional (Fontarcada). Os valores resultam da média de nove plantas. Valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente de acordo com o teste LSD $p < 0,05$.

Fatores analisados	Alface			
	Calvos		Fontarcada	
Peso fresco (g)	91,27	b	153,17	a
Peso seco (g)	5,38	b	7,63	a
Água (%)	94,08	b	94,93	a

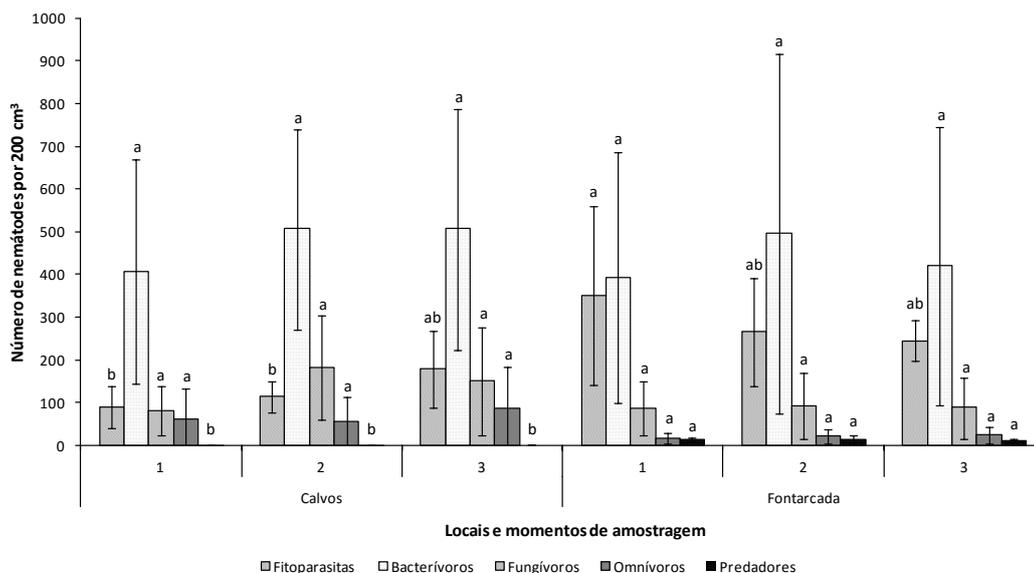


Figura 1 – Número de nemátodes dos diferentes grupos tróficos identificados nos três momentos de amostragem, associados à cultura da ervilheira, em Calvos e em Fontarcada. Os valores apresentados são a média \pm desvio padrão de três repetições. Letras diferentes nas barras de desvio padrão indicam diferenças estatisticamente significativas nos valores de amostragem realizadas de acordo com o teste LSD $p < 0,05$.

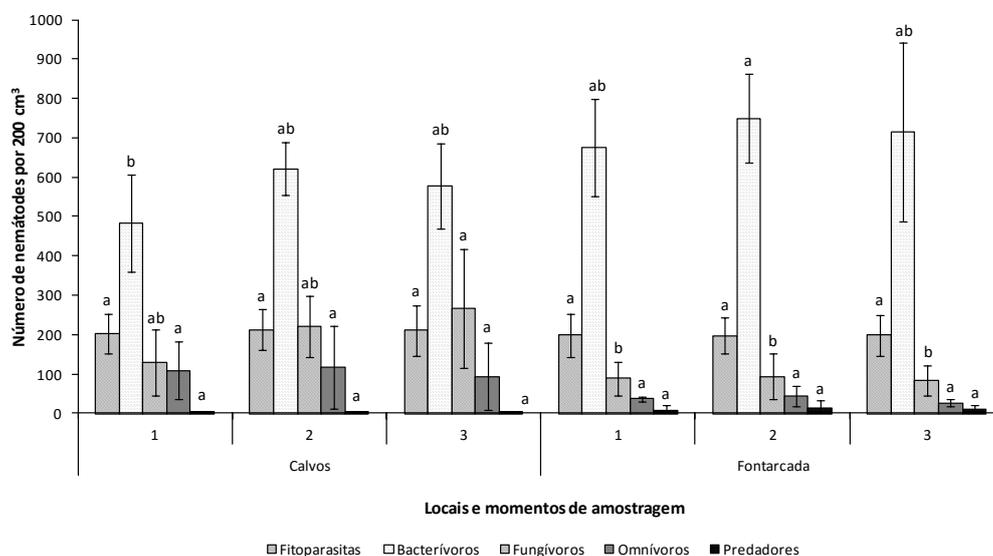


Figura 2 – Número de nemátodes dos diferentes grupos tróficos identificados nos três momentos de amostragem, associados à cultura da alface, em Calvos e em Fontarcada. Os valores apresentados são a média \pm desvio padrão de três repetições. Letras diferentes nas barras de desvio padrão indicam diferenças estatisticamente significativas nos valores de amostragem realizadas de acordo com o teste LSD $p < 0,05$.

Avaliação da resistência de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus* spp.) a *Meloidogyne javanica*, para uso como porta-enxerto

David Pires¹, Sofia Costa^{1,2}, Isabel Mourão², Maria Teresa Almeida¹

¹ Centro de Biologia Molecular e Ambiental, Departamento de Biologia, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal, david.pires89@gmail.com, sofia.costa@bio.uminho.pt, mtalmeida@bio.uminho.pt

² Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios do Lima, 4990-Ponte de Lima, Portugal & CIMO – Centro de Investigação de Montanha, isabelmourao@esa.ipv.pt

Resumo

Das diversas pragas e doenças que afetam o feijoeiro (*Phaseolus* spp.), encontram-se os nemátodes-das-galhas-radiculares (NGR), *Meloidogyne* spp., sendo amplamente conhecido o seu efeito devastador em culturas hortícolas. A principal estratégia de controlo assenta na aplicação de nematocidas, que têm sido progressivamente restringidos. Têm sido consideradas técnicas de controlo alternativas, como a enxertia de hortícolas em porta-enxertos resistentes. Os objetivos do estudo foram: 1) conhecer a reação de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* e *P. coccineus*) a *Meloidogyne javanica*, considerando o seu grau de suscetibilidade ou resistência; 2) avaliar a severidade dos danos causados nas raízes; e 3) inferir sobre a potencial utilização destas cultivares como porta-enxerto comercial de feijoeiro.

Foi realizado um ensaio em vaso, com cinco repetições de cada uma de nove cultivares testadas, que decorreu numa sala de culturas com condições controladas. As plantas foram inoculadas com 5 000 ovos e jovens de *M. javanica*; plantas não inoculadas serviram de testemunha negativa, sendo a testemunha positiva plantas de tomateiro cv. Tiny Tim reconhecidamente suscetível a *M. javanica*. Sessenta dias após a inoculação, procedeu-se à determinação do número de galhas e de massas de ovos nas raízes. Nenhuma das cultivares testadas foi completamente resistente ao nemátode. No entanto, através de uma análise comparativa, foi detetado um potencial de resistência nas cultivares Bencanta e Oriente, em que foram registados níveis do número de galhas, de massas de ovos e de reprodução dos nemátodes comparáveis aos de cultivares classificadas como resistentes.

As cultivares Bencanta e Oriente revelaram resultados promissores relativamente à sua utilização como porta-enxertos resistentes a NGR, justificando-se uma investigação mais aprofundada para testar e avaliar a viabilidade da sua utilização na enxertia de feijoeiro, em condições controladas e no campo, e na presença de outras espécies de NGR.

Palavras-chave: controlo, fitopatologia, enxertia de hortícolas, nemátode-das-galhas-radiculares, cultivares resistentes

ABSTRACT

Evaluation of the resistance of common bean (*Phaseolus* spp.) to *Meloidogyne javanica*, for use as rootstocks

Among the numerous pests and diseases that affect common bean (*Phaseolus* spp.), root-knot nematodes (RKN), *Meloidogyne* spp., are the ones that stand out for their devastating effects on horticultural crops. The main control strategy is based on the application of nematicides, which have been progressively restricted. Alternative nematode management methods have been considered, such as vegetable grafting using resistant cultivars. The objectives of this study were: 1) to know the reaction of nine cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris* and *P. coccineus*) to *Meloidogyne javanica*, considering their degree of susceptibility and resistance; 2) to assess the severity of damage to the roots; and 3) to infer on the potential use of these cultivars as commercial bean rootstocks. A pot experiment was done under controlled conditions in a culture room, and each treatment consisted of five replicates. Plants were inoculated with 5 000 eggs and second stage juveniles of *M. javanica*, with uninoculated plants serving as negative control and susceptible tomato plants cv. Tiny Tim being used as positive control. Sixty days after inoculation, roots were observed to determine the number of galls and egg masses. None of the tested cultivars was completely resistant to the nematode. However, through a comparative analysis, a potential for resistance was detected in Bencanta and Oriente cultivars, with levels of nematode-induced galls and egg masses comparable to those of cultivars classified as resistant. The Bencanta and Oriente cultivars showed promising results regarding their

use as resistant rootstocks to RKN, justifying further research to test and assess the feasibility of their use in bean grafting, under controlled conditions and in the field, and in the presence of other species of RKN.

Keywords: control, phytopathology, resistant cultivars, root-knot nematode, vegetable grafting

Introdução

São muitas as pragas que afetam a cultura do feijoeiro. Entre elas destacam-se os nemátodes-das-galhas-radiculares (NGR), *Meloidogyne* spp., considerados desde há muito, e ainda hoje, os mais prejudiciais pelos nematologistas (Jones et al., 2013).

A aplicação de nematocidas de síntese é a estratégia de controlo mais eficaz, mas de ação temporária e prejudicial para organismos não-alvo, constituindo ainda um foco de poluição para o ambiente, pelo que o seu uso está progressivamente a ser restringido (Piskiewicz et al., 2008; Silva, 2012). Esta restrição tem motivado a procura de meios alternativos de controlo de nemátodes fitoparasitas, tendo sido consideradas alternativas mais seguras e de fácil gestão, nomeadamente a enxertia de hortícolas com cultivares resistentes (Mourão & Brito, 2014; Costa, 2015).

A incidência de várias doenças inerentes à produção de hortícolas pode ser mitigada pela enxertia de plantas, uma vez que o porta-enxerto pode potenciar a resistência ou tolerância da planta a diversos agentes patogénicos e parasitas do solo (Peil, 2003; Mourão & Brito, 2014). Esta técnica está associada a aumentos notáveis na produtividade de plantas enxertadas, o que representa um benefício relevante para os produtores (Theodoropoulou et al., 2007; Mourão & Brito, 2014).

A enxertia apresenta resultados promissores no controlo de nemátodes, conferindo, em muitos casos, resistência à proliferação destes fitoparasitas (Hooks et al., 2010). Contudo, ensaios realizados com tomateiros enxertados mostraram que uma determinada cultivar usada como porta-enxerto pode não apresentar a mesma tolerância a várias espécies de NGR (Verdejo-Lucas et al., 2013).

Os objetivos deste trabalho foram: 1) conhecer a reação das cultivares de feijoeiro a *M. javanica*, avaliando o seu comportamento como hospedeiras deste nemátode, considerando o seu grau de resistência, através da determinação do fator de reprodução; 2) avaliar a severidade dos danos causados no sistema radicular destas cultivares de feijoeiro, com base no número de galhas induzidas na raiz, como indicador do grau de tolerância; e 3) inferir sobre a potencial utilização das diversas cultivares ou de material vegetal melhorado a partir destas como porta-enxerto comercial de feijoeiro.

Material e métodos

O isolado de *M. javanica* utilizado nos ensaios, obtido originalmente a partir de uma população de batateira (*Solanum tuberosum* L.) infetada, foi mantido e multiplicado em tomateiro, *Solanum lycopersicum* cv. Tiny Tim.

Foram realizados ensaios em vaso numa sala de culturas com condições ambientais controladas, com temperatura de 25°C (média), humidade relativa variando entre 45 e 80% e fotoperíodo de 12 horas.

As sementes de feijoeiro foram colocadas a germinar à temperatura ambiente e transferidas para vasos de plástico esterilizados, contendo uma mistura de solo e areia (1:1), também esterilizada. As plantas foram colocadas na sala de culturas com condições controladas anteriormente descritas, sendo regadas diariamente e fertilizadas, de 3 em 3 semanas, com solução nutriente universal. Quando as plântulas apresentavam dois pares de folhas verdadeiras, estavam prontas para integrar os ensaios.

Para a inoculação, foram extraídos ovos e jovens de plantas de tomateiro infetadas com o nemátode, através do método do hipoclorito de sódio (Hussey & Barker, 1973). Foi pipetado o volume necessário da suspensão obtida para conter 5 000 ovos e jovens de segundo estágio (J2), que foi distribuído uniformemente por três furos em torno do caule de cada planta a inocular. O inóculo de 5 000 ovos e J2 constituiu a população inicial. De cada uma das cultivares testadas (quadro 1), cinco plantas foram inoculadas (tratamento), enquanto outras cinco foram mantidas sem inóculo, servindo de testemunha negativa. Para garantir a viabilidade do inóculo utilizado, foram ainda usados cinco tomateiros suscetíveis cv. Tiny Tim, como testemunha positiva.

Sessenta dias após a inoculação, as plantas foram desenvasadas, tendo sido separada a parte aérea da parte radicular. Registou-se o peso fresco das raízes, as quais foram imersas numa solução de Floxina B para evidenciar as massas de ovos do nemátode (Hartman, 1983). Foram então observadas cuidadosamente, para determinação do número de galhas e de massas de ovos produzidas; foram ainda recolhidas até 10 massas de ovos, para determinação do número total de ovos produzidos por

grama de raiz. Foi então calculado o fator de reprodução (Rf) (Sasser et al., 1984) e o índice de galhas (GI) (Taylor & Sasser, 1978) de cada planta.

Os resultados foram analisados com o programa SPSS Statistics 17.0. A homogeneidade de variância foi averiguada através do teste de Levene e foram feitas análises fatoriais para avaliar o efeito do inóculo, comparando as várias cultivares entre si pelo comando Generalized Linear Model, utilizando a transformação logística dos dados e o modelo de regressão de Poisson, à probabilidade de 5%. As diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos foram comparadas entre si através do teste LSD de Fisher, à probabilidade de 5%.

Resultados e discussão

A população de *M. javanica* infetou e reproduziu-se no sistema radicular de todas as cultivares de feijoeiro inoculadas, o que também se verificou nos tomateiros utilizados como testemunhas positivas da condição do inóculo. Os feijoeiros não inoculados não apresentaram infecção por *M. javanica*, o que testemunhou a esterilidade da mistura de solo e areia utilizada nos ensaios.

Verificou-se um maior peso fresco da parte radicular nas plantas testemunhas, em relação às plantas infetadas, com a exceção da cultivar Aintree (fig. 1). As diferenças foram significativas nas cultivares Snowstorm, White Emergo Snowy e Vagem Rajada ($p < 0,05$). É também de salientar o maior peso radicular das plantas da espécie *P. coccineus* (cvs. Aintree, Snowstorm, White Emergo Snowy e Feijão de 7 Anos) em relação às de *P. vulgaris* (as restantes cultivares).

Relativamente ao número de galhas produzidas (fig. 2), verificou-se um número significativamente maior nas cultivares Snowstorm e Aintree ($p < 0,05$); foram produzidas, em média, mais de 100 galhas por sistema radicular. A cultivar Bencanta foi a que apresentou menor número de galhas ($p < 0,05$), tendo produzido, em média, 25 galhas por planta. Foi produzido o maior número de massas de ovos (mais de 64) na cultivar Tarrestre ($p < 0,05$). O menor número de massas de ovos por grama de raiz foi observado na cultivar White Emergo Snowy ($p < 0,05$), tendo sido observadas pouco mais de 7 massas de ovos, em média (fig. 3). Os tomateiros suscetíveis incluídos como testemunha positiva apresentaram um número médio de 129 galhas por sistema radicular e de 60 massas de ovos por grama de raiz.

O número de ovos produzidos por grama de raiz (fig. 4) foi mais elevado na cultivar Tarrestre, existindo diferenças significativas em relação às restantes cultivares ($p < 0,05$). O menor número de ovos por grama de raiz, com um valor significativamente inferior, foi registado na cultivar White Emergo Snowy ($p < 0,05$). Com base no número de ovos e de galhas produzidas, foram calculados os fatores de reprodução (Rf) e os índices de galhas (GI) (quadro 2).

O Rf mais elevado foi obtido na cultivar Tarrestre (16,2), não sendo contudo estatisticamente diferente das cultivares Snowstorm e Aintree. O valor mais baixo foi obtido na cultivar Bencanta, com um Rf de 0,6, não sendo estatisticamente diferente do da cultivar Oriente (0,8), que também apresentou um Rf muito baixo, em comparação com as outras cultivares. O GI foi mais elevado na cultivar Snowstorm. No entanto, este valor não é estatisticamente diferente do das cultivares Aintree, Tarrestre e Vagem Rajada, que apresentaram um GI de 4,6, segundo a classificação de Sasser et al. (1984). A cultivar que apresentou menos danos foi a Bencanta, com um GI de 3,2.

Estes resultados vêm, na sua globalidade, apoiar o que foi já sugerido anteriormente sobre a suscetibilidade de várias cultivares de *P. vulgaris* a uma vasta gama de espécies de *Meloidogyne* (Mullin et al., 1991). No entanto, duas das cultivares avaliadas no presente estudo, Bencanta e Oriente, mostraram níveis de tolerância significativos a *M. javanica*. Seria expectável que as raízes das plantas inoculadas com *M. javanica* apresentassem um peso fresco superior ao das plantas testemunhas (Carneiro et al., 1999). No entanto, verificou-se uma tendência para um maior peso radicular das plantas testemunha, em sete das nove cultivares testadas. Como foram observadas em geral galhas pequenas, a formação de galhas radiculares poderá não ter tido efeito, no peso da raiz, superior ao resultante da infecção pelos nemátodes. As cultivares Aintree, Snowstorm, Tarrestre e Vagem Rajada apresentaram raízes muito danificadas pela presença do nemátode, dado o número elevado de galhas observadas. Estes resultados corroboram um estudo conduzido por Veech & Endo (1970), que sugere que a cultivar Bencanta foi a mais resistente à infecção por *M. javanica*. No entanto, tanto a cultivar Bencanta como a Oriente foram consideradas hipersuscetíveis a *M. javanica*, no presente trabalho.

Tendo um maior número de galhas, seria de esperar que as raízes das cultivares Aintree e Snowstorm suportassem maior número de massas de ovos. No entanto, o maior número de massas de ovos foi observado nas raízes da cultivar Tarrestre. No caso da cultivar White Emergo Snowy, os nemátodes não tiveram tanta facilidade em reproduzir-se, como evidenciado pelo menor número de massas de ovos presentes nas raízes.

O número de ovos por grama de raiz reflete melhor a reprodução do nemátode no hospedeiro, ao ter em conta a massa fresca de raiz que estará a suportar o seu desenvolvimento e reprodução. Embora, no presente trabalho, o menor número de ovos por grama de raiz tenha sido produzido na cultivar White Emergo Snowy, as cultivares Bencanta e Oriente foram as que apresentaram maior grau de resistência ao nemátode. Isto poderá ser explicado pelo facto de a cultivar White Emergo Snowy ter tido um peso radicular médio relativamente inferior, em relação ao das cultivares Bencanta e Oriente.

As cultivares Aintree, Bragançano, Feijão de 7 Anos, Snowstorm, Tarrestre, Vagem Rajada e White Emergo Snowy mostraram ser hospedeiras suscetíveis a *M. javanica*, resultados semelhantes aos obtidos por outros autores (Di Vito et al., 2007; Juliatti et al., 2010; Baida et al., 2011). As cultivares Bencanta e Oriente apresentaram os valores de Rf mais baixos, sendo classificadas como hipersuscetíveis (Sasser et al., 1984). No entanto, é de sublinhar que a classificação de resistência ou tolerância diz sempre respeito ao binómio cultivar-nemátode. De facto, a cultivar Bencanta já foi referida como suscetível a outra espécie de NGR, *M. megadora* (Almeida & Santos, 2002). A principal diferença entre estas duas cultivares reside no facto de Bencanta apresentar valores de GI e Rf inferiores, em comparação com a cultivar Oriente.

No presente trabalho, as cultivares da espécie *P. coccineus* apresentaram sistemas radiculares extensos, embora tenham sido consideradas suscetíveis a *M. javanica*. Por outro lado, embora uma combinação bem-sucedida de enxerto e porta-enxerto possa potenciar a tolerância aos NGR, muitos porta-enxertos em uso poderão ser completamente suscetíveis mas, por terem sistemas radiculares extensos, conseguem mitigar os danos causados às raízes, comportando-se como tolerantes (Giannakou & Karpouzas, 2003). É de evidenciar que as cultivares da espécie *P. coccineus* avaliadas, não se comportaram como resistentes ou tolerantes a *M. javanica*. Não se justifica, portanto, enxertar cultivares comerciais (como Oriente) ou cultivares nacionais melhoradas (como Bencanta) em porta-enxertos de *P. coccineus* para cultivo em zonas infestadas com NGR, sem antes se testar a sua resistência ou tolerância a estes nemátodes.

Conclusões

Pode salientar-se que as cultivares Bencanta e Oriente apresentaram resultados promissores em relação à sua utilização na enxertia de hortícolas, uma vez que sofreram menos danos pelo nemátode e limitaram a sua reprodução, em comparação com as outras cultivares suscetíveis avaliadas. Perante os resultados obtidos, justifica-se uma investigação mais aprofundada para testar e avaliar a viabilidade da sua utilização na enxertia de feijoeiro, em condições controladas e no campo, e na presença de outras espécies de NGR.

Agradecimentos

Às empresas Alípio Dias & Irmão Lda. e Tozer Iberica SL, e à Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, pela amabilidade na cedência das sementes usadas nos ensaios; ao Laboratório de Nematologia da Universidade de Coimbra, pela facilidade na disponibilização do isolado da espécie *Meloidogyne javanica*. A autora Sofia Costa recebe financiamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, através de uma bolsa de pós-Doutoramento com a referência SFRH/BPD/102438/2014. Este trabalho tem o apoio do Programa Estratégico UID/BIA/04050/2013 (POCI-01-0145-FEDER-007569), financiado por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, e pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do COMPETE 2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI).

Referências

- Almeida, A.M.S.F. de & Santos, M.S.N. de A. 2002. Resistance and host-response of selected plants to *Meloidogyne megadora*. *Journal of Nematology* 34:140-142.
- Baida, F.C., Santiago, D.C., Takahashi, L.S.A., Athanázio, J.C., Stroze, C.T. & Arieira, G.O. 2011. Host suitability of snap bean (*Phaseolus vulgaris*) strains to *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. *Nematropica* 41:62-67.
- Carneiro, R.G., Mazzafera, P. & Ferraz, L.C.C.B. 1999. Carbon partitioning in soybean infected with *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. *Journal of Nematology* 31:348-355.
- Costa, S.R. 2015. Ecologia de nemátodes e seu interesse na enxertia de plantas hortícolas. In: Agrotec – Revista técnico-científica agrícola 14:28-30.
- Di Vito, M., Parisi, B. & Catalano, F. 2007. Pathogenicity of *Meloidogyne javanica* on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in pots. *Nematropica* 37:339-344.

- Giannakou, I.O. & Karpouzas, D.G. 2003. Evaluation of chemical and integrated strategies as alternatives to methyl bromide for the control of root-knot nematodes in Greece. *Pest Management Science* 59:883-892.
- Hartman, K. 1983. Enhancement technique for egg masses of the root-knot nematode with phloxine B. Proc. Third Research & Planning Conference on Root-knot Nematodes, *Meloidogyne* spp. Lima, Peru 22-26 March. p.130.
- Hooks, C.R.R., Wang, K.H. Ploeg, A. & McSorley, R. 2010. Using marigold (*Tagetes* spp.) as a cover crop to protect crops from plant-parasitic nematodes. *Applied Soil Ecology* 46:307-320.
- Hussey, R.S. & Barker, K.R. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Report* 57:1025-1028.
- Jones, J.T., Haegeman, A., Danchin, E.G.J., Gaur, H.S., Helder, J., Jones, M.G.K., Kikuchi, T., Manzanilla-López, R., Palomares-Rius, J.E., Wesemael, W.M.L. & Perry, R.N. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology* 14:946-961.
- Juliatti, F.C., Walber, R. Santos, M.A. & Sagata, E. 2010. Reação de acessos de feijoeiro a nematóides das galhas. *Bioscience Journal* 26:763-769.
- Mourão, I. de M. & Brito, L.M. 2014. A enxertia em culturas hortícolas. *Agrotec – Revista Técnico-Científica Agrícola* 12:43-46.
- Mullin, B.A., Abawi, G.S., Pastor-Corrales, M.A. & Kornegay, J.L. 1991. Reactions of selected bean pure lines and accessions to *Meloidogyne* species. *Plant Disease* 75:1212-1216.
- Peil, R.M. 2003. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. *Ciência Rural* 33:1169-1177.
- Piskiewicz, A.M., Duyts, H. & van der Putten, W.H. 2008. Multiple species-specific controls of root-feeding nematodes in natural soils. *Soil Biology and Biochemistry* 40:2729-2735.
- Sasser, J.N., Carter, C.C. & Hartman, K.M. 1984. Standardization of Host Suitability Studies and Reporting of Resistance to Root-Knot Nematodes. North Carolina State University Graphics, Raleigh.
- Silva, C.I.C.A.V. da 2012. Nematodocidas botânicos no controlo do nemátode-das-galhas-radiculares, *Meloidogyne javanica*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Biologia – Universidade do Minho, Portugal.
- Taylor, A.L. & Sasser, J.N. 1978. Breeding plant cultivars for resistance to *Meloidogyne* species. p. 37-106. In: *Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne spp.)*. North Carolina State University Graphics, Raleigh.
- Theodoropoulou, A., Giotis, C., Hunt, J., Gilroy, J., Toufexi, E., Liopa-Tsakalidis, A., Markellou, A., Lueck, L., Seal, C. & Leifert, C. 2007. Effect of variety choice and use of resistant rootstock on crop yield and quality parameters of tomato plants grown in organic, low input and conventional production systems/growth media. Proc. Improving Sustainability in Organic and Low Input Food Production Systems. Germany, 20-23 March. p. 177-181.
- Veech, J.A. & Endo, B.Y. 1970. Comparative morphology and enzyme histochemistry of root-knot resistance and susceptible soybean. *Phytopathology* 60:896-902.
- Verdejo-Lucas, S., Blanco, M., Cortada, L. & Sorribas, F.J. 2013. Resistance of tomato rootstocks to *Meloidogyne arenaria* and *Meloidogyne javanica* under intermittent elevated soil temperatures above 28°C. *Crop Protection* 46:57-62.

Quadro 1 – Cultivares das duas espécies do género *Phaseolus*, pertencentes a três categorias (L1, L2 e L3), utilizadas nos ensaios.

Espécie	Cultivar	Categoria
<i>P. vulgaris</i>	Bencanta	Nacional Melhorada (L2)
	Bragançano	Nacional Melhorada (L2)
	Oriente	Comercial (L1)
	Tarrestre	Tradicional (L3)
	Vagem Rajada	Nacional Melhorada (L2)
<i>P. coccineus</i>	Aintree	Comercial (L1)
	Feijão de 7 Anos	Tradicional (L3)
	Snowstorm	Comercial (L1)
	White Emergo Snowy	Comercial (L1)

Quadro 2 – Grau de resistência (DR) das cultivares de feijoeiro testadas a *Meloidogyne javanica*, segundo Sasser et al. (1984).

Cultivar	Rf*	Eficiência do hospedeiro	GI*	Danos ao hospedeiro	DR
Aintree	12,5 ± 15,2	>1	4,6 ± 0,5	>2	Suscetível
Bencanta	0,6 ± 0,2	<1	3,2 ± 0,8	>2	Hipersuscetível
Bragança	1,8 ± 2,7	>1	4,0 ± 0,7	>2	Suscetível
Feijão de 7 Anos	3,8 ± 0,9	>1	4,2 ± 0,4	>2	Suscetível
Oriente	0,8 ± 0,3	<1	4,2 ± 0,4	>2	Hipersuscetível
Snowstorm	14,0 ± 8,6	>1	5,0 ± 0	>2	Suscetível
Tarrestre	16,2 ± 14,4	>1	4,6 ± 0,5	>2	Suscetível
Vagem Rajada	7,0 ± 6,2	>1	4,6 ± 0,5	>2	Suscetível
White Emergo	2,1 ± 0,8	>1	4,4 ± 0,5	>2	Suscetível

*Rf – fator de reprodução; *GI – índice de galhas; *os dados apresentados são a média ± desvio-padrão das repetições analisadas.

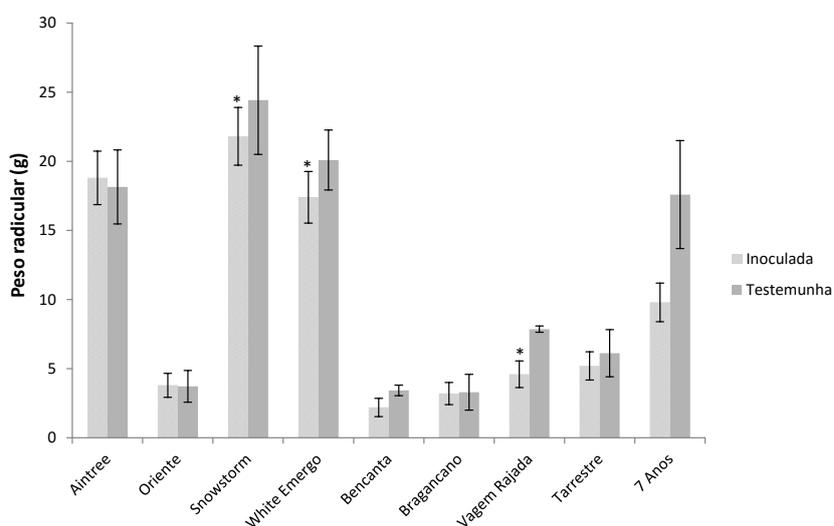


Figura 1 – Peso fresco da parte radicular das cultivares testadas, 60 dias após a inoculação com 5 000 ovos e J2 de *Meloidogyne javanica*. Os valores apresentados são a média de 5 repetições ± erro padrão. Os valores assinalados com asterisco indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

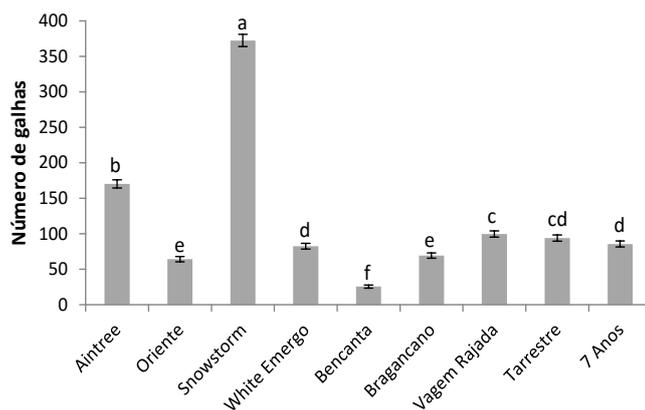


Figura 2 – Número de galhas produzidas no sistema radicular das cultivares testadas, 60 dias após a inoculação com 5 000 ovos e J2 de *Meloidogyne javanica*. Os valores apresentados são a média de 5 repetições ± erro padrão. Os valores acompanhados da mesma letra não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

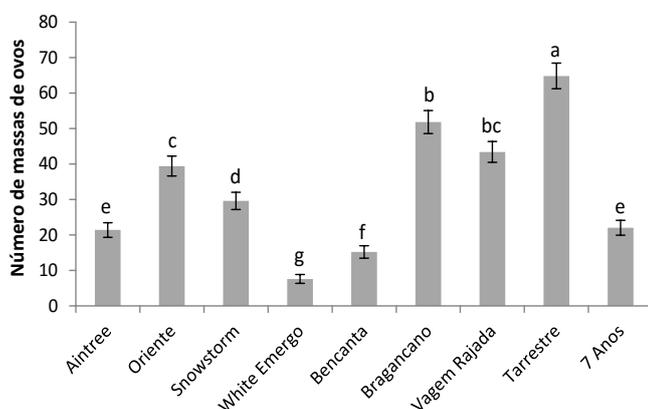


Figura 3 – Massas de ovos produzidas por grama de raiz nas cultivares testadas, 60 dias após a inoculação com 5 000 ovos e J2 de *Meloidogyne javanica*. Os valores apresentados são a média de 5 repetições ± erro padrão. Os valores acompanhados da mesma letra não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

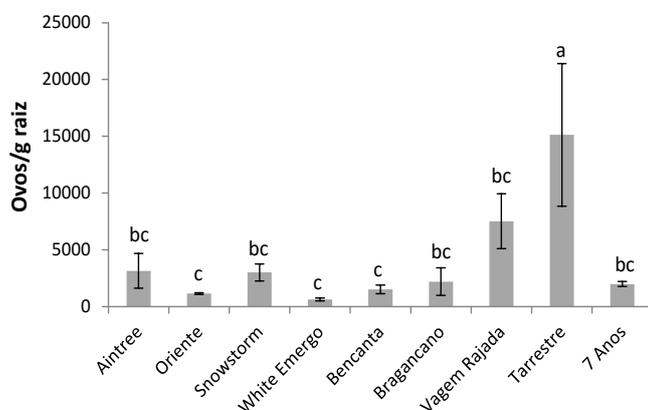


Figura 4 – Número de ovos por grama de raiz das cultivares testadas, 60 dias após a inoculação com 5 000 ovos e J2 de *Meloidogyne javanica*. Os valores apresentados são a média de 5 repetições ± erro padrão. Os valores acompanhados da mesma letra não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Uso de fungos antagonistas no controlo de doenças de plantas

Francisco Bueno-Pallero¹, Luísa Coelho¹, João Duarte¹, Mário Reis^{1,2}, Carlos Guerrero^{1,2}, Lúcia Dionísio^{1,2}

¹ Universidade do Algarve, FCT, Campus de Gambelas, 8005-114 Faro, Portugal, fbuenopallero@gmail.com

² MeditBio, Centre for Mediterranean Bioresources and Food, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas – Edifício 8, 8005-139 Faro, Portugal.

Resumo

Os microrganismos antagonistas manifestam capacidade supressiva para determinadas doenças das plantas, que pode, em algumas situações, permitir a sua utilização na proteção das plantas contra doenças. Uma das características dos fungos do género *Trichoderma* é a sua capacidade de produzir compostos que inibem o crescimento quer de outros fungos quer de bactérias existentes no solo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito antagonista de *Trichoderma gamsii* contra o fungo fitopatogénico *Curvularia* sp. ambos provenientes da coleção de fungos da Universidade do Algarve. Os ensaios foram realizados *in vitro* e *in vivo*. Para o ensaio *in vitro*, recorreu-se ao método de oposição direta. As culturas dos fungos foram obtidas em meio PDA, com incubação a 25°C. Avaliou-se o tipo de interação entre as colónias do fungo antagonista e do fitopatogénico, assim como a percentagem de inibição e a taxa de crescimento de ambos. Os ensaios *in vivo* decorreram em vasos com um volume de 766 cm³, onde se semeou *Agrostis stolonifera* var. *palustris*. O fungo antagonista foi inoculado no início do ensaio e o fitopatogénico sete dias depois. A evolução da mancha foliar causada pelo alastrar da doença nas plantas foi monitorizada diariamente.

Verificou-se que *T. gamsii* apresentou capacidade supressiva contra o fungo fitopatogénico testado, tanto *in vitro* como *in vivo*. Futuramente serão testados outros fungos fitopatogénicos, de forma a promover o controlo biológico das doenças de plantas, reduzindo o recurso aos fitofármacos e contribuindo para a proteção do ambiente e da saúde pública.

Palavras-chave: controlo biológico, fungos fitopatogénicos, *Curvularia*, *Trichoderma gamsii*

Abstract

Use of antagonistic fungi in the control of plant diseases

Antagonistic microorganisms exhibit suppressive capacity for certain plant diseases. Thus, in some situations, they can be used to protect plants against diseases. One of the characteristics of the genus *Trichoderma* is its ability to produce compounds that inhibit the growth of other fungi or bacteria in the soil.

This study aimed to evaluate the antagonistic effect of *Trichoderma gamsii* against the phytopathogenic fungus *Curvularia* sp., both from the fungi collection of the University of Algarve. Assays were performed *in vitro* and *in vivo*. For the *in vitro* assay, the direct opposition method was used. Cultures of the fungi were grown in PDA medium with incubation at 25°C. The type of interaction between the antagonistic and the phytopathogenic fungi, as well as the inhibition percentage and the growth rate of both fungi, were evaluated. *In vitro* testing took place in 766 cm³ pots, where *Agrostis stolonifera* var. *palustris* was sown. The antagonistic fungus was inoculated at the beginning of the assay and the phytopathogenic fungus was inoculated seven days later. The progression of the disease caused by the spread of the pathogenic fungus on plants was monitored daily.

The results suggested that *T. gamsii* had suppressive capability against the phytopathogenic fungus tested, both *in vitro* and *in vivo*. In the future, other phytopathogenic fungi will be tested in order to promote the biological control of plant diseases, reducing the use of pesticides and contributing to the protection of the environment and the public health.

Keywords: biological control, phytopathogenic fungi, *Curvularia*, *Trichoderma gamsii*

Introdução

O crescente conhecimento dos efeitos negativos dos fitofármacos no meio ambiente e na saúde pública exige o desenvolvimento e a implementação de estratégias relacionadas com o controlo biológico das doenças e pragas das plantas. O recurso a compostos ricos em microrganismos

antagonistas, com capacidade de suprimir agentes patogénicos (Barker, 2001; Reis & Coelho, 2011), é uma oportunidade para o desenvolvimento da agricultura biológica (Mehta et al., 2014), sendo ainda necessário aprofundar o conhecimento científico, para que o mercado europeu invista nestes produtos como meio de luta na protecção das culturas (Castaño et al., 2013). Pode-se também recorrer à aplicação dos fungos antagonistas sobre as culturas, empregando produtos comerciais (Chet & Inbar 1994; Infante et al. 2009).

Trichoderma gamsii foi descrito como sendo um fungo antagonista, além de apresentar outras capacidades interessantes no controlo biológico, como o endofitismo e a promoção do crescimento das plantas. Este fungo apresenta uma primeira fase de crescimento com micélio branco, passando mais tarde para uma cor esverdeada, quando começa a produzir esporos; produz um odor característico que ajuda no rápido reconhecimento do género (Rinu et al., 2014). O género *Trichoderma* pertence aos Deuteromicetes e ao grupo de fungos filamentosos (Hyphomycete). Sabe-se que este antagonista apresenta capacidade supressiva para fungos fitopatogénicos, mostrando propriedades adequadas para o controlo biológico (Zhang et al., 2015).

Neste estudo pretendeu-se estudar o efeito de *T. gamsii* no controlo do fungo fitopatogénico *Curvularia* sp. O género *Curvularia* é bem conhecido por apresentar muitas espécies patogénicas para humanos e plantas (Manamgoda et al. 2015). *Curvularia* spp. causa manchas nas folhas e podridão das raízes de leguminosas e gramíneas (Agrios, 1997).

Material e métodos

Ensaio *in vitro*

Com recurso a material esterilizado, retirou-se micélio dos fungos em estudo, com auxílio de um cilindro metálico de 6,5 mm de diâmetro. Os cilindros com o micélio do fungo antagonista e do fitopatogénico foram colocados em meio PDA e à distância de 40 mm entre si, conforme descrito por Fokkema (1973). Cilindros com micélio, quer do fungo antagonista quer do fitopatogénico, foram colocados a crescer individualmente em meio PDA. O ensaio foi realizado em triplicado e a incubação decorreu à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Registaram-se os dados do crescimento radial dos fungos, ao longo de 7 dias, a partir dos quais foram calculadas as taxas médias de crescimento e a percentagem de inibição. A percentagem de inibição foi calculada utilizando o crescimento radial do fungo fitopatogénico *Curvularia* (C) e o crescimento radial do fungo fitopatogénico na presença do antagonista *T. gamsii* (T), através da seguinte equação (Nikolajeva, 2012):

$$\text{Percentagem de inibição} = (C-T)/C \times 100$$

Ensaio *in vivo*

O ensaio decorreu no Horto do *Campus* de Gambelas, da Universidade do Algarve. O Algarve é uma região com clima Mediterrânico, de acordo com a classificação de Köppen (1936), com verões quentes e secos e invernos amenos.

Semeou-se, em vasos com uma superfície de 113,09 cm² e uma altura de 6,77 cm (766 cm³), relva *Agrostis stolonifera* var. *palustris*, com uma densidade de 5 g m⁻². Como substrato utilizou-se areia fina, habitualmente utilizada nos campos de golfe. O ensaio decorreu ao ar livre, simulando as condições de cultivo habituais na região. A rega foi efectuada diariamente com solução nutritiva *Peters foliar feed* (Everris, Heerlen, Holanda) a 0,5 g L⁻¹. Foram incluídos três tratamentos, com inoculação de (1) unicamente o antagonista *T. gamsii*, (2) unicamente o fungo fitopatogénico *Curvularia* sp. (3) e combinação de antagonista e fitopatogénico. Cada tratamento constou de três repetições.

Vinte e um dias após a sementeira, procedeu-se à pulverização de uma suspensão de 1×10^7 cm⁻³ de esporos do antagonista *T. gamsii*. Passados 7 dias inoculou-se o fungo fitopatogénico sobre o relvado, usando uma suspensão com a mesma concentração que a do antagonista. Após a inoculação do fungo fitopatogénico, procedeu-se à monitorização dos vasos, para registar o aparecimento da doença e o número de manchas, por vaso. Em cada vaso foi determinada a área afetada pela doença, por medição de dois diâmetros perpendiculares em cada mancha.

Os fungos, antagonista e fitopatogénico, usados nos ensaios *in vitro* e *in vivo*, fazem parte da coleção de fungos da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve, cortesia do Laboratório de Microbiologia. Para preparar as suspensões de esporos, tanto do antagonista como do fungo fitopatogénico, estes foram retirados de culturas puras, em meio de cultura PDA, com auxílio de uma zaragatoa estéril. Colocaram-se numa solução de PBS e Tween 20 a 0,05% (Klingen, 2002), sendo a suspensão homogeneizada de seguida para que os esporos ficassem bem desagregados. Para enumeração dos esporos recorreu-se a uma Câmara de Neubauer, de forma a obter uma suspensão com uma concentração de esporos de 1×10^7 cm⁻³.

Análise estatística

Os resultados relativos ao crescimento radial dos fungos, bem como ao número e área de manchas provocadas pelo desenvolvimento do fungo fitopatogénico nas plantas, foram sujeitos a uma análise da variância e ao teste de separação de médias de Duncan, com programa de estatística SPSS® (versão 22.0, SPSS Inc.). As diferenças foram consideradas significativas para $p < 0,05$.

Resultados e discussão

Ensaio *in vitro*

A taxa média de crescimento do fungo fitopatogénico foi $0,191 \text{ mm h}^{-1}$ e a do fungo antagonista, *T. gamsii*, $0,229 \text{ mm.h}^{-1}$, ambos em cultura pura, enquanto na presença do antagonista, o fungo fitopatogénico apresentou uma taxa de crescimento de $0,076 \text{ mm h}^{-1}$. Os dados obtidos e analisados não diferiram significativamente, de acordo com o teste de separação de médias de Duncan, ao nível de confiança de 95%.

Em placa, o crescimento do fungo patogénico foi inibido até 40% na presença do fungo antagonista. Segundo Wheeler & Hocking (1993), que adaptaram de Magan & Lacey (1984), o tipo de interação entre as duas colónias de fungos classifica-se como uma interação ou inibição de uma das duas espécies em contacto. A espécie inibida (fungo fitopatogénico) continuou a crescer com uma redução muito significativa da sua taxa de crescimento, enquanto a espécie antagonista continuou a crescer a uma taxa ligeiramente reduzida, ou mesmo sem variação no seu desenvolvimento. Este resultado é concordante com o verificado por Coelho et al. (2009), onde *Trichoderma* sp. suprimiu o desenvolvimento de outros fitopatogénicos.

Ensaio *in vivo*

Nos ensaios que decorreram *in vivo*, verificou-se que o antagonista inibiu o crescimento do fungo fitopatogénico até ao dia 17, altura em surgiu a primeira mancha indicadora da doença (fig. 1). Nos vasos onde apenas se inoculou o fungo fitopatogénico, as manchas foliares surgiram ao quinto dia após a inoculação. Estatisticamente, observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) até ao dia 26 entre o tratamento onde o fungo fitopatogénico cresceu sozinho e onde se inoculou também o antagonista. No final do ensaio (dias 29 e 31), não se observaram diferenças significativas no número de manchas (fig. 1).

Analisando a área do relvado afectada pelas manchas, verificou-se o efeito supressivo que *T. gamsii* apresentou sobre o fungo fitopatogénico testado. Assim, no tratamento onde se inoculou o antagonista e o fungo fitopatogénico, observou-se que a área afectada pela doença foi inferior à área observada no tratamento onde o antagonista não foi inoculado. O tratamento preventivo da doença com *T. gamsii* também permitiu atrasar o aparecimento das manchas foliares (fig. 2 Figura).

De acordo com Kwok et al. (1987), *Trichoderma* spp. é capaz de eliminar fungos patogénicos das plantas, causando-lhe a morte. Pode também atuar por antibiose, produzindo gliotoxina, (Pane & Zaccardelli, 2014) que reduz a taxa de crescimento de fungos fitopatogénicos e evita a sua entrada em plantas saudáveis.

A capacidade supressiva de *Trichoderma* spp. em doenças do solo foi demonstrada por vários autores (Trillas et al. 2006, Coelho et al., 2009, Sant, 2010, Pugliese et al. 2011), sendo a espécie *T. harzianum* a mais estudada. *Trichoderma gamsii* tem sido menos estudada, mas alguns autores descreveram a sua capacidade supressiva em fungos fitopatogénicos como o género *Fusarium* em culturas de trigo (Baroncelli et al, 2016).

Conclusões

Este trabalho permitiu-nos testar o efeito supressivo de *T. gamsii* sobre um fungo fitopatogénico, mostrando resultados positivos no ensaio *in vivo*, com redução do tempo de aparecimento da doença, do número de manchas foliares e da área de relvado afetada pela doença. Uma vez que o fungo antagonista foi inoculado antes do patogénico, conclui-se que *T. gamsii* pode ser um agente de controlo biológico em tratamentos preventivos. Assim, torna-se necessário, em ensaios futuros, testar o seu efeito em tratamentos curativos e com outros fitopatogénicos, contribuindo para que no controlo de doenças das plantas se recorra cada vez mais a meios biológicos e se reduzam os produtos químicos.

Referências

Agrios, G.N. 1997. Plant diseases caused by fungi. In: Plant pathology. (4th edition). Academic Press. San Diego, California, USA.

- Barker, A.V. 2001. Compost utilization in soil production and turf management. In: Stoffella, P.J. & Kahn, B.A. (eds.) Compost utilization in horticultural cropping systems. Lewis Publications. Boca Raton. 201-225.
- Baroncelli, R., Zapparata, A., Piaggieschi, G., Sarrocco, S. & Vannacci, G. 2016. Draft Whole-Genome sequence of *Trichoderma gamsii* T6085, a promising biocontrol agent of *Fusarium* head blight on wheat. *Genome announcements* 4 (1):e01747-15.
- Castaño, R., Borrero, C., Trillas, M.I. & Avilés, M. 2013. Selection of biological control agents against tomato *Fusarium* wilt and evaluation in greenhouse conditions of two selected agents in three growing media. *BioControl* 58:105-116.
- Chet, I & Inbar, J. 1994. Biological control of fungal pathogens. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 48:1, 37-43.
- Coelho, L., Reis, M. & Dionísio, L. 2009. Capacidade supressiva de *Trichoderma* sp. para doenças do solo. Livro de Resumos do Encontro Anual da Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo, Faro, Portugal, 8-10 Julho.
- Fokkema, N.J. 1973. The role of saprophytic fungi in antagonism against *Dreschlera sorokiniana* (*Helminthosporium sativum*) on agar plates and on rye leaves with pollen. *Physiological Plant Pathology* 3:195-205.
- Infante, D, Martínez, B., González, N. & Reyes, Y. 2009. *Trichoderma* mechanisms of action against phytopathogen fungi. *Revista de Protección Vegetal* 24:1.
- Klingen, I., Meadow, R. & Aandal, T. 2002. Mortality of *Delia floralis*, *Galleria mellonella* and *Mamestra brassicae* treated with insect pathogenic hyphomycetous fungi. *Journal of Applied Entomology* 126 (5):231-237.
- Kwok, O.C.H., Fahy, P.C., Hoitink, H.A.J. & Kuter, G.A. 1987. Interactions between bacteria and *Trichoderma hamatum* in suppression of *Rhizoctonia* damping-off in bark compost media. *Phytopathology* 77:1450-1456.
- Magan, N. & Lacey, J. 1984. The effect of water activity, temperature and substrate on interaction between field and storage fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 92:83-93.
- Manamgoda, D.S., Rossman, A.Y., Castlebury, L.A., Chukeatirote, E. & Hyde, K.D. 2015. A taxonomic and phylogenetic re-appraisal of the genus *Curvularia* (*Pleosporaceae*): human and plant pathogens. *Phytotaxa* 212 (3):175-198.
- Mehta, C.M., Uma Palni, Franke-Whittle, I.H. & Sharma, A. K. 2014. Compost: Its role, mechanism and impact on reducing soil-borne plant diseases. *Waste Management* 34:607-622.
- Nikolajeva, V., Petrina, Z., Vulfa, L., Alksne, L., Eze, D., Grantina, L., Gaitnieks, T. & Lielpetere, A. 2012. Growth and antagonism of *Trichoderma* spp. and conifer pathogen *Heterobasidion annosum* s.l. *in vitro* at different temperatures. *Advances in Microbiology* 2:295-302.
- Pane, C. & Zaccardelli, M. 2014. Principles of Compost-based Plant Diseases Control and Innovative New Developments. p. 151-171. In: Maheswari, D. (ed). *Composting for Sustainable Agriculture*. Springer. London.
- Pugliese, M., Liu, B., Gullino, M. L. & Garibaldi, A. 2011. Microbial enrichment of compost with biological control agents to enhance suppressiveness to four soil-borne diseases in greenhouse. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 118 (2):45-50.
- Reis, M. & Coelho, L. 2011. Controlling *Rhizoctonia solani* in cucumber using compost of agro-industrial residues. *Acta Horticulturae*, 1013:499-505.
- Rinu, K., Sati, P. & Pandey, A. 2014. *Trichoderma gamsii* (NFCCI 2177): a newly isolated endophytic, psychrotolerant, plant growth promoting and antagonistic fungal strain. *Journal of Basic Microbiology* 54(5):408-17.
- Sant, D., Casanova, E., Segarra, G., Avilés, M., Reis, M. & Trillas, M.I. 2010. Effect of *Trichoderma asperellum* strain T34 on *Fusarium* wilt and water usage in carnation grown on compost-based growth medium. *Biological Control* 53:291-296.
- Trillas, M.I., Casanova, E., Cotxarrera, L., Ordovás, J., Borrero, C. & Avilés, M. 2006. Composts from agricultural waste and *Trichoderma asperellum* strain T-34 suppress *Rhizoctonia solani* in cucumber seedlings. *Biological Control* 39:32-38.
- Wheeler, K.A. & Hocking, A.D. 1993. Interactions among xerophilic fungi associated with dried salted fish. *J. Appl. Bacteriology* 74:164-169.
- Zhang, X., Harvey, P.R., Stummer, B.E., Warren, R.A., Zhang, G., Guo, K., Li, J. & Yang, H. 2015. Antibiosis functions during interactions of *Trichoderma afroharzianum* and *Trichoderma gamsii* with plant pathogenic *Rhizoctonia* and *Pythium*. *Functional & Integrative Genomics* 15:599-610.

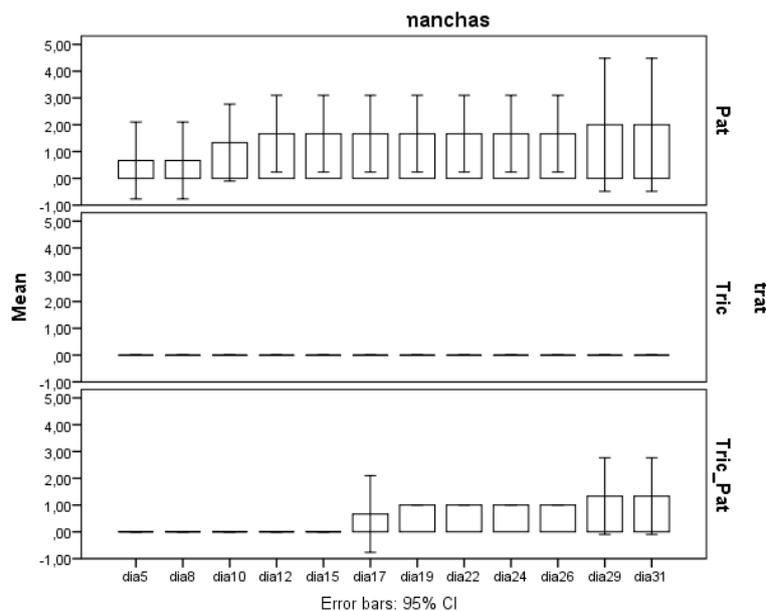


Figura 1 – Número de manchas foliares em *Agrostis stolonifera* var. *palustris* durante o ensaio *in vivo* de interação entre o fungo antagonista *Trichoderma gamsii* e um fungo fitopatogénico nos vários tratamentos. Onde: Pat, aplicação do fungo fitopatogénico; Tric, aplicação de *T. gamsii*; Tric_Pat, aplicação do fungo fitopatogénico e de *T. gamsii*. Os valores apresentados referem-se à média de três repetições. As caixas fechadas indicam o número médio de manchas para cada dia e tratamento. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%.

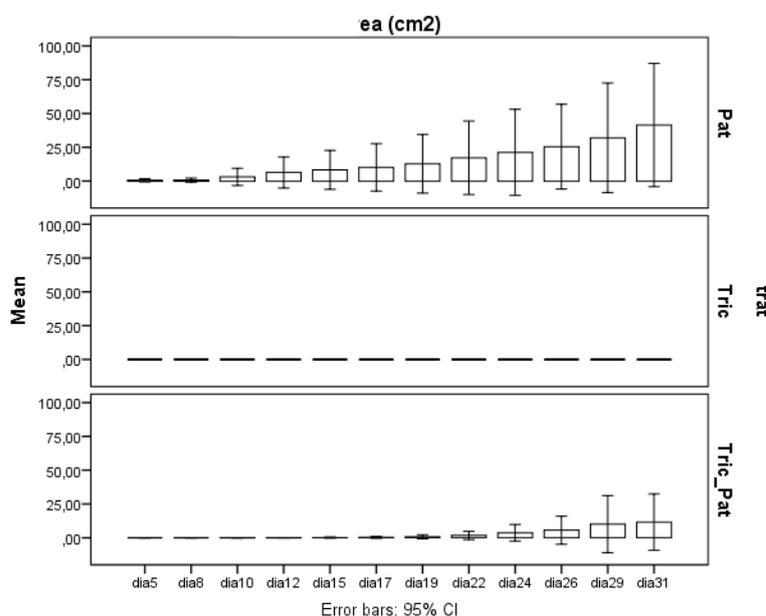


Figura 2 – Área (cm²) das manchas foliares em *Agrostis stolonifera* var. *palustris* durante o ensaio *in vivo* de interação entre o fungo antagonista *Trichoderma gamsii* e um fungo fitopatogénico. Onde: Pat, aplicação do fungo fitopatogénico; Tric, aplicação de *T. gamsii*; Tric_Pat, aplicação do fungo fitopatogénico e de *T. gamsii*. As caixas fechadas indicam a média da área das manchas para cada dia e tratamento. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%.

Diversidade de himenópteros associados à cultura da oliveira (*Olea europaea* L.) no sul de Portugal

Maria Albertina Gonçalves

Universidade do Algarve/FCT, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal
MedtiBio- Centre for Mediterranean Bioresources and Food, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal
magoncal@ualg.pt

Resumo

A cultura da oliveira é cada vez mais vista no nosso País como um importante recurso económico. Como as demais culturas, também ela é acometida por diversos problemas fitossanitários. No entanto, os tratamentos efetuados contra as pragas e doenças do olival não são muito frequentes, pelo que é possível encontrar uma boa quantidade de inimigos naturais. A ordem Hymenoptera destaca-se por lhe estarem associados muitos insetos auxiliares do olival. No período compreendido entre abril de 2006 e abril de 2015 realizaram-se estudos em dois olivais, com o objetivo de contribuir para o conhecimento da abundância e diversidade de insetos auxiliares da ordem Hymenoptera associados à oliveira, na região do Algarve. Os estudos foram realizados em olivais situados em dois concelhos desta região, concretamente em S. Brás de Alportel e em Loulé. Diversas técnicas de amostragem foram utilizadas consoante a sua finalidade: armadilhas cromotrópicas amarelas com adesivo, armadilhas de queda e coleta de material vegetal, nomeadamente raminhos de folhas, inflorescências e frutos. As amostragens tiveram uma periodicidade quinzenal.

Os resultados obtidos indicaram que os himenópteros auxiliares que habitam o ecossistema olival pertencem às famílias Braconidae, Encyrtidae, Eulophidae, Formicidae e Trichogrammatidae, com domínio da família Braconidae. Exemplares desta família foram capturados em armadilhas amarelas adesivas, com 57% e 53% de abundância relativa; armadilhas de queda, com 26% e 28% de abundância relativa; e ainda a partir de material vegetal, com um número total de 196 e 191 exemplares, em Loulé e S. Brás, respetivamente. Encyrtidae, Eulophidae e Trichogrammatidae foram capturados em armadilhas amarelas adesivas e a partir de material vegetal, em ambos os olivais. Exemplares de Formicidae apenas se capturaram nas armadilhas de queda, com 74% e 72% de abundância relativa, em Loulé e S. Brás, respetivamente.

Palavras-chave: olival, auxiliares, técnicas de amostragem, Algarve

Abstract

Hymenoptera diversity associated with the culture of the olive tree (*Olea europaea* L.), in southern Portugal

The culture of the olive tree is increasingly seen in Portugal as an important economic resource. As any other crops it is also affected by several insect pests. However, the treatments applied against their pests are infrequent and therefore it is possible to find a fair amount of natural enemies. The order Hymenoptera stands out for being associated with it many auxiliary insects of the olive grove. During the period between April 2006 and April 2015 studies were carried out in *Olea europaea* orchards aiming to contributing for the knowledge of abundance and diversity of auxiliary insects of the order Hymenoptera associated to olive tree, in the Algarve region. The trials were conducted in two olive orchards, one located in S. Brás de Alportel and the other in Loulé. Several sampling techniques were used according to its purpose: yellow sticky traps, pitfall traps and collection of plant material such as branches with leaves, flowers and fruits. The samples were collected biweekly.

The results indicated that the auxiliaries of the Hymenoptera order inhabiting the ecosystem olive grove belong to the following families: Braconidae, Encyrtidae, Eulophidae, Formicidae and Trichogrammatidae. For these groups the most representative was the Braconidae family. Specimens of this family were captured on the yellow sticky traps with a relative importance of 57% and 53%; on the pitfall traps with a relative importance of 26% and 28%, and also from plant material with a total number of 196 and 191 specimens for Loulé and S. Brás, respectively. Specimens of the Encyrtidae, Eulophidae and Trichogrammatidae families were captured on yellow sticky traps and from plant material. Formicidae specimens were only captured in pitfall traps with a relative abundance of 74% and 72% for Loulé and S. Brás, respectively.

Keywords: olive grove, auxiliaries, sampling techniques, Algarve

Introdução

A oliveira, *Olea europaea* L. (Oleaceae), é uma das plantas cultivadas mais antigas na região da bacia mediterrânea e faz parte da paisagem natural desta região. Originária da Ásia menor, foi difundida pela região mediterrânea através das invasões e trocas comerciais que se deram nesta região. Actualmente encontra-se amplamente difundida, sendo o seu cultivo prática corrente nas Américas, África do Sul, Austrália e Japão (Lobo, 2005). O interesse pelo seu cultivo reside na importância dos seus frutos, as azeitonas, utilizados para os mais diversos fins: alimentação, medicina, cosmética, entre outros.

A oliveira é uma árvore robusta e bem adaptada às condições edafoclimáticas da região mediterrânea. No entanto, como qualquer outra, esta cultura também pode ser acometida por vários problemas sanitários, tais como pragas e doenças. Relativamente às pragas, assumem particular importância os artrópodes da classe Insecta. Por serem várias as espécies de insetos que podem atacar o olival, esta classe representa o grupo de artrópodes, associado à cultura da oliveira, mais estudado (Gonçalves, 2014). Na zona da bacia mediterrânea, a mosca da azeitona, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) e a traça da oliveira, *Prays oleae* (Bernard) (Lepidoptera: Hyponeumetidae), são considerados os insetos mais importantes da cultura, pelos prejuízos que lhe podem causar (Gonçalves & Andrade, 2010; Gonçalves & Andrade, 2012a). No entanto, também é na classe Insecta que se encontra a maior diversidade de auxiliares (predadores ou parasitóides) do olival (Gonçalves & Andrade, 2011). Os insetos auxiliares assumem particular importância no ecossistema olival contribuindo, desde modo, para o controlo natural de potenciais pragas (Teixeira, Bento & Gonçalves, 2000; Gonçalves & Torres, 2004; Gonçalves, 2014).

A prática de manter o solo dos olivais com cobertura vegetal melhora as características físicas e químicas do solo, tendo como consequência um bom desenvolvimento das plantas, contribuindo deste modo para o aumento da sua resistência aos problemas sanitários (Pinheiro et al., 2005). Assim, a manutenção do solo com cobertura vegetal permanente, seja em prado natural ou semeado, é uma boa prática cultural para promover as populações de artrópodes, muitos dos quais fazem parte do complexo de auxiliares (Warlop, 2001; Gonçalves & Afonso, 2008; Gonçalves & Andrade, 2012b). Este estudo foi realizado em dois olivais tradicionais algarvios, mantidos em prado natural, com o objetivo de contribuir para o conhecimento da abundância e diversidade de himenópteros associados ao ecossistema olival, pois é neste grupo que podemos encontrar a maior parte dos auxiliares (predadores e parasitóides) para controlo das pragas da oliveira.

Material e métodos

Os estudos decorreram no período compreendido entre abril de 2006 e abril de 2015, em dois olivais, um situado no concelho de S. Brás de Alportel e o outro no concelho de Loulé. O olival de S. Brás de Alportel possui uma área de 2 ha e o olival de Loulé uma área de 2,1 ha. Ambos os olivais são tradicionais de sequeiro. Em ambos os olivais, a manutenção da superfície do solo é feita através de enrelvamento permanente, constituído por uma mistura natural de leguminosas e gramíneas.

Para capturar os insetos auxiliares da ordem Hymenoptera, que ocorrem naturalmente no olival, foram utilizadas várias técnicas de amostragem. A sua utilização prendeu-se com o facto de que quanto mais diversificadas forem as técnicas de amostragem, e mais longo for o período de observação (neste caso 9 anos), maiores serão as possibilidades dos resultados obtidos serem representativos da realidade, permitindo assim caracterizar, com maior precisão, a diversidade de insetos e particularmente de himenópteros que habitam o ecossistema olival.

Armadilhas cromotrópicas adesivas de cor amarelo limão

Em cada olival foram colocadas duas armadilhas amarelas no interior da copa das árvores, a uma altura de 1,5 m acima da superfície do solo, com um espaçamento, entre si, de 50 m. As armadilhas eram substituídas quinzenalmente.

Armadilhas de queda (pitfall traps)

Em cada olival foram colocadas duas armadilhas de queda distanciadas, uma da outra, de 50m. Cada armadilha continha 125 mL de uma mistura de água ensaboada com álcool a 96% (120 mL H₂O:5 mL álcool), para manter os artrópodes no seu interior e evitar a sua putrefação. As armadilhas estavam colocadas de baixo da copa das árvores e a cerca de 60 cm do tronco, com a superfície superior protegida com uma armação metálica elevada cerca de 10 cm, para evitar a entrada de água das chuvas. As capturas de cada armadilha eram recolhidas quinzenalmente para o interior de frascos de vidro que foram posteriormente levados para o laboratório.

Material vegetal

As amostras de material vegetal eram constituídas por 100 órgãos de cada tipo (raminhos de folhas, inflorescências e frutos), coletados em 20 árvores escolhidas ao acaso. Em ambos os olivais, as amostras eram coletadas com uma periodicidade quinzenal. As amostras eram levadas para o laboratório, colocadas no interior de caixas negras e deixadas em insetário com controlo de temperatura ($23\pm 2^{\circ}\text{C}$) e fotoperíodo (12h D: 12h N), aguardando a emergência dos insetos. Cada caixa tinha uma pequena abertura circular onde estava colocado um tubinho de ensaio com uma gota de mel diluído.

Todos os insetos capturados no campo foram levados para o laboratório para identificação e contabilização, sendo mantidos em álcool a 70%. Também os insetos, quer emergidos em laboratório a partir do material vegetal colocado nas caixas negras, quer capturados nas armadilhas e removidos das mesmas com o auxílio de uma gota de petróleo e pincel, foram colocados em álcool a 70%, caracterizados e contabilizados.

Os resultados foram sujeitos a uma análise estatística, através da realização de uma análise de variância seguida pela aplicação do teste de Duncan e ainda ao teste t de Student, sempre que se julgou oportuno.

Resultados e discussão

A utilização de armadilhas cromotrópicas adesivas de cor amarelo limão permitiu-nos encontrar exemplares das famílias Braconidae, Encyrtidae, Eulophidae e Trichogrammatidae, com exceção da família Formicidae (fig. 1a e b). Em ambos os olivais estudados, os exemplares desta última família foram capturados exclusivamente nas armadilhas de queda, tal como foi verificado por Gonçalves (2014). Esta família tem particular importância no olival, por albergar potenciais predadores de pragas chave da cultura da oliveira (Pereira et al., 2002). Com este tipo de armadilhas foram também capturados indivíduos da família Braconidae, os quais também foram detetados nas armadilhas cromotrópicas adesivas, conforme se pode verificar por observação das figuras 1 e 2. Ainda relativamente à família Braconidae, é notório o seu predomínio face às outras famílias, relativamente aos exemplares obtidos, quer nas armadilhas cromotrópicas adesivas quer a partir do material vegetal colhido, em ambos os olivais (fig. 1a e b e quadro 1). Da observação da figura 2 (a e b) pode-se verificar que nas armadilhas de queda, embora também se tenham capturado exemplares da família Braconidae, predominaram os exemplares da família Formicidae, em ambos os olivais.

Relativamente aos auxiliares emergidos em laboratório, a partir de material vegetal colhido, verificou-se a emergência de exemplares das famílias Braconidae, Encyrtidae, Eulophidae e Trichogrammatidae (quadro 1). No entanto, em ambos olivais, exemplares de Trichogrammatidae ocorreram apenas nas inflorescências e nos ramos foliares, manifestando clara preferência pelas inflorescências (quadro 1). Estes resultados estão de acordo com os indicados por Gonçalves (2014), num estudo sobre diversidade de artrópodes associados ao olival. Exemplares das restantes famílias emergiram a partir de todo o tipo de material vegetal, que se encontrava nas caixas negras. Verificou-se ainda que, em ambos os olivais, a maior quantidade de auxiliares emergidos em laboratório, provieram das inflorescências, o que aliás é natural, pois as flores são bastante atrativas para os insetos, pelas mais diversas razões. A aplicação do teste de Duncan, para comparação múltipla de médias, permitiu verificar que o número médio de himenópteros, emergidos a partir das inflorescências, foi significativamente diferente do número médio de himenópteros emergidos a partir dos outros dois tipos de amostras de material vegetal (folhas e frutos), em ambos os olivais (quadro 2). Considerando ainda os valores indicados no referido quadro relativamente ao número total de himenópteros emergidos em laboratório, embora nas amostras de material vegetal oriundas do olival de S. Brás de Alportel se tenham obtido mais exemplares (S. Brás de Alportel: 437; Loulé: 409), a aplicação do teste t de Student não revelou diferenças significativas entre os dois olivais ($p = 0,1207$).

Conclusões

Os resultados obtidos permitem-nos concluir que os himenópteros auxiliares associados aos olivais em estudo, pertencem às famílias Braconidae, Encyrtidae, Eulophidae, Formicidae e Trichogrammatidae.

Relativamente aos métodos de amostragem utilizados neste trabalho, concluímos que:

- Exemplares da família Braconidae podem ser capturados em armadilhas cromotrópicas adesivas amarelo limão e de queda, e ainda a partir de material vegetal;
- Exemplares das famílias Encyrtidae, Eulophidae e Trichogrammatidae podem ser capturados em armadilhas cromotrópicas adesivas de cor amarelo limão e a partir de material vegetal;

- Exemplares das famílias de Formicidae apenas se capturam nas armadilhas de queda (pitfall traps).

- A comparação entre o número de exemplares emergidos em laboratório, a partir do material vegetal colhido no campo, permitiu-nos concluir que é nas inflorescências que se encontra maior quantidade e diversidade de himenópteros.

Referências

- Gonçalves, M.A. & Afonso, P.B. 2008. Pragas e doenças do olival - Resultados do projecto AGRO nº 802 "Coberturas do solo no olival em produção biológica e convencional. Estabelecimento de campos de demonstração", Edição FERN/UAlg, 38 p.
- Gonçalves, M.A. & Andrade, L. 2010. Entomofauna associada à cultura da oliveira no sul de Portugal. XIV Congresso Ibérico de Entomologia. Lugo, Espanha 1 a 4 setembro. p. 134.
- Gonçalves, M.A. & Andrade, L. 2011. Estudo da entomofauna auxiliar em pomares de oliveira no Algarve. Actas Portuguesas de Horticultura 14:98-100.
- Gonçalves, M.A. & Andrade, L. 2012a. Entomofauna associated with the olive tree in southern Portugal. Bull IOBC/WPRS 79: 91-99.
- Gonçalves, M.A. & Andrade, L. 2012b. Auxiliary entomofauna associated with the olive tree in southern Portugal. 2nd Symposium on Horticulture in Europe. Angers, France 1 a 5 julho. p. 37.
- Gonçalves, M.A. 2014. Diversidade de artrópodes associados à oliveira (*Olea europaea* L.), no Algarve. *Ecologi@* 7: 70-76.
- Gonçalves, M.F. & Torres, L. 2004. A fauna auxiliar, base da protecção contra pragas em olivicultura biológica. *O Segredo da Terra* 7: 5-7.
- Lobo, A.C. 2005. www.naturlink.pt/
- Pereira, J.A., Bento, A., Sousa, D., Campos, L. & Torres, L. 2002. Estudo preliminar sobre as formigas (Hymenoptera: Formicidae) associadas ao olival da Terra Quente Transmontana (Nordeste de Portugal). *Bol. San. Veg. Plagas* 28:357-365.
- Pinheiro, A.C., Peça, J.M., Castro, M.L., Sampaio, E.M., Simões, M.D., Belo, A.F., Dias, A.B., Silva, L.L., Pinto da Cruz, C.B., Freire, L.V., Piçarra, I.A., Possacos, A. S., Figueira, M., Silva dos Santos, S., Nunes, F.G. & Boteta, L. 2005. A cobertura vegetal do solo dos olivais em alternativa às mobilizações tradicionais. Avaliação comparativa das práticas e dos seus efeitos. Relatório final do Projecto AGRO 266, 74p.
- Teixeira, R., Bento, A. & Gonçalves, M. 2000. Avaliação da fauna auxiliar associada ao olival em produção biológica em Trás-os-Montes. *Bol. San. Veg. Plagas* 26:629-636.
- Warlop, F. 2001. Oléiculture biologique: des perspective de solution à la mouche? *Len Nouvel Olivier* 24:20-21.

Quadro 1 – Famílias de himenópteros emergidos em laboratório (T: 23±2°C; 12h D: 12h N), a partir de material vegetal (100 raminhos de folhas/inflorescências/frutos coletados em 20 árvores aleatoriamente escolhidas) colocado nas caixas negras, durante o período compreendido entre abril de 2006 e abril de 2015, em ambos os olivais. Respetivas médias (M) e desvios padrão (SD). Amostras coletadas quinzenalmente.

Famílias	Loulé				S. Brás de Alportel					
	Folhas	Flores	Frutos	Total	M±SD	Folhas	Flores	Frutos	Total	M±SD
Braconidae	41	65	90		65,33±24,50	46	68	77		63,67±15,95
				196					191	
Encyrtidae	30	48	13		30,33±17,50	36	56	20		37,33±18,04
				91					112	
Eulophidae	21	30	10		20,33±10,02	25	30	14		23,00±8,19
				61					69	
Trichogrammatidae	12	49	0		20,33±25,54	12	53	0		21,67±27,78
				61					65	

Quadro 2 – Número total/total parcial de himenópteros emergidos em laboratório (T: 23±2°C; 12h D: 12h N), a partir de material vegetal (100 raminhos de folhas/inflorescências/frutos coletados em 20 árvores aleatoriamente escolhidas) colocado nas caixas negras, durante o período compreendido entre abril de 2006 e abril de 2015, em ambos os olivais. Respetivas médias (M), desvios padrão (SD) e resultados do teste de Duncan. Amostras coletadas quinzenalmente.

Material vegetal	Loulé		S. Brás de Alportel	
	Total parcial	M±SD	Total parcial	M±SD
Folhas	104	26,00±12,41 a	119	29,75±14,61 a
Flores	192	48,00±14,30 b	207	51,75±15,88 b
Frutos	113	28,25±41,54 a	111	27,75±33,88 a
Total	409	–	437	–

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

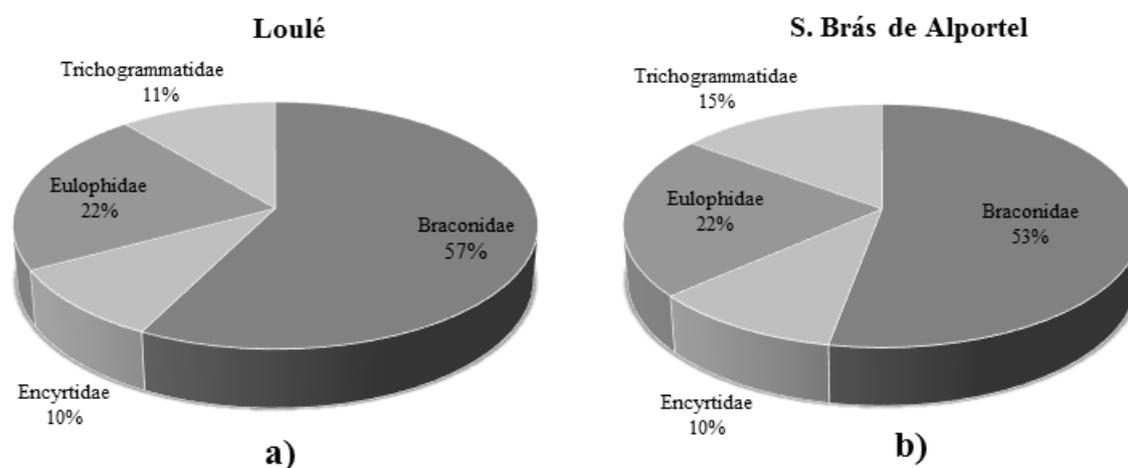


Figura 1 – Abundância relativa (%) das famílias de himenópteros capturados nas armadilhas cromotrópicas adesivas de cor amarelo limão, durante o período compreendido entre abril 2006 e abril 2015, em ambos os olivais: a) Loulé e b) S. Brás de Alportel. Observação quinzenal.

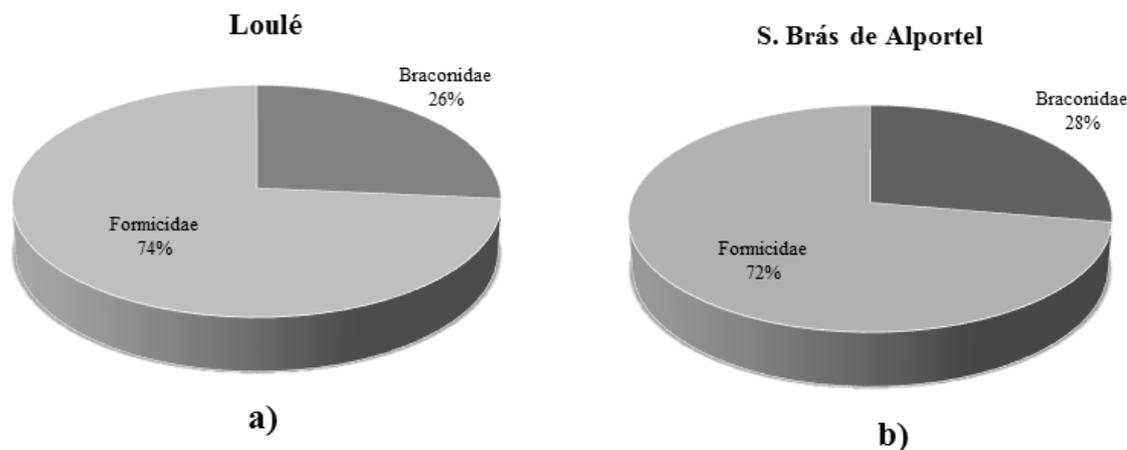


Figura 2 – Abundância relativa (%) das famílias de himenópteros capturados nas armadilhas em queda, durante o período compreendido entre abril 2006 e abril 2015, em ambos os olivais: a) Loulé e b) S. Brás de Alportel. Observação quinzenal.

Avaliação da resistência de linhagens de feijoeiro ao nemátode *Meloidogyne javanica* e ao fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*

Sofia R. Costa^{1,2}, Maria Fernandes Martins³, Isabel Mourão¹, Luísa Moura¹

¹ Centro de Investigação de Montanha (CIMO) / Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior Agrária, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, luisamoura@esa.ipvc.pt

² CBMA – Centro de Biologia Molecular e Ambiental, Departamento de Biologia, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal, sofia.costa@esa.ipvc.pt

³ Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal,

Resumo

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado há centenas de anos, sendo uma das leguminosas mais consumidas na dieta humana. A produção de feijão diminuiu nos últimos anos devido à ação de agentes patogénicos, dos quais se salientam os nematodes-das-galhas-radiculares (NGR) *Meloidogyne* spp. e o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fop) responsável pela murchidão vascular do feijoeiro. A estratégia mais viável para o controle destes patogénios do solo é o uso de cultivares resistentes, que podem ser utilizadas como porta-enxertos de cultivares comerciais suscetíveis.

Com este trabalho pretendeu-se avaliar a resistência/suscetibilidade de linhagens de feijoeiro aos agentes patogénicos de origem edáfica identificados acima, com testes-padrão em condições controladas, com o objetivo de identificar linhagens com potencial utilização como porta-enxertos de feijoeiro.

As linhagens X08, X09, X10 e X15 de *Phaseolus coccineus* L. (espécie botanicamente próxima do feijoeiro comum), disponibilizadas pelo viveiro Aromas & Flores, Torres Vedras, foram suscetíveis ao NGR *Meloidogyne javanica*, ao permitirem a reprodução de nemátodes e sofrerem danos significativos nas raízes. No entanto foi possível detetar um potencial de resistência na linhagem X09, que registou valores de infeção das raízes e reprodução dos nemátodes comparáveis aos obtidos para feijoeiros resistentes. As plantas de *P. vulgaris* (Oriente) e de *P. coccineus* (X08, X09, X10 e X15) avaliadas quanto à severidade da doença causada pela estirpe FA-15 de Fop, não manifestaram sintomas da doença até 40 dias após inoculação das raízes. Estes resultados contrariam a suscetibilidade observada em condições de produção comercial de feijão-verde da cultivar “Oriente”, da qual se isolou a estirpe patogénica.

Para que a enxertia possa ser utilizada como uma estratégia eficaz para controlar NGR e Fop, será necessário avaliar o desempenho das plantas enxertadas no seu ciclo produtivo completo, e o efeito da interação entre plantas e seus agentes patogénicos modulada por condições abióticas típicas da produção comercial.

Palavras-chave: enxertia, fusariose vascular, nemátodes-das-galhas-radiculares, *Phaseolus* spp., reação hospedeira

Abstract

Screening of bean lines for resistance to the nematode *Meloidogyne javanica* and the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*

Common bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) have been grown for hundreds of years, and are one of the most used legumes for human consumption. Bean production has decreased in the last few years due to the incidence of pathogens, especially root-knot nematodes (RKN) *Meloidogyne* spp. and the vascular wilt fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fop). The most viable strategy for the control of these soil-borne pathogens is the use of resistant cultivars that can be used as rootstock for commercially-available susceptible cultivars.

This work aimed to assess the resistance/susceptibility of bean lines to the soil-borne pathogens RKN and Fop through standard trials in controlled conditions, aiming to identify lines with potential use as rootstocks for bean plants.

Phaseolus coccineus L. bean lines X08, X09, X10 and X15 supplied by the nursery Aromas & Flores, Torres Vedras, were susceptible to the RKN *Meloidogyne javanica*, supporting nematode reproduction and suffering significant root damage. However, a potential for resistance was detected in line X09, for which the root infection rate and nematode reproduction factor were comparable to

those obtained for resistant cultivars. *Phaseolus vulgaris* cultivar Oriente and *P. coccineus* lines X08, X09, X10 and X15 did not develop symptoms of vascular wilt 40 days after root inoculation with Fop isolate FA-15. These results are not in agreement with the previously observed susceptibility of cultivar Oriente in commercial production conditions, from which the pathogenic strain FA-15 was originally isolated.

The performance and interactions of grafted plants with pathogens, as modulated by abiotic conditions, needs to be monitored along the entire cropping cycle in commercial growing conditions in order to assess the potential use of bean grafting as a control strategy against NGR and Fop.

Keywords: grafting, host status, fusarium wilt, *Phaseolus* spp., root-knot nematodes

Introdução

O feijoeiro comum *Phaseolus vulgaris* L. é cultivado praticamente em todo o mundo, sendo o feijão consumido como fonte de proteína por grande parte da população mundial, sendo especialmente importante onde o consumo de proteína animal é relativamente escasso (Pires et al., 2005). De acordo com dados do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2015), a produção nacional de feijão tem vindo a diminuir nos últimos anos, o que poderá estar relacionado com o ataque de vários agentes patogénicos, os quais, além de diminuírem a produtividade da cultura, diminuem a qualidade do produto obtido. De entre os vários inimigos do feijoeiro, destacam-se os agentes patogénicos com origem no solo, como os nematodes-das-galhas-radiculares (NGR), do género *Meloidogyne* Göldi e o fungo *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *phaseoli* Kendrick & Snyder (Fop), responsável pela fusariose vascular.

Entre os nemátodes fitoparasitas, os NGR são os que mais danos económicos causam, tendo recentemente sido classificados como número um na lista dos dez nemátodes fitoparasitas mais importantes a nível mundial (Jones et al., 2013). Estes nemátodes estão amplamente distribuídos e parasitam no seu conjunto todas as plantas superiores. É nos sistemas agrícolas que os NGR têm maior impacto, reduzindo a produção, especialmente de hortícolas, através da alteração da conformação e da fisiologia da raiz, interferindo com a absorção de água e nutrientes (Karszen et al., 2003). Em várias espécies de NGR, a plasticidade fenotípica, aliada à polifagia (Castagnone-Sereno & Danchin, 2014) dificulta a utilização de cultivares resistentes, que é uma ferramenta importante no controlo deste nemátodes. Dificilmente estarão disponíveis cultivares que apresentem simultaneamente características produtivas interessantes (qualidade e quantidade) e resistência a NGR. O desenvolvimento de porta-enxertos com resistência/tolerância a NGR assume-se assim como uma estratégia de interesse para a proteção das culturas, que poderá de uma forma sustentável, permitir ultrapassar os danos causados por estes agentes patogénicos (Costa, 2015).

Fusarium oxysporum é uma espécie com considerável variação morfológica e fisiológica, sendo capaz de crescer saprofiticamente ou infetar mais de 100 hospedeiros diferentes, que incluem culturas importantes em todo o mundo, como o algodoeiro, a bananeira e várias hortícolas, causando doenças caracterizadas pela murchidão e morte das plantas. No feijoeiro comum, a murchidão vascular é causada por Fop, que infeta principalmente *Phaseolus vulgaris* e *P. coccineus* (de Vega-Bartol et al., 2011). Uma vez introduzido no campo é difícil de controlar, podendo persistir no solo durante muitos anos. O uso de cultivares resistentes ou tolerantes é a forma mais eficaz de controlar a doença (Bianchini et al., 1997), sendo a enxertia uma das estratégias de proteção promissoras contra esta doença.

Atualmente, a enxertia é uma técnica muito divulgada em Portugal, especialmente em cultura protegida, tendo a procura de plantas enxertadas vindo a aumentar significativamente (Mourão & Brito, 2014). Esta técnica permite a obtenção de resistência a diversas doenças do solo, constituindo uma alternativa sustentável à desinfeção do solo e uso de pesticidas de síntese. Assim, a enxertia em plantas hortícolas tem sido adaptada com segurança ao MPB, sendo uma forma de responder à crescente procura por alimentos saudáveis produzidos de forma sustentável (Lee et al., 2010).

A investigação no desenvolvimento de porta-enxertos tem incidido principalmente na procura de resistência a doenças do solo, que incluem Fop e NGR. Neste momento, a técnica de enxertia em feijão-verde ainda é recente, sendo Portugal, e especificamente a empresa Aromas & Flores, pioneiro europeu em enxertia de feijoeiro (Mourão & Brito, 2014).

Pretendeu-se com este trabalho avaliar a reação de linhagens de feijoeiro *P. coccineus* da empresa Aromas & Flores ao NGR *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood e a Fop, para averiguar a sua potencial utilização como porta-enxertos de feijoeiro.

Material e métodos

Foram realizados ensaios em vaso numa câmara de crescimento com condições controladas de temperatura (20-25°C) e iluminação (fotoperíodo 16/8h), testando-se a reação das linhagens de *P. coccineus* X08, X09, X10 e X15 do viveiro Aromas & Flores a uma população de NGR, *Meloidogyne javanica* cedida pelo Laboratório de Nematologia da Universidade de Coimbra, e a uma estirpe patogénica de Fop (FA-15), originalmente isolada de plantas de feijão-verde cv. Oriente, numa estufa de produção comercial (Moura, 2015).

Estas avaliações foram baseadas em ensaios-padrão de resistência/suscetibilidade a NGR (Sasser et al., 1984) e a Fop (Pastor-Corrales & Abawi, 1987; Abawi & Pastor-Corrales, 1990). As sementes de feijoeiro foram desinfetadas superficialmente com hipoclorito de sódio a 0,5% e pré-germinadas. Cerca de dez dias após germinação, quando as plantas apresentavam dois pares de folhas verdadeiras, foram transferidas para vasos desinfetados com cerca de 1 L de capacidade, contendo substrato autoclavado. As plantas foram mantidas na câmara de crescimento, com disposição aleatória das repetições de cada tratamento, e regadas regularmente com água destilada esterilizada.

Para a avaliação da reação das linhagens de feijoeiro a *M. javanica*, foram utilizadas 10 plantas de cada linhagem, utilizando-se uma planta por vaso, inoculada com 5 000 ovos e jovens de segundo estágio do nemátode. O inóculo foi obtido através de extração com hipoclorito de sódio de raízes de tomateiro *Solanum lycopersicum* cv. Tiny Tim infetadas com *M. javanica* (Hussey & Barker, 1973). Como testemunha negativa foram incluídas plantas de feijoeiro não inoculadas, e como testemunha positiva plantas de tomateiro das cultivares 'Moneymaker' ou 'Tiny Tim' inoculadas com o nemátode. O substrato usado foi uma mistura de solo: areia (1:1), contendo fertilizante mineral NPK (10:10:10). Sessenta dias após a inoculação, as plantas foram desenhadas, sendo separada a parte aérea da parte radicular, para determinação do peso fresco e seco. De cada sistema radicular, foram contabilizadas as galhas radiculares, as massas de ovos produzidas, e estimado o número de ovos produzidos através da contagem de ovos em 10 massas de ovos por sistema radicular, extraídos com uma adaptação da técnica do hipoclorito de sódio (Hussey & Barker, 1973). Estes valores foram utilizados para a determinação do índice de galhas (GI) e fator de reprodução (Rf), conforme metodologia padronizada (Sasser et al., 1984). Os dados sobre a reprodução dos nemátodes (Rf) permitem avaliar a eficiência como hospedeiro de cada cultivar (indicativo de resistência/suscetibilidade), enquanto o GI fornece uma indicação dos danos à planta causados pelos nemátodes (indicativo de tolerância). Os resultados referentes a GI e Rf foram então utilizados para a classificação em graus de resistência (DR), permitindo inferências sobre a reação as linhagens de feijoeiro a *M. javanica* (Sasser et al., 1984).

A avaliação da resistência de feijoeiro a Fop foi realizada nas mesmas linhagens (X08, X09, X10 e X15) utilizando a cultivar Oriente (*Phaseolus vulgaris*) como testemunha positiva, uma vez que foi desta cultivar que se obteve previamente o isolado FA-15 de uma estirpe patogénica de Fop, utilizado no ensaio. O ensaio em vasos decorreu nas mesmas condições que o descrito anteriormente, mas utilizando um substrato de turfa e vermiculite (3:1) autoclavado, e seis repetições de cada tratamento. As sementes desinfetadas e pré-germinadas foram transplantadas para tabuleiros de polietileno, contendo areia autoclavada e mantidas em câmara com temperatura de 28°C. Sete dias após a germinação procedeu-se à inoculação das raízes por imersão numa suspensão de 10^6 confídios.mL⁻¹ de Fop FA-15, utilizando a metodologia descrita por vários autores (Pastor-Corrales & Abawi, 1987; Abawi & Pastor-Corrales, 1990). Plantas testemunha de cada linhagem ou cultivar tiveram as suas raízes mergulhadas em água destilada esterilizada por um igual período de 5 minutos. Aos 21, 30 e 40 dias após a inoculação, as plantas foram avaliadas pela escala de sintomas associados a Fop (1- plantas sem sintomas a 9- plantas mortas), de acordo com metodologia utilizada no CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) descrita por Pastor-Corrales & Abawi (1987). Vinte e um dias após a inoculação das raízes, e após registo dos sintomas externos, procedeu-se a uma amostragem das plantas para pesquisa da presença de Fop nos tecidos do caule e para o re-isolamento da estirpe inoculada, através da metodologia descrita por Leslie & Summerell (2006): fragmentos do caule com sintomas da doença foram desinfetados externamente com álcool e cortados longitudinalmente, destacando-se porções do tecido interno que foram transferidas para placas de Petri com meio PDA (potato dextrose agar). Os isolamentos obtidos foram repicados para PDA até se obterem culturas puras, que foram identificadas a partir das características morfológicas do micélio e dos esporos.

Os dados obtidos foram analisados com o programa SPSS for Windows 15.0. Foi inicialmente verificada a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene, sendo depois realizadas análises fatoriais para avaliar o efeito do tratamento (inoculado ou testemunha negativa) e/ou da linhagem, através de análise de variância, à probabilidade de 5%. Os resultados significativos foram ainda comparados pela análise de LSD a 5%.

Resultados e discussão

O tratamento de inoculação com *M. javanica* resultou num peso fresco da parte aérea significativamente menor em relação às testemunhas não inoculadas ($p < 0,05$), um efeito independente da linhagem analisada. Esta redução no peso fresco, não observada para o peso seco correspondente, poderá revelar um sintoma da infeção por NGR, que se sabe afetar a eficiência do uso da água pelas plantas hospedeiras, através da alteração da fisiologia da raiz (Karssen et al., 2003). Houve ainda uma tendência para um menor peso fresco na parte radicular nas plantas inoculadas, que não se verificou, no entanto para a linhagem X10. De facto, a formação de numerosas galhas radiculares com correspondente translocação de fotoassimilados para esses locais, poderá ter sido responsável pelo aumento relativo do peso fresco radicular para a linhagem X10, que registou o número médio de galhas nas raízes mais elevado de todas as linhagens (fig. 1 A). Este aumento do peso radicular para níveis elevados de infeção por NGR foi já reportado para *P. vulgaris*, entre outras plantas (Santo & Ponti, 1985). No período de duração do ensaio (60 dias) os NGR *M. javanica* infetaram as raízes de todas as linhagens avaliadas, induzindo a formação de galhas radiculares, formando massas de ovos à superfície das raízes e reproduzindo a população (fig. 1). De acordo com a classificação de Sasser et al., 1984 (quadro 1), todas as linhagens testadas foram hospedeiros eficientes, permitindo o aumento da população de nemátodes em relação ao número inicial ($R_f > 1$) e sofrendo danos nas raízes ($GI > 2$). Da conjugação destes dois parâmetros conclui-se que todas as linhagens testadas foram hospedeiros suscetíveis ao nemátode.

As plantas da linhagem X09 foram o pior hospedeiro para *M. javanica*, apresentando as raízes menor número de galhas (fig. 1 A), que levaram à formação de massas de ovos significativamente menores do que as registadas nas restantes linhagens (fig. 1 B). O menor número de massas de ovos criou condições para uma reprodução do nemátode, significativamente menor na linhagem X09 (fig. 1 C). Os valores mais elevados de galhas radiculares e de massas de ovos foram obtidos para a linhagem X10. Nesta linhagem obteve-se também uma maior reprodução do nemátode, cujo nível populacional aumentou em média 16,8 vezes em relação ao inicial (fig. 1 C), um R_f comparável ao obtido para os tomateiros utilizados como testemunha positiva. Embora significativamente menor, o R_f nas plantas da linhagem X09 foi, em média, cerca de 2,75, o que se traduz em mais do que uma duplicação do número inicial de nemátodes (5 000 ovos e jovens de segundo estágio). Embora haja estudos da reação de numerosas cultivares e/ou linhagens de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* a várias espécies de *Meloidogyne*, não foram encontrados quaisquer estudos sobre a reação de *P. coccineus* a estes nemátodes. No entanto, o R_f de *M. javanica* obtido para a linhagem X09 é comparável com o valor obtido de *M. incognita* para a cultivar Aporé, descrita noutros estudos como resistente ($R_f = 1.83$, Alves et al., 2011). Assim, entre as linhagens avaliadas, a X09 será a mais promissora na busca de porta-enxertos de feijoeiro com resistência a NGR.

Este trabalho foi desenvolvido utilizando uma população bem caracterizada e estudada de *M. javanica*, uma das quatro espécies mais importantes do género pelos danos que provoca e pela sua ampla distribuição geográfica, e uma das mais prevalentes no sul da Europa. No entanto, haverá pelo menos 23 espécies do género na Europa (Wesemael et al., 2011). Antes de serem realizados estudos de campo com qualquer linhagem, importa conhecer a sua reação a várias espécies de *Meloidogyne*, uma vez que uma dada cultivar de feijoeiro poderá ter uma reação distinta a diferentes espécies de NGR.

A avaliação da reação das plantas das várias linhagens a Fop 21, 30, e 40 dias após a inoculação não permitiu detetar sintomas típicos de doença induzidos pelo fungo nas raízes e nas plantas inoculadas. A aplicação da escala de severidade da doença mostrou que todas as plantas inoculadas e as testemunhas (negativa e positiva), foram classificadas com pontuação 1 (ausência total da doença). Assim, e de acordo com a metodologia utilizada todas as linhagens seriam resistentes à estirpe FA-15 inoculada.

Embora as plantas não tenham revelado qualquer sintoma externo ou interno, obtiveram-se, após isolamento a partir do material vegetal assintomático, culturas típicas de Fop nas placas da linhagem X09, 21 dias após a inoculação (fig. 2). Foi também possível re-isolar o fungo a partir do caule das plantas das linhagens X08 e X15 e do substrato de todas as linhagens inoculadas no final do ensaio. Estes resultados indicam que o fungo colonizou as raízes e progrediu internamente no caule, sem contudo ter levado à manifestação de sintomas. É importante sublinhar que a metodologia de avaliação da reação de feijoeiro a Fop através da observação de sintomas produzidos, foi desenvolvida para feijão-rasteiro, cujo crescimento vegetativo é bastante mais reduzido em relação às linhagens das plantas testadas. Considerando as condições em que se observou previamente a doença no campo (produção comercial em estufa da cultivar "Oriente"), os sintomas da fusariose em feijoeiro podem tornar-se evidentes apenas na fase de floração e vingamento dos frutos. Assim, é questionada a utilização desta metodologia para avaliação da reação a Fop nas linhagens do presente estudo, e

conclui-se da necessidade da sua adaptação a feijoeiro de trepar. Será ainda determinante conhecer a distribuição das várias raças de Fop que poderão afetar o feijoeiro, de modo a estabelecer um programa de seleção de linhagens de porta-enxertos com resistência às raças com maior relevância. É imperativo que seja adaptada a metodologia utilizada para avaliação da reação à Fop de feijão de trepar, que permita conhecer de um modo rápido e fiável a suscetibilidade dos porta-enxertos em melhoramento a este fungo.

Em trabalhos futuros, será necessário avaliar o desempenho dos potenciais porta-enxertos ainda das plantas enxertadas ao longo do seu ciclo produtivo em condições típicas da produção comercial, uma vez que a reação das plantas aos agentes patogénicos poderá ser condicionada não só pelas suas interações com estes organismos, mas também pelas variáveis e por vezes adversas condições abióticas.

Conclusões

Dos ensaios-padrão realizados em condições controladas e com inoculação independente de NGR ou de Fop, conclui-se que as quatro linhagens de *Phaseolus coccineus* L. avaliadas permitiram a infeção e reprodução do nemátode e não manifestaram sintomas de fusariose vascular. No entanto, em condições de campo, as plantas estão frequentemente expostas a mais que um agente patogénico. Embora não se conheçam estudos realizados para *P. coccineus*, a interação de NGR com Fop tem sido investigada para *P. vulgaris*. A infeção por NGR pode aumentar a suscetibilidade a Fop, podendo acelerar o processo de colonização das plantas suscetíveis ou alterar a resistência de uma dada cultivar ao fungo (France & Abawi, 1994). Assim, torna-se evidente a necessidade de estudar o efeito de uma inoculação combinada dos agentes patogénicos avaliados.

A avaliação da reação de potenciais porta-enxertos de feijoeiro a agentes patogénicos de origem edáfica em condições controladas permitirá guiar o melhoramento das linhagens. Assim, de entre as linhagens testadas, a linhagem X09 seria a mais promissora para melhoramento subsequente, uma vez que registou valores de infeção das raízes e reprodução dos nemátodes comparáveis aos obtidos para feijoeiros resistentes (Alves et al., 2011).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao viveiro Aromas & Flores, Torres Vedras, a cedência de sementes de linhas de feijoeiro. Os autores agradecem ainda à Professora Doutora Isabel Abrantes, do Laboratório de Nematologia da Universidade de Coimbra, a cedência da população de nemátodes *Meloidogyne javanica*. A autora Sofia Costa recebe financiamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia sob a forma de uma Bolsa de Pós-Doutoramento (SFRH/BPD/102438/2014).

Referências

- Abawi, G.S. & Pastor-Corrales, M.A. 1990. Root rots of beans in Latin America and Africa: Diagnosis, Research Methodologies, and Management Strategies. CIAT Publication No. 35, Cali, Colombia. 114pp.
- Alves, F.R., Santos, L.N.S., Moraes, W.B., Cosmi, F.C., Cabral, P.D.S., Filho, S.M., Matta, F.P. & Júnior, W.C.J. 2011. Reaction of common bean genotypes to *Meloidogyne incognita* Race 1. V.29, N°2, IDESIA, Chile, 95-98.
- Bianchini, A., Maringoni, A.C. & Carneiro, S.M.T.P.G. 1997. Doenças do feijoeiro. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. Agronomica Ceres 2:376-399.
- Castagnone-Sereno, P. & Danchin E.G.J. 2014. Parasitic success without sex: the nematode experience. Journal of Evolutionary Biology 27:1323-1333.
- Costa, S.R. 2015. Ecologia de nemátodes e seu interesse na enxertia de plantas hortícolas II/II. AGROTEC 14:28-30.
- De Vega-Bartol, J.J., Martín-Dominguez, R., Ramos, B., García-Sánchez, M.A. & Díaz-Mínguez, J.M. 2011. New Virulence Groups in *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*: the expression of the gene coding for the transcription factor *fff1* correlates with virulence. Phytopathology 101:470-479.
- France, R.A. & Abawi, G.S. 1994. Interaction between *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* on Selected Bean Genotypes. Journal of Nematology 26:467-474.
- Hussey, R.S. & Barker, K.R. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. Plant Disease Reporter 57:1025-1028.
- INE. 2015. Estatísticas Agrícolas 2014. Instituto Nacional de Estatística, 170pp.
- Jones, J.T., Haegeman, A., Danchin, E.G., Gaur, H.S., Helder, J., Jones, M.G., Kikuchi, T., Manzanilla-López, R., Palomares-Rius, J.E., Wesemael, W.M. & Perry R.N. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology 14:946-961.

- Karssen, G., Wesemael, W. & Moens, M. 2003. Root-knot nematodes. In: Plant Nematology. Eds R. Perry & M. Moens. CAB International.
- Lee, J.M., Kubota, C., Tsao, S., Bie, Z., Echevarria, P.H. & Morra, L. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*:93-105.
- Leslie, J.F. & Summerell, B.A. 2006. *The Fusarium laboratory Manual*. Blackwell Publishing, 209 pp.
- Mourão, I.M. & Brito, L.M. 2014. A Enxertia em Culturas Hortícolas. *AGROTEC* 12:52-56.
- Pastor-Corrales, M.A. & Abawi, G.S. 1987. Reactions of selected bean germplasms to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. *Plant Disease* 71:990-993.
- Pires, C.V., Oliveira, M.A.G., Cruz, G.A.D.R., Mendes, F.Q., Rezende, S.T. & Moreira, M.A. 2005. Physicochemical composition of different cultivars of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Alimentação e nutrição* 16:157-162.
- Santo, G.S. & Ponti, R.P. 1985. Host suitability and reaction of bean and pea cultivars to *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla*. *Journal of Nematology* 17:77-79.
- Sasser, J.N., Carter, C.C. & Hartman, K.M. 1984. Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes. A Cooperative Publication of the Department of Plant Pathology, North Carolina State University and the United States Agency for International Development, Raleigh, North Carolina, U.S.A.
- Wesemael, W.M.L., Viaene, N. & Moens, M. 2011. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology* 13:3-16.

Quadro 1 – Reação das linhagens de feijoeiro *Phaseolus coccineus* a *Meloidogyne javanica*. N - número de repetições; Rf - fator de reprodução; Eficiência do hospedeiro; GI - índice de galhas; DR - Grau de Resistência; * - média \pm desvio-padrão.

Linhagem	N	Rf*	Eficiência do hospedeiro	GI*	Danos ao hospedeiro	DR
X08	9	12,3 \pm 5,5	>1	4,2 \pm 0,2	>2	Susceptível
X09	8	2,8 \pm 1,0	>1	3,5 \pm 0,3	>2	Susceptível
X10	9	16,8 \pm 4,7	>1	4,6 \pm 0,2	>2	Susceptível
X15	6	11,7 \pm 3,6	>1	4,3 \pm 0,2	>2	Susceptível

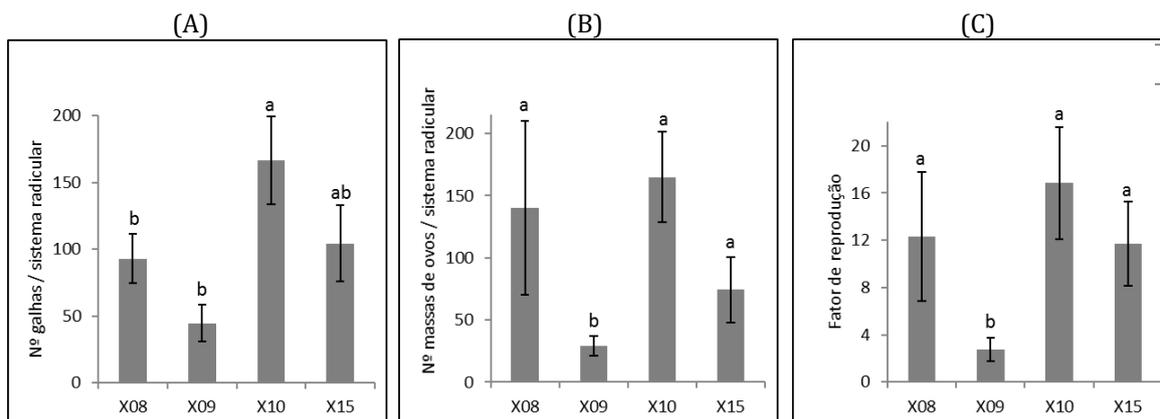


Figura 1 – Número de galhas (A) e de massas de ovos (B) produzidas no sistema radicular das plantas das linhagens X08, X09, X10 e X15 resultantes da infecção por *Meloidogyne javanica*, e fator de reprodução do nemátode (C) em relação à população inicial (5000 ovos e jovens de segundo estágio), 60 dias após a inoculação. Os valores são média \pm erro padrão. Valores acompanhados da mesma letra não são significativamente diferentes, de acordo com análise de LSD ($p < 0,05$).

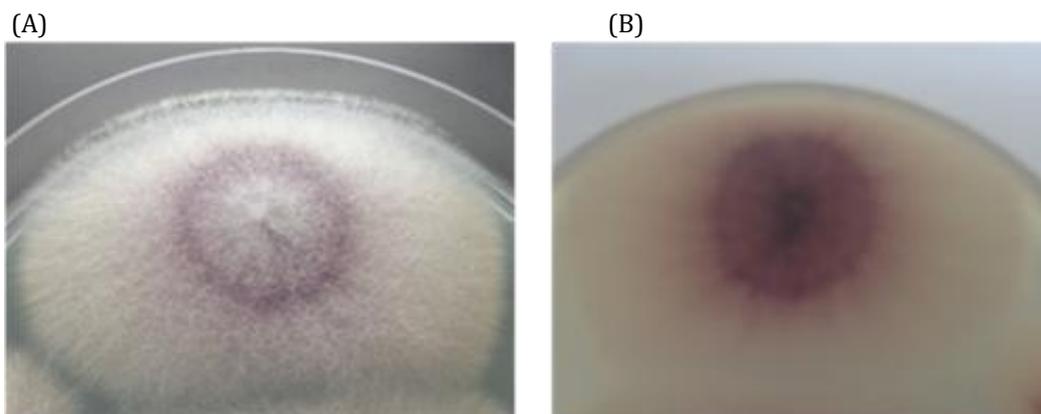


Figura 2 – Características de colónias e micélio de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. phaseoli re-isolado a partir de planta da linhagem X09, 21 dias após inoculação das raízes com a estirpe FA-15. (A): frente e (B): verso da placa de Petri de 9 cm diâmetro.

5. Mercado e sociedade

Oportunidades para desenvolver o mercado de alimentos biológicos em Portugal

Catarina Crisóstomo

Università degli Studi di Milano, Via Giovanni Celoria, 2 – 20133 Milano, Itália, catarina.crisostomo@unimi.it

Resumo

Embora o mercado dos alimentos biológicos tenha crescido manifestamente na última década, o seu valor corresponde ainda a uma ínfima fração do total das despesas alimentares dos Portugueses. Assim, este estudo pretende contribuir para delinear estratégias de marketing eficazes para aumentar a procura destes alimentos. Para tal, o comportamento de compra dos Portugueses em relação aos alimentos biológicos certificados é examinado com base na teoria do comportamento planeado (TCP).

À luz dos resultados de um inquérito por questionário e grupos de discussão, conclui-se que as atitudes dos consumidores desempenham um papel determinante nas decisões de compra, nomeadamente, na medida em que a avaliação que fazem sobre a compra de alimentos biológicos se alicerça em informação e experiência. A perceção de controlo sobre o comportamento e as normas sociais também exercem uma influência significativa embora menor sobre as intenções de compra dos consumidores.

Foi também testada uma extensão da TCP que incluía normas pessoais como variável da intenção de compra, mas um efeito independente de considerações morais neste contexto não foi confirmado embora os resultados sugiram que, às atitudes mais fortes e estáveis em relação à compra de alimentos biológicos certificados, esteja intimamente associado considerar os atributos dos alimentos biológicos como meios para alcançar valores de ordem pessoal.

Os interessados em aumentar a quota de mercado dos produtos biológicos devem proporcionar ocasiões de prova dos mesmos e apostar na educação dos consumidores que deve ser adaptada ao seu grau de familiaridade com estes produtos.

Palavras-chave: teoria comportamento planeado, comportamento de compra, análise de equações estruturais, grupos de discussão

Abstract

Opportunities for organic food market development in Portugal

Although the organic food market has grown remarkably over the last decade, it is still a very small share of the total expenditure on food of the Portuguese. Thus, this study aims to contribute to develop effective marketing strategies to increase demand for these products. For this, the theory of planned behaviour (TPB) is used to examine the purchasing behaviour of the Portuguese with regard to certified organic food.

In the light of the results of a survey and focus groups, consumers' attitudes are found to play a determinant role in purchase decisions, namely, to the extent that their evaluation of purchasing organic food is grounded in information and experience. Perceived behavioural control and social norms also exert a significant, although smaller, influence on consumers' purchase intentions.

An extension of the TPB, including personal norms as predictor of purchase intention, was also tested but an independent effect of moral considerations in this context was not supported. Still, results suggest that the strongest and stable attitudes towards purchasing certified organic food are inextricably linked to acknowledge organic food attributes as a means to attain one's personal values.

All those interested in increasing the organic food market share should provide opportunities for product tasting and invest in consumer education tailored to their level of familiarity with these products.

Keywords: theory of planned behaviour, purchasing behaviour, structural equation modeling, focus groups

Introdução

Em 2014, existiam 228 mil hectares em modo de produção biológico em Portugal (DGADR, 2016), correspondendo aproximadamente a 6,3% da SAU nacional. Embora em linha com a média da

União Europeia, a área ocupada por agricultura biológica tem uma fraca expressão em termos de valor de mercado. Segundo a INTERBIO (2011), o volume de negócios do mercado dos alimentos biológicos certificados atingiu 20 a 22 milhões de Euros em 2010, equivalente a uma quota de mercado no retalho alimentar de 0,2%. De facto, o desenvolvimento da agricultura biológica portuguesa tem sido principalmente impulsionado por medidas de apoio público a este sistema de produção (Crisóstomo, 2011).

Apesar da inexistência de dados atualizados, o aumento do número de pontos de venda especializados e da oferta de alimentos biológicos em supermercados generalistas e lojas de produtos naturais atesta um crescimento robusto do mercado nacional, não obstante o consumo *per capita* continue a ser residual.

Entendendo que a expansão futura da agricultura biológica em Portugal depende crucialmente do aumento da procura deste tipo de produtos, este estudo propõe definir diretrizes para o desenvolvimento de estratégias de marketing eficazes para atingir este objetivo. Para esse fim, recorre-se à aplicação da teoria do comportamento planeado para obter um conhecimento mais aprofundado dos fatores determinantes das decisões de compra dos Portugueses relativamente aos alimentos biológicos certificados.

Material e métodos

A teoria do comportamento planeado (Ajzen, 1991) permite compreender e prever o comportamento humano. De acordo com a TCP, o antecedente imediato de qualquer comportamento é a intenção do indivíduo de realizar o comportamento em questão. Por sua vez, a intenção comportamental é determinada pela atitude em relação ao comportamento (avaliação global do comportamento), normas subjetivas (perceção individual da pressão social para realizar ou não o comportamento) e controlo comportamental percebido (avaliação individual da capacidade de realizar o comportamento). Quando o comportamento não está sob total controlo volitivo, o controlo comportamental percebido (CCP), na medida em que reflete o controlo real do indivíduo sobre o comportamento, também influencia diretamente a execução do comportamento (fig. 1). Segundo Ajzen (1991), a importância relativa de cada um destes determinantes varia em função do comportamento e da população em estudo.

Adicionalmente, é testada uma extensão desta teoria (ETCP) que inclui as normas pessoais como variável explicativa da intenção de compra de alimentos biológicos (fig. 1), por ter sido demonstrada a sua maior eficácia neste contexto (Arvola et al., 2008; Guido, 2009). As normas pessoais são conceptualizadas como o sentimento de obrigação moral de adotar ou não determinado comportamento (Schwartz, 1977).

Para avaliar a validade e capacidade explicativa dos modelos teóricos propostos e analisar a importância relativa das variáveis independentes da TCP e da ETCP procedeu-se a uma análise de equações estruturais, com o *software* IBM SPSS Amos 21.0, de dados provenientes de um questionário autoadministrado através da Internet, entre outubro e dezembro de 2013, a uma amostra de 704 residentes em Portugal. O questionário foi elaborado de acordo com as escalas propostas por Ajzen (1991, 2006), adaptadas com base nos resultados de grupos de discussão. Os modelos foram estimados pelo método da máxima verosimilhança e, face à violação do pressuposto de normalidade multivariada, com reamostragem *Bootstrap* com correção para o enviesamento em 2000 amostras, tal como recomendado por Kline (2011).

A TCP indica também que o comportamento humano é influenciado por crenças associadas ao mesmo. Crenças sobre as consequências do comportamento (crenças comportamentais) determinam uma atitude favorável ou desfavorável, crenças sobre as expectativas dos outros relevantes (crenças normativas sociais) dão origem às normas subjetivas, e crenças sobre a presença de fatores que podem facilitar ou inibir a realização do comportamento (crenças de controlo) definem o CCP. Analogamente, crenças morais sobre o comportamento formam as normas pessoais.

As várias crenças sobre a compra de alimentos biológicos certificados foram averiguadas por meio de sete grupos de discussão que, entre maio e julho de 2013, envolveram 47 residentes em Lisboa e Montemor-o-Novo (representando a população urbana e rural, respetivamente), com o objetivo de apoiar o desenvolvimento do questionário e a interpretação dos seus resultados. Nomeadamente, a análise de conteúdo das narrativas dos participantes permitiu explorar o papel e inter-relações das diferentes variáveis explicativas do comportamento de compra de alimentos biológicos.

O estudo quantitativo e qualitativo incidiu sobre adultos, responsáveis ou corresponsáveis pela compra de alimentos para o lar, representando três frequências de compra de alimentos biológicos certificados (semanal, mensal e raramente/nunca).

Resultados e discussão

Os modelos teóricos foram analisados em duas etapas, de acordo com a abordagem proposta por Anderson & Gerbing (1988). Numa primeira fase, a análise fatorial confirmatória permitiu avaliar o modelo de medida, que especifica as relações entre as variáveis observadas (itens do questionário) e as variáveis latentes (constructos teóricos). Ambos os modelos de medida obtiveram um qui-quadrado (χ^2) estatisticamente significativo ($p < 0,001$), embora os restantes índices apresentassem valores dentro dos limites recomendados, traduzindo-se numa qualidade de ajustamento sofrível (quadro 1). Foram eliminados quatro itens (ns_1 , ns_2 , ns_5 , ccp_2) com baixo peso fatorial ($\lambda < 0,5$) e problemas de ajustamento local (análise de resíduos estandardizados e de índices de modificação), bem como o item at_3 devido à existência de multicolinearidade (correlação elevada entre at_2 e at_3 , $r=0,85$), nos dois modelos. O item np_1 também foi excluído do modelo ETCP, com base na deteção de resíduos estandardizados elevados, em valor absoluto ($> 2,58$). Após cada reespecificação, testes da diferença dos χ^2 estatisticamente significativos ($p < 0,05$) permitiram rejeitar a hipótese nula de igualdade da qualidade do ajustamento, obtendo-se modelos de medida finais com excelente qualidade de ajustamento (quadro 1). A fiabilidade compósita das escalas utilizadas revelou-se satisfatória ($\geq 0,7$), assim como os indicadores de validade convergente ($\sqrt{VEM} > 0,5$) e discriminante ($\sqrt{VEM} > \text{correlações interconstructos}$).

Procedeu-se à avaliação dos modelos estruturais, especificando as relações causais entre os diferentes constructos de acordo com as hipóteses decorrentes da TCP e a ETCP. Estes apresentaram uma qualidade de ajustamento significativamente inferior à do respetivo modelo de medida (quadro 1), indicada por testes da diferença dos χ^2 estatisticamente significativos ($p < 0,001$). Estatísticas de diagnóstico de problemas de ajustamento local sugeriram a existência de um efeito direto da Atitude no Comportamento. Considerando que estudos anteriores propuseram a existência de uma relação entre estes dois constructos para indicar uma influência muito forte da variável Atitude no contexto da TCP (Bentler & Speckart, 1979; Albarracín et al., 2001), foi decidido adicionar esta trajetória a ambos os modelos. Os modelos assim reespecificados alcançaram uma melhoria significativa da sua qualidade de ajustamento ($p < 0,001$), equivalente à dos seus modelos de medida (quadro 1).

O modelo TCP final explicou, respetivamente, 36% e 63% da variabilidade das variáveis Intenção e Comportamento. A figura 2 ilustra as estimativas estandardizadas dos parâmetros do modelo. A variável Intenção apresentou o maior efeito direto sobre o Comportamento ($\beta=0,56$). Por sua vez, a Atitude constitui o principal antecedente da Intenção ($\beta=0,42$), seguida do CCP ($\beta=0,22$) e das Normas subjetivas ($\beta=0,12$). Verificou-se ainda uma influência direta das variáveis Atitude ($\beta=0,28$) e CCP ($\beta=0,08$) no Comportamento, embora a fraca relação entre as últimas sugira que o comportamento estivesse, em grande medida, sob o controlo volitivo dos inquiridos. Todas as trajetórias revelaram-se estatisticamente significativas.

Por outro lado, a capacidade explicativa do modelo ETCP final não aumentou consideravelmente (37% e 63% da variância explicada da Intenção e Comportamento, respetivamente) e o critério de informação de Akaike ($AIC_{TCP}=86,9$ vs. $AIC_{ETCP}=141,4$), um índice de qualidade do ajustamento que considera a complexidade do modelo, mostrou que o modelo TCP era o mais parcimonioso. Também foi notado que a variável Normas pessoais apresentou correlações positivas com as variáveis Atitude ($r=0,69$) e Normas subjetivas ($r=0,47$). Isto é, a variável adicional contém informação redundante, razão porque a sua inclusão no modelo TCP não resultou num acréscimo claro do seu poder explicativo.

A análise de conteúdo das discussões de grupo permitiu identificar as principais crenças sobre o comportamento em estudo, evidenciando diferenças notáveis na estrutura cognitiva de consumidores com maior envolvimento na compra de alimentos biológicos em relação à de não consumidores. Estes dados confirmam o papel central da atitude na explicação do comportamento de compra demonstrado quantitativamente, uma vez que a decisão de compra mostrou ser essencialmente resultado de uma avaliação favorável sobre a mesma, nomeadamente, de se ter múltiplas crenças positivas sobre os atributos dos alimentos biológicos e consequentes benefícios, eventualmente associadas a valores de ordem pessoal (fig. 3). As atitudes fortalecem-se com o decorrer do tempo, à medida que os consumidores biológicos adquirem mais conhecimento e experiência com este tipo de alimentos, o que os leva a repetir a compra, gerando-se um círculo virtuoso. Estes resultados são corroborados por Ajzen (2001) e Glasman & Albarracín (2006), que concluem que existe uma relação forte entre atitude e comportamento, quando esta se baseia em experiência prévia, conhecimento, elevado nível de reflexão e interesse pelo assunto. O carácter dinâmico desta relação também foi assinalado em estudos sobre o consumo de alimentos biológicos (Naspetti et al., 2008; Ayres & Midmore, 2009), mostrando que o hábito de compra se constrói

gradualmente, sustentado num processo de tomada de consciência e num número crescente de argumentos a favor dessa escolha.

A afirmação da compra de alimentos biológicos como uma decisão individual, resultante de reflexão crítica sobre a informação obtida e das emoções decorrentes das experiências vividas, justifica a fraca influência das normas subjetivas no modelo TCP. No entanto, embora muitos consumidores tenham procurado informação em literatura especializada, na Internet, palestras e especialistas de saúde, muitos outros referiram as suas redes sociais, próximas e ligadas ao comportamento (produtores, vendedores e consumidores biológicos), como fontes de informação e experimentação, influenciando assim a decisão de compra através da formação e reforço de atitudes favoráveis. De igual modo, fases da vida marcadas por uma doença grave ou o nascimento do primeiro filho mostraram influenciar positivamente a compra de alimentos biológicos através da renovação do interesse por alimentação saudável e concomitante procura de informação.

Por outro lado, o papel menos determinante do CCP pode dever-se à sua baixa variabilidade. Isto é, tanto os participantes que compravam como os que não compravam alimentos biológicos mencionaram fatores inibidores de compra, embora a sua natureza pudesse diferir. Enquanto não consumidores e muitos consumidores constatavam que não podiam dispor de tempo e dinheiro para comprar (mais) alimentos biológicos certificados, a atitude de alguns consumidores era suficientemente forte para anular as barreiras preço e inconveniência. Para estes participantes, mais conhecedores e com maiores níveis de compra, a falta de confiança na certificação, na produção biológica intensiva e nos produtos importados, os produtos que não correspondem às expectativas ou não existem e as preferências alimentares dos seus familiares eram os principais fatores limitantes. Neste contexto, uma explicação possível do fraco efeito direto do CCP no Comportamento passa pela implementação de estratégias que permitiam aos consumidores ultrapassar as barreiras existentes, designadamente económicas, tais como consumir menos carne e alimentos processados, limitar refeições fora de casa, preferir alimentos sazonais e a granel, e comprar diretamente a produtores.

Finalmente, os dados qualitativos apoiam a importância das razões morais para compreender a compra de alimentos biológicos, mas o seu efeito aparenta ser mediado pela atitude, uma vez que as estruturas cognitivas mais complexas, subjacentes às atitudes mais fortes e estáveis, revelam como objetivo último a expressão de valores altruístas como sustentabilidade ecológica, bem-estar animal e solidariedade social. O facto das motivações éticas apenas surgirem nas narrativas dos participantes mais informados esclarece ainda a sobreposição observada entre os dois constructos normativos, já que a influência informativa das normas subjetivas pode, quando de natureza moral, tornar-se norma pessoal.

Conclusões

O presente estudo demonstra a eficácia da teoria do comportamento planeado para explicar o comportamento humano, embora no contexto da compra de alimentos biológicos certificados em Portugal, um modelo menos restrito seja mais adequado para reproduzir a matriz de covariâncias observada.

A atitude em relação à compra destes alimentos é o principal fator explicativo do modelo, influenciando fortemente a intenção de compra e apresentando também um efeito direto moderado no comportamento de compra. Os dados qualitativos corroboram esta conclusão, evidenciando ainda que a força da atitude é determinada por informação e reflexão, por um lado, e pelo nível e tempo de experiência, por outro. Assim, estratégias de marketing que visem estimular a procura de alimentos biológicos devem focar-se na avaliação que os consumidores fazem da sua compra em termos de consequências para si e para a sua família, suscitando/reforçando o seu interesse e conhecimento sobre os alimentos provenientes de agricultura biológica.

Verifica-se também uma elevada correlação entre atitude e normas pessoais que indica que essa avaliação integra considerações de ordem moral, inviabilizando, por isso, um efeito independente da variável adicional da ETCP. Por sua vez, a análise dos grupos de discussão revela que são os consumidores com maior envolvimento na compra de alimentos biológicos que apresentam as estruturas cognitivas mais complexas, relacionando os benefícios de comprar alimentos com múltiplos atributos positivos ao alcançar de valores pessoais, nomeadamente, éticos. Consequentemente, é necessário promover a educação dos consumidores recorrendo a mensagens adaptadas ao seu grau de familiaridade com os alimentos biológicos (quadro 2), complementada por ações de degustação, de forma a reproduzir o processo gradual de tomada de consciência e de comprovação da qualidade organolética superior destes alimentos, que assume um papel determinante no comportamento dos atuais consumidores biológicos. Perante recursos limitados, tal estratégia surtirá mais eficaz se focada em grupos-alvo como grávidas, vegetarianos, macrobióticos, crudívoros, paleolíticos e outras pessoas

que procuram opções alimentares conscientes em termos de saúde, devido à sua maior recetividade e predisposição para refletir sobre o conteúdo das mensagens.

Embora em menor grau, o controlo comportamental percebido também afeta as intenções de compra, pelo que a disseminação de informação sobre estratégias para reduzir o custo de uma alimentação biológica (e.g. consumir menos carne e alimentos processados) pode resultar num aumento do controlo sobre a compra e, por conseguinte, num impacto positivo na venda de alimentos biológicos. Para os consumidores mais conhecedores e, portanto, mais exigentes, a desconfiança torna-se a principal barreira à compra, sendo superada pela restauração do localismo e de relações próximas com os produtores ou com os colaboradores dos pontos de venda.

Finalmente, o efeito marginal das normas subjetivas sugere que, devido à dimensão do mercado, a pressão social para comprar alimentos biológicos é mínima. No entanto, a influência do contexto social na formação e reforço das atitudes de muitos participantes dos grupos de discussão evidencia a importância de se incentivar o passa-palavra positivo por parte dos que já consomem estes produtos.

Por seu lado, a administração pública pode contribuir para melhorar a atitude dos Portugueses em relação à compra de alimentos biológicos cumprindo as suas funções em matéria de supervisão dos organismos de controlo e adotando políticas de compra pública deste tipo de alimentos adaptadas à realidade produtiva das explorações.

Agradecimentos

Este estudo foi realizado no âmbito do Doutoramento em Agro-Ecologia da Universidade de Milão, tendo sido cofinanciado por esta instituição por meio da atribuição de uma bolsa de doutoramento e por empresas do sector biológico nacional através da oferta de produtos com vista a incentivar a participação no mesmo: Alcaçoia, Biodiversus, Cantinho das Aromáticas, Casa de Valbom, Casa do Couto, Casta Lusa, Cayena, Delta Cafés, Diese, Ervital, Herdade de Carvalhoso, Herdade do Escrivão, Herdade do Freixo do Meio, Herdade dos Lagos, Herdade dos Outeiros Altos, Quinta da Palmirinha - Viníbio, Quinta d'Avó - Marovina, Quinta de Jugais, Quinta do Arneiro, Quinta do Montalto, Quinta do Pedragal, Quinta dos Lopes, Montes de Paladares, Risca Grande, Vale Tisana e Tinta Grã - José Franca.

Referências

- Ajzen, I. 1991. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50:179-211.
- Ajzen, I. 2001. Nature and operation of attitudes. *Annual Review of Psychology* 52:27-58.
- Ajzen, I. 2006. www.unibielefeld.de/ikg/zick/ajzen%20construction%20a%20tpb%20questionnaire.pdf
- Albarracín, D., Johnson, B.T., Fishbein, M. & Muellerleile, P.A. 2001. Theories of reasoned action and planned behavior as models of condom use: a meta-analysis. *Psychological Bulletin* 127:142-161.
- Anderson, J.C. & Gerbing, D.W. 1988. Structural equation modeling in practice: a review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin* 103:411-423.
- Arvola, A., Vassallo, M., Dean, M., Lampila, P., Saba, A., Lähteenmäki, L. & Shepherd, R. 2008. Predicting intentions to purchase organic food: the role of affective and moral attitudes in the theory of planned behaviour. *Appetite* 50:443-454.
- Ayres, N. & Midmore, P. 2009. Consumption of organic foods from a life history perspective: an exploratory study of British consumers. School of Management and Business, Aberystwyth University, Aberystwyth.
- Bentler, P.M. & Speckart, G. 1979. Models of attitude-behavior relations. *Psychological Review* 86:452-464.
- Crisóstomo, C. 2011. Organic farming policy network in Portugal. Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari, Valenzano.
- Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. 2016. www.dgadr.mamaot.pt/sustentavel/modo-de-producao-biologico
- Glasman, L.R. & Albarracín, D. 2006. Forming attitudes that predict future behavior: a meta-analysis of the attitude-behavior relation. *Psychological Bulletin* 132:778-822.
- Guido, G. 2009. Behind ethical consumption: purchasing motives and marketing strategies for organic food products, non-GMOs, bio-fuels. Peter Lang, Bern.
- INTERBIO. 2011. Política nacional para a agricultura biológica. Associação Interprofissional para a Agricultura Biológica, Lisboa.
- Kline, R.B. 2011. Principles and practice of structural equation modeling. The Guilford Press, New York.

- Naspetti S., Bracchi L. & Zanoli R. 2008. Consumption of organic foods from a life history perspective: an explorative study among Italian consumers. Polytechnic University of Marche, Ancona.
- Schwartz, S.H. 1977. Normative influences on altruism. p. 221-279. In: Berkowitz, L. (ed.), *Advances in experimental social psychology*. Academic Press, New York.

Quadro 1 – Qualidade de ajustamento de modelos alternativos.

Índices	TCP							ETCP						
	χ^2	<i>gl</i>	<i>p</i> -value	B-S <i>p</i> -value	GFI	CFI	RMSEA	χ^2	<i>gl</i>	<i>p</i> -value	B-S <i>p</i> -value	GFI	CFI	RMSEA
Modelo de medida	<i>I</i> 232,54	80	0,000	0,000	0,956	0,966	0,052	369,58	137	0,000	0,000	0,944	0,963	0,049
	<i>F</i> 28,75	25	0,275	0,315	0,992	0,999	0,015	62,47	50	0,111	0,221	0,987	0,997	0,019
Modelo estrutural	<i>I</i> 64,12	27	0,000	0,001	0,982	0,988	0,044	102,01	53	0,000	0,001	0,978	0,988	0,036
	<i>F</i> 28,91	26	0,315	0,369	0,992	0,999	0,013	63,40	52	0,133	0,260	0,987	0,997	0,018

I-inicial; *F*-final

Quadro 2 – Estratégia de comunicação adaptada a diferentes públicos-alvo.

	Mensagem	Conteúdo
Consumidores em geral	Definição positiva de agricultura biológica	Policultura, consociações, rotação de culturas, compostagem, adubação verde, controlo biológico, integração de animais
	Segurança alimentar dos alimentos biológicos	Proibição de uso de organismos geneticamente modificados, níveis mínimos de resíduos químicos
	Descrição das substâncias e práticas utilizadas pelo sistema agroalimentar convencional	Produtos químicos (fitofármacos, antibióticos, aditivos alimentares), organismos geneticamente modificados, pecuária industrial
	Existência de um sistema regulamentar e de controlo	Regras de produção biológica (Reg. N.º 834/2007), certificação por organismo independente, medidas em caso de infração
	Pontos de venda e rotulagem dos produtos biológicos	Localização, horário de funcionamento e gama de produtos disponível, logótipo da União Europeia, termos utilizados na rotulagem
Consumidores biológicos pouco envolvidos	Benefícios em termos de meio ambiente e bem-estar animal	Preservação dos recursos naturais (água, solos e biodiversidade), respeito pelas necessidades fisiológicas e comportamentais dos animais
	Explicação do regulamento e eventuais alterações	Produtos e substâncias autorizados, número mínimo de análises e de visitas sem aviso prévio
	Origem dos produtos biológicos	Identidade dos produtores (incluindo retrato profissional e da unidade de produção, em casos especiais)
	Pontos de venda direta	Mercados de produtores, lojas de quinta, cabazes e iniciativas CSA/AMAP

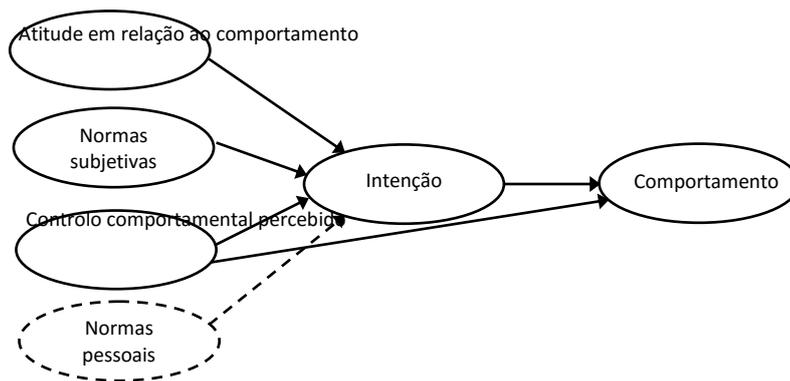


Figura 1 – Representação esquemática dos modelos teóricos propostos. O tracejado indica a adição da variável normas pessoais à teoria do comportamento planeado.

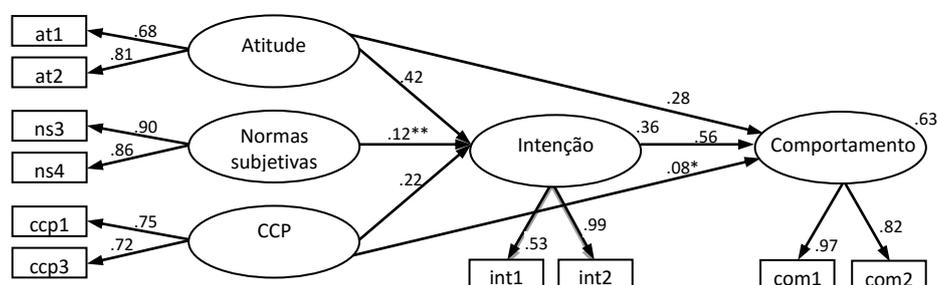


Figura 2 – Modelo TCP aplicado à compra de alimentos biológicos certificados. Para todas as trajetórias, $p < 0,001$, exceto (**) $p < 0,01$ e (*) $p < 0,05$.

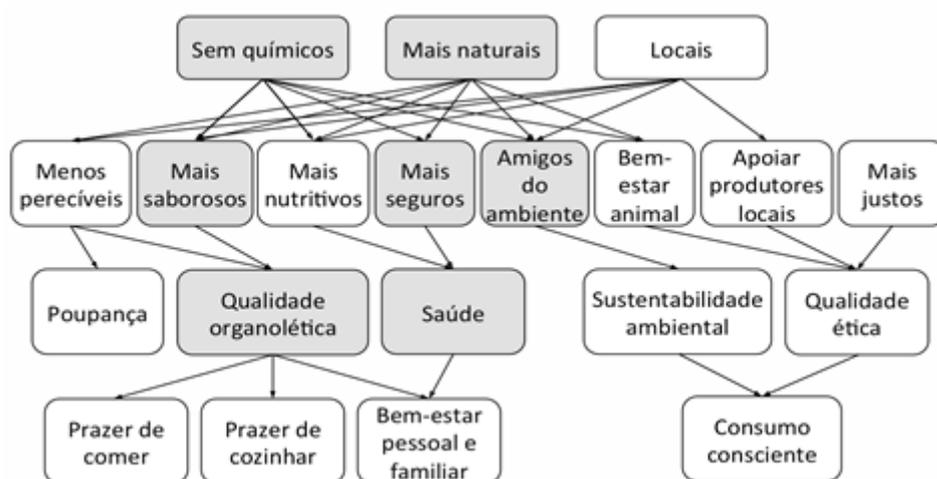


Figura 3 – Crenças comportamentais sobre a compra de alimentos biológicos certificados de consumidores mais envolvidos. O fundo cinza representa crenças referidas também por não consumidores.

Sustentabilidade ambiental e humana da produção de alimentos: uma análise comparativa entre agricultura biológica e convencional

Jacinta Fernandes¹, Gabriela Gonçalves², Amílcar Duarte³

¹ CEPAC/FCT, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal, mfernand@ualg.pt

² CIEO/FCHS, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal, ggoncal@ualg.pt

³ MeditBio/FCT, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal, aduarte@ualg.pt

Resumo

A produção e o consumo de alimentos produzidos em agricultura biológica (AB) apoiam-se na ideia da sua superior qualidade nutricional e em supostos efeitos benéficos na saúde humana, bem como no menor impacto ambiental da AB relativamente à agricultura convencional (AC). Mas serão mesmo as dietas baseadas nestes alimentos significativamente mais saudáveis para as pessoas e o ambiente e, portanto, mais sustentáveis que as dietas baseadas no modo convencional? O objetivo deste trabalho é apresentar uma síntese da informação publicada na última década referente a análises comparativas entre AB e AC, através de um conjunto de indicadores de qualidade ambiental e de saúde humana. Foram consultados diversos estudos, privilegiando aqueles que recorreram a um conjunto de indicadores de qualidade ambiental e de saúde humana. A nível ambiental, os estudos apontam para que, apesar das práticas biológicas terem, em geral, impactes menos negativos por unidade de área que as práticas convencionais, o mesmo não se verifica por unidade de produto. Os estudos sobre o impacto comparativo na biodiversidade mostram a tendência benéfica da AB, apesar de as diferenças se afigurarem pouco consistentes. A presença de resíduos de pesticidas e metais pesados em alimentos biológicos é significativamente menor que nos convencionais. A nível nutricional, os vegetais e frutas biológicos apresentam consistentemente conteúdos mais elevados em metabolitos secundários que os convencionais. Todavia, os estudos disponíveis sobre efeitos na saúde são pouco conclusivos quanto a diferenças consistentes entre modos de produção. Evidências científicas suportam a ideia geral de que a AB tende a constituir um modo de produção de alimentos ambiental e humanamente mais sustentável que a AC, embora as diferenças sejam consistentes apenas em alguns indicadores.

Palavras-chave: alimentação, dietas sustentáveis, efeitos no ambiente, saúde humana

Abstract

Environmental and human sustainability of food production: a comparative analysis of organic versus conventional agriculture

The production and consumption of food produced in organic farming (OF) rely on the idea of its superior nutritional quality and its supposed beneficial effects on human health, as well as lower environmental impact of organic agriculture compared to conventional farming (CF). But diets based on these foods will really be significantly healthier for people and the environment, and therefore more sustainable, than diets based on conventional farming? The aim of this paper is to present an overview of the information published in the last decade, for the comparative analysis of OF vs. CF, through a set of indicators of environmental quality and human health. Several studies were consulted, favoring those which used a set of indicators of environmental quality and human health. The environmental studies indicate that, despite the OF have generally less negative impacts per unit of area than CF, this does not happen by product unit. Studies on the comparative impact on biodiversity show beneficial trend of OF, though the differences are inconsistent. The presence of pesticide residues and heavy metals in organic food is significantly lower than in conventional. With regard to nutrition, organic vegetables and fruits have consistently higher content of secondary metabolites than conventional ones. However, the available studies on the health effects are inconclusive, for consistent differences between production methods. Scientific evidence supports the general idea that OF tends to be a food mode of production, environmentally and humanly more sustainable than the CF, although the differences are consistent only in some indicators.

Keywords: food, sustainable diets, environmental impact, human health

Introdução

Desde os primórdios da agricultura que o aumento da capacidade de obter alimento esteve interligado com o crescimento da população humana. E embora a percepção dos limites na capacidade de produzir alimentos para uma população em crescimento venha de longe, tal consciência acentuou-se a partir do final do séc. XVIII, quando Malthus previu um forte aumento da população e manifestou a convicção de que, mantendo-se a capacidade de carga do planeta, a população humana seria inevitavelmente limitada pela penúria alimentar. Apesar de a população continuar a crescer, a produção de alimentos tem crescido mais rapidamente e, conseqüentemente, o consumo *per capita* tem aumentado, de acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) (Alexandratos & Bruinsma, 2012). A previsão de Malthus só em parte parece ter-se concretizado, já que se produzem hoje alimentos suficientes para alimentar toda a população mundial condignamente, não fora a enorme desigualdade na distribuição de alimentos persistir, ligada ao binómio riqueza/pobreza. Se, por um lado, há ainda muitos subnutridos no mundo (580 milhões de pessoas, em 2015), por outro lado, o mundo rico habituou-se à comida abundante e barata e assiste-se ao acentuado crescimento dos problemas de saúde associados ao excesso de comida (diabetes, aterosclerose, enfartes do miocárdio, entre outros), que se constituem atualmente como um problema sério a nível mundial.

Alimentar a população crescente tem causado grande desgaste nos recursos, desde o nível local ao global, da erosão e degradação do solo à deflorestação e elevado consumo de água (Pimentel, 2009). A produção e o consumo de alimentos são atividades intensivamente consumidoras de recursos e igualmente produzem significativos impactes ambientais em todas as fases do processo (Carlsson-Kanyama et al., 2003; Peters et al., 2007). Entre os impactes mais relevantes, refira-se as perdas de azoto pelos solos agrícolas, fortemente responsáveis pela degradação da qualidade dos ecossistemas aquáticos, e o uso de pesticidas sintéticos, associado à perda substancial de biodiversidade (Hansen et al., 2001). Acrescente-se ainda, os potenciais efeitos negativos na saúde humana, que têm sido associados ao uso de pesticidas.

Espera-se que ocorra uma desaceleração do crescimento demográfico nas próximas décadas e uma correspondente redução na taxa de crescimento da produção agrícola mundial (Alexandratos & Bruinsma, 2012). A agricultura enfrenta, pois, no séc. XXI, um conjunto de desafios e questões éticas. Estando a segurança alimentar na ordem do dia, há que garantir alimentação para a população mundial (que, apesar de tudo, continua a crescer) e, simultaneamente, uma dieta saudável. E há ainda, como afirmam Pimentel & Pimentel (2003), que reduzir o impacto ambiental da agricultura; bem como adaptá-la às alterações climáticas. Assim, a intensificação da produção e consumo alimentares, sem conseqüente degradação dos recursos, continua a ser um desafio. Neste contexto, interessa refletir sobre a sustentabilidade do sistema alimentar humano. Constata-se que não existe uma forma direta e universalmente reconhecida de avaliar a sustentabilidade dos sistemas ou práticas de produção e consumo alimentar. Mesmo assim, parece claro que só uma agricultura que seja economicamente viável e que simultaneamente assegure a longo prazo os atuais níveis de produção alimentar, no sentido de garantirem alimentação suficiente e de qualidade para todos, no presente e no futuro, poderá ser útil para a sociedade humana (e, deste modo, económica, ambiental e socialmente sustentável). Uma vez que a produção e consumo de alimentos estão interligados, o conceito de sustentabilidade alimentar tem surgido não somente ligado à produção agrícola em si mesma, mas também associado às dietas ou comportamentos alimentares. A FAO define como dieta sustentável, aquela que, sendo culturalmente aceitável e economicamente justa, seja nutricionalmente adequada, segura e saudável e, simultaneamente, respeitadora da biodiversidade, dos ecossistemas e otimizadora do uso de recursos naturais e humanos (Burlingame & Dernini, 2012).

A AB tem sido mais conotada com a sustentabilidade do que a AC. Apesar de a sua história já antiga, a AB emergiu recentemente da relativa obscuridade em que se encontrava, devido ao rápido desenvolvimento na Europa e América do Norte (Rigby & Cáceres, 2001). Com o aumento da procura de alimentos “amigos do ambiente”, “verdes”, “sem químicos”, nas últimas décadas, o mercado de alimentos biológicos expandiu-se, associado aos sistemas de certificação ou garantia de qualidade. Os motivos subjacentes às escolhas, comportamentos ou dietas alimentares podem ser classificados em dois grandes grupos: os egoísticos, ligados à saúde e bem-estar (como a qualidade nutritiva e a segurança alimentar e o sabor e aspeto dos alimentos) e os altruísticos, associados a preocupações éticas (com o ambiente, bem-estar animal, comércio justo e produção local) (Sautron et al., 2015). Estudos incindindo nos públicos europeu e norte-americano têm mostrado que tanto as motivações egoísticas (*i.e.* saúde) como as altruísticas (*i.e.* preocupações éticas) subjacentes às escolhas alimentares biológicas têm ganho importância crescente (*e.g.* Bellows et al., 2010; Shafie & Rennie,

2012; Goetzke et al., 2014; Lee & Yun, 2015; Sautron et al., 2015), apesar do conceito de sustentabilidade ser algo abstrato e difuso para a maioria dos consumidores (Sautron et al., 2015).

Sejam os motivos subjacentes mais egoísticos ou mais altruísticos, a produção e o consumo de alimentos de AB apoiam-se em ideias como a superior qualidade nutricional e as supostas consequências benéficas na saúde humana, bem como o menor impacto ambiental da AB relativamente à AC. Mas há atualmente evidências científicas consistentes que permitam afirmar qual dos modos de produção de alimentos - AB ou AC - mais contribui para a sustentabilidade? Procurando respostas a esta pergunta, o objetivo geral deste trabalho é contribuir para a reflexão sobre a sustentabilidade alimentar. Especificamente, pretende-se apresentar uma síntese da informação disponível sobre análise comparativa dos modos de produção biológica e convencional, através de um conjunto de indicadores de qualidade ambiental e de saúde humana.

Método

Nas últimas décadas foi publicado um número muito vasto de estudos que comparam os dois modos de produção, no que se refere à qualidade nutritiva dos alimentos e seus potenciais efeitos na saúde humana. Estes estudos são muito diversificados, em termos de métodos, alimentos estudados, resultados e conclusões. Todavia, na última década, começaram a ser publicados estudos de revisão sistemática e meta-análises, que analisam comparativamente o impacto do modo de produção de alimentos no ambiente e na saúde humana. Orientados por questões de investigação concretas, obedecendo a critérios rigorosos de inclusão/exclusão de estudos na revisão (revisão sistemática) e recorrendo a métodos estatísticos reconhecidos (meta-análise), este tipo de estudos sintetiza a informação disponível num dado momento e sobre um dado assunto e, deste modo, permite chegar a conclusões mais generalizáveis. Por estes motivos, na revisão narrativa tradicional da literatura da especialidade, que se usa como método base no presente estudo, para comparar a qualidade ambiental e dos alimentos associada aos modos de produção biológico e convencional, recorre-se quase exclusivamente a estudos publicados enquanto revisão sistemática e/ou meta-análise e de publicação recente.

No que respeita à qualidade ambiental, usou-se a informação disponível na meta-análise de Tuomisto et al. (2012). Este trabalho consiste numa revisão sistemática dos estudos quantitativos publicados na Europa, que comparam o impacto ambiental dos modos de produção biológico e convencional; inclui uma meta-análise para avaliar os resultados publicados. As pesquisas foram efetuadas na *ISI Web of Knowledge*, tendo os autores obtido um número inicial de 644 referências, das quais selecionaram 71 artigos que incluíram na meta-análise sobre impacto ambiental e 38 na revisão sistemática sobre biodiversidade. Para fornecer uma imagem mais alargada sobre os efeitos das práticas agrícolas no ambiente, acrescentou-se informação sobre a componente da paisagem. Não tendo sido ainda publicados estudos de revisão sistemática sobre este assunto, usou-se, como informação de suporte, a disponível no trabalho publicado por Norton et al. (2009), por tratar-se de um estudo muito alargado de análise e descrição de habitats e práticas de gestão agrícolas associados a explorações AB/AC e respetivos efeitos nas paisagens agrícolas em Inglaterra.

Para descrever a situação no que se refere à qualidade nutritiva dos alimentos, recorreu-se à informação disponibilizada por Barański et al. (2014). Trata-se de uma revisão sistemática e meta-análise, que compara os teores de metabolitos secundários das plantas (antioxidantes/polifenóis e vitaminas), pesticidas, metais tóxicos (Cd, As e Pb), nitratos e nitritos, macronutrientes (proteínas, aminoácidos e hidratos de carbono) e minerais (macro e micronutrientes) em alimentos biológicos e convencionais. Também estes autores procederam a uma pesquisa na *ISI*. De um total de 17 333 publicações, selecionaram 448 estudos quantitativos comparativos AB/AC, dos quais 343 artigos foram incluídos na meta-análise.

Sobre efeitos na saúde humana, apresentam-se os resultados de alguns indicadores/marcadores indiretos apresentados na meta-análise de Barański et al. (2014) e complementa-se com informação da revisão sistemática de Smith-Spangler et al. (2012), que incluiu 17 estudos sobre efeitos clínicos na saúde.

Resultados

Impacte no ambiente e na paisagem

Tuomisto et al. (2012) compararam os efeitos do modo de produção na qualidade do ambiente, selecionando um conjunto de 11 indicadores que representassem todas as importantes categorias ambientais. Alguns são indicadores de análise do ciclo de vida dos produtos (indicadores LCA), contabilizando todos os impactos da cadeia de produção que podem ser expressos por unidade

de área ou de produto. Outros indicadores só traduzem os impactos diretos dos processos produtivos (indicadores não-LCA) e são expressos apenas por unidade de área.

Numa análise conjunta de todos os estudos, isto é, de todos os produtos alimentares estudados, as taxas de resposta mostraram que a AB tem impactos menos negativos por unidade de área que a AC em todos os indicadores de perdas de nutrientes pelo solo agrícola (perdas de azoto mais baixas em 31%; perdas de fósforo mais baixas em 1%), bem como um teor mais elevado (cerca 7% em média) no conteúdo do solo em matéria orgânica. Todavia, quando a análise foi feita por unidade de produto, a situação inverte-se, passando, em geral, a AB a ter impactos mais negativos que o modo convencional (p. ex. perdas de azoto mais elevadas em 49% em AB). As taxas de resposta por unidade de produto também revelaram um menor desempenho ambiental da AB relativamente à AC no indicador uso do solo (na Europa, a AB requer 84% mais terra que a AC) associado às menores produtividades agrícolas (AB, em média, 75% da produtividade de AC); o potencial de eutrofização e de acidificação são ligeiramente superiores na AB e, no que respeita à emissão de gases com efeito de estufa, não há, em geral, diferenças assinaláveis entre convencional e biológico. Todavia, o consumo de energia por unidade de produto na AB é, em média, 21% inferior à AC (Tuomisto et al., 2012). Estas tendências das diferenças entre AB e AC, reveladas na análise conjunta dos dados, mantêm-se quando a análise é efetuada por grandes categorias de alimentos.

Os estudos sobre o impacto comparativo na biodiversidade têm sido também pouco conclusivos, pois os efeitos descritos são muito variáveis e as diferenças entre sistemas têm mostrado ser pouco consistentes. Numa meta-análise comparativa AB-AC, Bengtsson et al. (2005) encontraram valores de riqueza de espécies e de abundância de indivíduos da ordem de, respetivamente, 30% e 50% superiores em AB. Também os estudos incluídos na revisão sistemática de Tuomisto et al. (2012) mostram uma clara tendência benéfica do modo biológico relativamente ao convencional, no que respeita ao impacto do modo de produção na biodiversidade. Igualmente descobriram que o efeito da AB na riqueza de espécies é maior em paisagens de uso intensivo, relativamente a paisagens com habitats não produtivos. Os autores questionam-se se, caso a agricultura convencional fosse acompanhada de práticas específicas de conservação da natureza, como por exemplo as medidas agroambientais na Europa, não poderia providenciar maiores benefícios para a biodiversidade que a AB. Os estudos parecem, pois, indicar que a diversidade da paisagem em si poderá ter impactos mais significativos na diversidade biológica que o modo de produção agrícola. Um estudo conduzido em Inglaterra, que procedeu à análise das paisagens e descrição dos habitats e práticas de gestão em 161 explorações agrícolas (pares AB/AC), mostrou que as explorações biológicas estão associadas a grande heterogeneidade de paisagens e produzem maior diversidade e complexidade de ocupação do solo e do padrão paisagístico (Norton et al., 2009). As explorações em modo biológico parecem desempenhar um papel importante na manutenção das paisagens e complexidade locais e, portanto, exercer um efeito benéfico na biodiversidade das paisagens agrícolas.

Qualidade dos alimentos e efeitos sobre a saúde

De acordo com Barański et al. (2014), os estudos sobre qualidade nutritiva indicam que os alimentos biológicos apresentam consistentemente conteúdos mais elevados em metabolitos secundários que os convencionais. A concentração de vários antioxidantes, nomeadamente as substâncias polifenólicas, é substancial e significativamente mais elevada nos alimentos “bio” que nos convencionais, nomeadamente: ácidos fenólicos (19%), flavanonas (69%), estilbenos (28%), flavonas (26%), flavonóis (50%) e antocianinas (51%); exceção para a Vitamina E, cujas diferenças entre AC e AB são não significativas. Os teores em hidratos de carbono e matéria seca são significativamente superiores nos alimentos biológicos (11% e 2%, respetivamente), enquanto as proteínas, aminoácidos e fibras são significativamente inferiores (-15%, -11% e -8%, respetivamente). O teor de vitamina C também é superior nos frutos cítricos de AB (Duarte et al., 2010). Paralelamente, os teores em metais pesados, nitratos e nitritos são significativamente menores nos legumes e frutas biológicos (-48% de cádmio, -10% N, -30% nitratos, -80% nitritos) (Barański et al., 2014). Também muito significativas são as diferenças na frequência de ocorrência de resíduos de pesticidas: quatro vezes menor em vegetais e frutas biológicos (11%) que nos convencionais (46%). Quanto a outros metais tóxicos, como o chumbo e o arsénio, as diferenças entre AB e AC não são assinaláveis (Barański et al., 2014). Quando os autores efetuaram a análise por categorias de alimentos (p. ex. cereais, legumes e frutas), as diferenças entre biológico e convencional mantiveram uma tendência muito similar, tanto em resíduos de pesticidas, como de metais pesados.

Muitos dos compostos referidos acima, isto é, tanto os resíduos (indesejáveis) como os antioxidantes, têm sido associados respetivamente ao aumento e redução da incidência de doenças crónicas (p. ex. doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e oncológicas), ou seja, a riscos ou a benefícios para a saúde. Todavia, apesar das evidências sobre a consistente superior qualidade

nutritiva dos alimentos de AB, os estudos disponíveis são pouco conclusivos quanto a evidências de diferenças significativas entre sistemas de produção de alimentos no que respeita aos efeitos na saúde. Na revisão sistemática de Smith-Spangler et al. (2012), dos 17 estudos incluídos, somente três se referiam a variáveis clínicas (e.g. sintomas e marcadores de alergias e infecções); os restantes 14 estudos referem-se a marcadores de saúde (e.g. vitaminas, lípidos e contaminantes no sangue). Os autores consideram que, em geral, os resultados publicados são pouco significativos ou relevantes. Referem-se, a título de exemplo, que em dois estudos sobre o efeito da dieta em mulheres grávidas e nas suas crianças até dois anos de idade, não foram encontradas associações entre o tipo de dieta das grávidas e o desenvolvimento de eczema e a presença de imunoglobulina. Já nas crianças, o consumo de leite biológico (>90% bio) surgiu associado a menor risco de eczema que o consumo de leite predominantemente convencional (<50% bio). Três estudos mostram níveis significativamente mais baixos de resíduos de pesticidas na urina de crianças com dieta “biológica”, que na de crianças com dieta convencional, embora um outro estudo mostre o uso de inseticidas caseiros como preditor significativo de resíduos de pesticidas na urina das crianças, mas não a dieta. Outros dois estudos sobre marcadores de saúde analisaram as diferenças nos teores de ácidos gordos no leite materno como efeito do consumo de leite e carne predominantemente biológicos (>90% bio) ou convencionais (<50% bio); embora não tenham sido encontradas diferenças significativas no total de ácidos gordos, os teores de dois ácidos W-3 benéficos foram significativamente mais elevados nas mães consumidoras de leite e carne de AB. Marcadores de atividade antioxidante e imunológica, no sangue e urina de outros adultos, foram examinados em seis estudos, que não encontraram diferenças consistentes entre consumidores biológicos e convencionais. Um estudo mostrou uma redução significativa em três indicadores de atividade inflamatória e risco cardiovascular em dieta mediterrânica biológica, relativamente à convencional. E um outro mostrou níveis mais elevados de três indicadores anticancerígeno associados a dieta biológica, relativamente à convencional.

Conclusões

As evidências científicas de que a AB é significativamente mais saudável para o ambiente que a AC não são consistentes. Apesar de a AB ter impactos ambientais menos negativos por unidade de área que a AC, o inverso verifica-se, em geral, por unidade de produto. O efeito comparativo na biodiversidade mostra uma tendência benéfica da AB, que, ao produzir maior diversidade e complexidade no padrão paisagístico, parece ter um efeito benéfico na biodiversidade das paisagens agrícolas.

As dietas baseadas em produtos de AB parecem ser mais saudáveis para as pessoas que as dietas convencionais. Há atualmente evidências nutricionais muito consistentes, que apontam nesse sentido: os estudos mostram que vegetais e frutas de AB apresentam consistentemente conteúdos mais elevados em metabolitos secundários que os convencionais; além disso, o teor de resíduos de pesticidas e metais pesados nos alimentos biológicos é significativamente menor. Várias destas substâncias têm sido associadas a benefícios e riscos para a saúde, todavia, as evidências clínicas são pouco consistentes quanto a diferenças nos efeitos para a saúde entre dietas AB/AC.

Assegurar, ao longo do tempo, o fornecimento de alimentos de qualidade, saudáveis, quer para as pessoas quer para o ambiente, é uma questão de maior importância. Há evidências científicas que suportam a ideia geral de que a AB tende a constituir um modo de produção agrícola ambiental e humanamente mais sustentável que a AC, embora as diferenças consistentes surjam apenas em alguns indicadores pontuais. Muitas dúvidas persistem e é necessário desenvolver mais investigação criteriosa nesta área do conhecimento em que se respeite um desenho experimental rigoroso e se sigam critérios padrão, conducentes a publicações com arbitragem por pares. Convém, mesmo assim, sublinhar a dificuldade de realizar este tipo de estudos.

Referências

- Alexandratos, N. & Bruinsma, J. 2012. World agriculture towards 2030/50. The 2012 revision. ESA Working Paper No. 12-03. Rome, FAO.
- Barański, M., Srednicka-Tober, D., Volakakis, N., Seal, C., Sanderson, R., Stewart, G.B., Benbrook, C., Biavati, B., Markellou, E., Giotis, C., Gromadzka-Ostrowska, J., Rembiałkowska, E., Sonta, K.S., Tahvonon, R., Janovska, D., Niggli, U., Nicot, P. & Leifert, C. 2014. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. *British Journal of Nutrition* 112:794-811.
- Bellows, A.C., Alcaraz, G.V. & Hallman, W.H. 2010. Gender and food, a study of attitudes in the USA towards organic, local, U.S. grown, and GM-free foods. *Appetite* 55:540-550.

- Bengtsson, J., Ahnström, J. & Weibull, A. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42:261-269.
- Burlingame, B. & Dernini, S. (eds.) 2012. Sustainable diets and biodiversity: directions and solutions for policy, research and action. Proc. of the International Scientific Symposium on Biodiversity and Sustainable Diets: United Against Hunger; 2010 Nov 3-5; FAO, Rome, Italy.
- Carlsson-Kanyama, A., Ekström, M.P. & Shanahan, H. 2003. Food and life cycle energy inputs: consequences of diet and ways to increase efficiency. *Ecological Economics* 44:293-307.
- Duarte, A., Caixeirinho, D., Miguel, M.G., Sustelo, V., Nunes, C., Mendes, M. & Marreiros, A. 2010. Vitamin C content of citrus from conventional versus organic farming systems. *Acta Hort* 868:389-94.
- Goetzke, B., Nitzko, S. & Spiller, A. 2014. Consumption of organic and functional food. A matter of well-being and health? *Appetite* 77C:94-103.
- Hansen, B., Alrøe, H.F. & Kristensen, E.S. 2001. Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 83(1):11-26.
- Lee, H.-J. & Yun, Z.-S. (2015). Consumers' perceptions of organic food attributes and cognitive and affective attitudes as determinants of their purchase intentions toward organic food. *Food Quality and Preference* 39:259-267.
- Norton, L., Johnson, P., Joys, A., Stuart, R., Chamberlain, D., Feber, R., Firbank, L., Manley, W., Wolfe, M., Hart, B., Mathews, F., Macdonald, D., Fuller & Robert, J. 2009. Consequences of organic and non-organic farming practices for field, farm and landscape complexity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129:221-227.
- Peters, C.J., Wilkins, J.L. & Fick, G.W. 2007. Testing a complete-diet model for estimating the land resource requirements of food consumption and agricultural carrying capacity: The New York State example. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22(02):145-153.
- Pimentel, D. & Pimentel, M. 2003. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *The American Journal of Clinical Nutrition* 78(3): 660S-663S.
- Pimentel, D. 2009. Energy Inputs in Food Crop Production in Developing and Developed Nations. *Energies* 2:1-24.
- Rigby, D. & Cáceres, D. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems* 68:21-40.
- Sautron, V., Péneau, S., Camilleri, M.G., Muller, L., Ruffieux, B., Herberg, S. & Méjean, C. 2015. Validity of a questionnaire measuring motives for choosing foods including sustainable concerns. *Appetite* 87:90-97.
- Shafie, F.A. & Rennie, D. 2012. Consumer Perceptions towards Organic Food. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 49: 60-367.
- Smith-Spangler, C., Brandeau, M.L., Hunter, G.E., Bavinger, J.C., Pearson, M., Eschbach, P.J., Sundaram, V., Liu, H., Schirmer, P., Stave, C., Olkin, I. & Bravata, D.M. 2012. Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives? A Systematic Review. *Annals of Internal Medicine* 157 (5):1-23.
- Tuomisto, H.L., Hodge, I.D., Riordan & Macdonald, D.W. 2012. Does organic farming reduce environmental impacts? - A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management* 112:309-320.

Criar pontes entre agricultura familiar e biológica através da formação no local de trabalho

Cristina Amaro da Costa^{1,2}, Davide Gaião¹, Daniela Teixeira¹, Helena Esteves Correia¹

¹ Escola Superior Agrária de Viseu /Instituto Politécnico de Viseu, Quinta da Alagoa, Estrada de Nelas, Ranhados, 3500-606, Viseu, Portugal, amarocosta@esav.ipv.pt

² CI&DETS, Instituto Politécnico de Viseu, Av. Cor. José Maria Vale de Andrade, Campus Politécnico, 3504-510, Viseu, Portugal

Resumo

A agricultura familiar, como forma de garantir a produção agrícola, gerida por uma família com base em mão-de-obra familiar não assalariada, tem um papel fundamental nas zonas rurais. Das 570 milhões de explorações agrícolas do mundo, mais de 500 milhões são explorações familiares. Em Portugal representam 96% das cerca de 280 mil explorações do continente. Diversos modelos de desenvolvimento da agricultura familiar incorporam a agricultura biológica como elemento chave, com impacto direto no aumento do rendimento das famílias. Através da agricultura biológica, assente em princípios como alimentar o solo para nutrir a planta ou manter relações de proximidade com o mercado, a agricultura familiar pode atingir novos patamares de sucesso.

O conhecimento e a capacidade técnica são essenciais para a adoção da agricultura biológica, pelo que é essencial identificar as necessidades de formação dos agricultores familiares, de forma a disponibilizar ferramentas de aprendizagem que permitam melhorar a sua capacidade de intervenção e inovação. Assim, caracterizaram-se as práticas agrícolas utilizadas por agricultores familiares dos concelhos de Viseu, Braga e Barcelos e avaliou-se a proximidade com os itinerários técnicos utilizados em agricultura biológica através da aplicação de uma *checlist* a 30 agricultores de cada concelho, respeitando os seguintes critérios: dimensão da exploração igual ou inferior a 2 hectares, mão-de-obra familiar e rendimento maioritariamente proveniente da exploração.

Verificou-se que algumas técnicas adotadas pelos agricultores familiares coincidem com práticas fundamentais em agricultura biológica: diversidade e consociações culturais, rotação de culturas, adição de matéria orgânica de origem animal e vegetal, desfolhas manuais ou utilização de luta física e genética no combate a pragas e doenças. Estes resultados permitirão definir áreas e ferramentas de aprendizagem à distância e em contexto de trabalho (e- e m-learning), que contribuam para capacitar estes agricultores, bem como novos agricultores que queiram converter-se ou iniciar uma exploração em agricultura biológica.

Palavras-chave: práticas agrícolas, itinerários técnicos, checklist, ferramentas de aprendizagem e m-learning

Abstract

Building bridges between organic and family farming through professional training at workplace

Family farming, as a mean to ensure food production, managed by a family using unpaid family labour, plays a fundamental role in rural areas. Of about 570 million farms in the world, over 500 million are family farms. In Portugal, family farming represents 96% of the existing 280 thousand farms. Several family farming development models incorporate organic farming as a key strategy with a direct impact on the family profit. Through organic farming, based on principles such as securing favourable soil conditions for plant growth or maintaining close relationships with the market, family farms can reach new heights of success.

Knowledge and technical skills are crucial to ensure organic farm adoption, and thus, it is important to identify the farmers training needs, so that proper learning tools are developed and contribute to improve farmers performance and innovation abilities. In this way, we have identified the agricultural practices adopted by family farmers from Viseu, Braga e Barcelos, to assess the proximity between these agricultural options and the organic farming technical itineraries by applying a checklist to 30 farmers in each region, based on the following criteria: farm dimension with 2 hectares or less, labour based on the family members and the family profit coming mainly from the agriculture activities.

Some of the agricultural practices adopted by the family farmers are similar to some fundamental practices adopted in organic farming: crop diversity and consociations, crop rotations, use of organic animal and vegetal manure, green interventions or the use of physical and genetic control measures against pests and diseases. These results will support the definition of learning tools that might be used for distance learning (e- and m-learning), contributing to reinforce and capacitate these family farmers, as well as new farmers that want to convert or initiate an organic farm.

Keywords: agricultural practices, technical itineraries, checklist, learning tools, m-learning

Introdução

A agricultura familiar tem um papel fundamental no mundo rural, do ponto de vista económico, ambiental, social e cultural (FAO, 2014; Hoppe, 2014). Estes sistemas de produção baseiam-se em explorações de pequena dimensão, geridas por uma família que depende essencialmente de mão-de-obra familiar não assalariada, como forma de garantir a produção agrícola, silvícola, assim como a pesca e o pastoreio.

Quase 90% das explorações agrícolas no mundo são de agricultura familiar (500 milhões de explorações), apresentam pequena dimensão (mais de 475 milhões de explorações têm menos de 2 hectares), produzem cerca de 70% dos alimentos consumidos no mundo e garantem o sustento de 40% das famílias do mundo (FAO, 2014; Lowder et al., 2014). Estas explorações baseiam-se em estruturas familiares, cujo saber continua de geração em geração, o que permite manter um conjunto de técnicas, tradições e valores culturais, que importa preservar e valorizar (Peters, 2013).

Em Portugal, as explorações familiares representam 96% das explorações agrícolas. Utilizam permanente e predominantemente mão-de-obra pertencente ao agregado familiar (a mão-de-obra contratada é inferior a 1 UHT por exploração) e ocupam 67% da Superfície Agrícola Utilizada do continente, o que traduz o seu impacto na economia local e nacional (INE, 2011; Costa et al., 2014; DGADR, 2014). As explorações de agricultura familiar representam 38% da população residente em meio rural e garantem 25% do emprego regional.

Por todo o mundo, estes agricultores constituem em geral uma população envelhecida – três em cada quatro agricultores tem mais de 65 anos – com baixos níveis de formação escolar e profissional – somente 20% tem formação agrícola, tendo a maioria adquirido conhecimento através da experiência prática e da transmissão de conhecimentos de geração em geração e/ou de vizinhos e amigos (Costa et al., 2014; Hoppe, 2014).

A evolução das explorações de agricultura familiar para novos patamares de sucesso e inovação passa pela adoção de novos modos de produção, sustentáveis e capazes de manter relações de proximidade com o mercado, de forma a garantir qualidade dos produtos e a assegurar a melhoria dos rendimentos destas famílias (Auerbach et al., 2013).

Neste sentido, a adoção da agricultura biológica, assente em princípios como o equilíbrio do solo, através da manutenção do teor de matéria orgânica e da promoção da atividade biológica do solo, a otimização dos ciclos de nutrientes através da gestão dos animais e das plantas no espaço e no tempo (por exemplo, através de rotações e consociações), ou a manutenção de relações de proximidade, pode contribuir para este objetivo (Krug, 2012; Auerbach et al., 2013; von Dach et al., 2013; Benson et al., 2014).

O conhecimento e a formação técnica são essenciais para a adoção da agricultura biológica, e a definição dos conteúdos mais adequados deverá ser ajustada a uma matriz de conhecimento e técnicas que possam aproximar os itinerários dos agricultores familiares à prática da agricultura biológica. Os itinerários técnicos podem ser definidos como "modelos técnicos e tecnológicos teóricos", que identificam (i) o conjunto ordenado das operações culturais, (ii) o conjunto ordenado das tarefas agrícolas que são necessárias para executar cada uma das operações culturais identificadas e (iii) cada uma das tecnologias que são adotadas para a realização de cada tarefa agrícola (Amaro et al., 2000; Zoraida, 2005). Neste sentido, procuraram identificar-se as práticas agrícolas utilizadas por agricultores familiares no concelho de Viseu, Braga e Barcelos e avaliar a proximidade destes itinerários técnicos com as práticas da agricultura biológica.

A identificação das práticas agrícolas (procedimentos técnicos e tecnológicos adotados em cada etapa do itinerário técnico) pode ser realizada com base na aplicação de inquéritos por questionário, mais ou menos complexos (Amaro et al., 2000; Kuiper, 2000; Zoraida, 2005). Estas metodologias permitem (i) identificar os procedimentos técnicos e tecnológicos adotados nas explorações familiares, isto é, quais as operações culturais e subsequentes tarefas agrícolas realizadas

e (ii) avaliar as semelhanças (proximidade) com o modelo teórico, neste caso, o modelo de itinerário técnico teórico adotado em agricultura biológica.

Material e métodos

A identificação dos procedimentos técnicos e tecnológicos adotados nas explorações familiares foi realizada através da aplicação de um questionário simplificado, em que se reduziu a necessidade de respostas por parte do inquirido, com base numa *checklist*, que consiste numa lista simples de afirmações (ações) ou características relativamente às quais se indica se estão presentes (ou são desejáveis) ou não. Para cada item individual, é obtido um valor médio ou percentagem de adoção (presença) de cada variável de carácter binomial (Kirakowski, 2000; Kuiper, 2000).

A *checklist* foi construída com base no itinerário técnico adotado em explorações em agricultura biológica e em informação presente em documentos técnicos e científicos (Amaro, 2007; Mourão, 2007; Barrote, 2010; Benson et al., 2014; Strohbahn, 2015), e estruturada em cinco partes: caracterização sociodemográfica do inquirido, características da exploração, itinerário técnico (espécies, gestão e preparação do solo, fertilização, rega, intervenções em verde, proteção da cultura), produção animal e comercialização.

O questionário (*checklist*) foi aplicado a 30 responsáveis (chefes de exploração) de explorações agrícolas com dimensão igual ou inferior a 2 hectares, que utilizam mão-de-obra maioritariamente do agregado familiar e cujos rendimentos são na maioria provenientes da exploração, em cada um dos concelhos – Viseu, Braga e Barcelos.

A aplicação da *checklist* decorreu entre de novembro de 2015 e fevereiro de 2016. A seleção dos agricultores foi aleatória e com base em listagens de produtores presentes nos mercados semanais de cada local, respeitando os requisitos pré definidos.

Foi realizada uma análise exploratória dos dados recolhidos, com recurso ao *software* IBM SPSS Statistics, Version 22.0. A análise das práticas adotadas entre regiões foi avaliada através de análise de variância e um teste LSD para comparação de médias com um nível de confiança de 0,95%. Através de uma análise de componentes principais (programa CANOCO 5) procuraram identificar-se relações entre as práticas adotadas e a características sociodemográficas dos agricultores familiares inquiridos.

Resultados e discussão

A idade média dos agricultores inquiridos é 57 anos, e incluiu 66% de mulheres e 34% de homens (quadro 1). A maioria destes agricultores (93%) tem como habilitação literária o 4.º ano, ou menos. A área média das explorações é 1,5 ha, sendo que 23,3% apresenta área de exploração inferior a 1 ha e 24,4% entre 1 e 1,5 ha. Os restantes 52% possuem uma área da exploração entre 1,5 e 2 ha. A mão-de-obra é essencialmente assegurada por elementos da família e corresponde, em média, a 2,1 trabalhadores.

Relativamente à adoção de práticas culturais relacionadas com escolha de culturas, espécies e escolha de material de sementeira e plantação, todos os agricultores inquiridos adotam uma grande diversidade de culturas (principalmente culturas hortícolas sazonais), preferem variedades regionais e cerca de metade fazem consociações culturais, sempre que possível (fig. 1a). Quanto à diversidade de variedades, mais de 30% dos agricultores utiliza mais que uma variedade por espécie. Menos de um terço dos agricultores tem viveiro próprio, ou seja, a maioria recorre à aquisição de plantas oriundas de outras explorações/viveiros (68%). Por último, nenhum dos agricultores inquiridos inocula as sementes/plantas com micorrizas previamente à sua sementeira/plantação nem utilizam espécies geneticamente modificadas (OGM).

Esta escolha de práticas agrícolas é similar nos três concelhos, com exceção da diversidade de variedades e da presença de viveiro na exploração, que é significativamente superior entre os agricultores familiares de Braga.

As práticas culturais relacionadas com a gestão do solo incluem a realização de rotações culturais e pousio, utilização de matéria orgânica (MO) de origem animal e adubação em verde, cobertura do solo, compostagem e manutenção de infestantes (fig. 1b). A maior parte dos inquiridos baseiam o seu plano de exploração na rotação de culturas (80%), mas apenas 30% referiram deixar as terras em pousio durante algum período do ano cultural. Os inquiridos que não adotam esta prática, referiram que não o fazem para não reduzirem o retorno financeiro da terra a curto prazo. Entre as três regiões, a prática do pousio tende a ser mais frequente em Barcelos e menos em Braga.

A adição de matéria orgânica de origem animal e também de restos de plantas (adubação verde) antes das plantações e sementeiras, de modo a fornecer ao solo os nutrientes necessários para o

desenvolvimento das culturas e a contribuir para a melhoria da sua estrutura é uma prática adotada pela totalidade dos agricultores.

Relativamente à utilização de cobertura do solo para controlo de infestantes, prática fundamental em agricultura biológica, constata-se que apenas 14% dos agricultores familiares inquiridos a utiliza. Quanto à técnica de compostagem, nenhum dos agricultores a realiza. Apenas 10% dos agricultores tolera a presença de infestantes na exploração e, assim, beneficiam das vantagens da presença destas infraestruturas ecológicas (Boller et al., 2004; Nunes et al., 2015).

As intervenções em verde, técnicas culturais que promovem um acréscimo de qualidade da produção através da melhoria do ambiente ao nível da canópia (remoção de rebentos e folhas, orientação da vegetação, entre outras) e contribuem para a redução de incidência de pragas e doenças, são essenciais em agricultura biológica e em produção integrada (Costa et al., 2016). Entre os agricultores inquiridos, 82% utilizam diversos tipos de tutores nas suas culturas quando adequado, mas menos de 15% realizam podas de rebentos, desfolhas ou mondas de frutos (fig. 1c). A prática da desfolha é significativamente superior entre os agricultores familiares de Viseu (70%). Nenhum dos agricultores familiares inquiridos utiliza fitorreguladores para estimular o crescimento e desenvolvimento das plantas.

A proteção das culturas desempenha um papel fundamental no itinerário técnico de qualquer sistema de produção, seja pela dependência dos meios de luta química em sistemas de produção convencional e intensivo, seja em sistemas de produção sustentáveis, como a agricultura biológica que dependem preferencialmente da adoção de medidas de luta indiretas e do uso de meios de luta alternativos à luta química (Amaro, 2003; Rickard, 2010).

Relativamente às técnicas adotadas na proteção das culturas pelos agricultores inquiridos, verifica-se que nenhum utiliza a luta biológica, mas quase todos recorrem ao uso de pesticidas – luta química (91%) – e à escolha de espécies e variedades/cultivares resistentes – luta genética (100%) (fig. 1d). Os meios de luta cultural e física são adotados em mais de 60% dos casos, com maior expressão na região de Barcelos, e a luta biotécnica em cerca de 50%. Cerca de metade dos agricultores familiares adota meios de luta preventivos regularmente e estão conscientes dos seus benefícios.

Com base nos resultados da análise de componentes principais, efetuada para analisar as relações entre as práticas adotadas e a características sociodemográficas dos agricultores familiares inquiridos, verifica-se que 20,3% da variância observada está associada ao seu perfil sociodemográfico (fig. 2).

Verifica-se que as práticas “Diversidade de variedades” ($p=0,002$), “Presença de viveiro na exploração” ($p=0,01$), “Desfolha” ($p=0,014$) e “Luta química” ($p=0,02$) são significativas e explicam, respetivamente, 7,1%, 4,2%, 3,6% e 2,7% da variabilidade encontrada. As práticas “Diversidade de variedades” e “Presença de viveiro na exploração” estão positivamente associadas com a região (concelho), como foi anteriormente referido. A “Desfolha”, “Luta cultural” e “Rotação de culturas” estão positivamente associadas à escolaridade do agricultor, ainda que não de forma significativa, evidenciando que maior escolaridade constitui um fator facilitadores da adoção de práticas sustentáveis. De modo oposto, a idade dos agricultores está negativamente relacionada com a generalidade destas práticas, podendo afirmar-se que a idade poderá constituir um constrangimento à conversão para a agricultura biológica.

Conclusões

A identificação dos procedimentos técnicos e tecnológicos, adotados nas explorações familiares, permite avaliar as semelhanças (proximidade) com o modelo de itinerário técnico teórico adotado em agricultura biológica e permitirá identificar as necessidades de formação essenciais, para apoiar a adoção deste modo de produção por agricultores familiares e por novos agricultores que queiram iniciar (ou converter) uma exploração em agricultura biológica.

Com base nos resultados obtidos é possível constatar que uma parte das técnicas e tecnologias adotadas nas explorações de agricultura familiar, nos concelhos de Viseu, Barcelos e Braga, coincidem com práticas fundamentais em agricultura biológica: diversidade cultural com preferência por variedades regionais, consociações culturais, rotação de culturas, adição de matéria orgânica de origem animal e também restos de plantas (adubação verde) antes das plantações e sementeiras, tutoragem ou a utilização de luta genética para o combate a pragas e doenças.

Algumas práticas, como o pousio, utilização de intervenções em verde, produção de plantas em viveiros próprios ou de sementes, ou a adoção da luta biotécnica, são utilizadas por alguns agricultores familiares, mas a sua adoção não está ainda generalizada. Por outro lado, há ainda muitos processos e técnicas essenciais para o sucesso das explorações de agricultura biológica que não são utilizadas pelos agricultores familiares, nomeadamente, inoculação de sementes/plantas com micorrizas, a

compostagem, tolerância de revestimento do solo composto por infestantes, ou a utilização de luta biológica.

É neste âmbito que a disponibilização de ferramentas de aprendizagem relacionadas com estas temáticas, e preferencialmente adequadas para serem utilizadas em contexto de trabalho (e-learning ou m-learning), pode surgir como uma ponte entre a agricultura familiar e agricultura biológica, ao contribuir para o aumento de conhecimento em agricultura biológica, que constituirá certamente um fator de vantagem e sucesso para estas explorações. Através da adoção da agricultura biológica, estes agricultores (agricultores familiares ou novos agricultores) poderão incorporar uma tecnologia inovadora que visa a produção de alimentos nutritivos e de alta qualidade, sem recurso a produtos químicos de síntese nem organismos geneticamente modificados, em simultâneo com a redução de impactos ambientais negativos.

Referências

- Amaro, F.S., Godinho, M.C., Figueiredo, E. & Mexia, A. 2000. Itinerários técnicos e calendários culturais para culturas “em estufa” – região Agrária do Ribatejo e Oeste. Projecto PAMAF 6013, Departamento de Economia Agrária e Sociologia Rural, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa:2-8.
- Amaro, P. 2003. A protecção integrada. ISA Press, Lisboa: 446p.
- Amaro, P. (Coord.) 2007. 7º Relatório de Progresso "Os indicadores ambientais para avaliar a prática da protecção integrada, da produção integrada e da agricultura biológica e o uso sustentável de pesticidas em Portugal" (AGRO 545). Instituto Superior de Agronomia, Lisboa. p. 3 + anexos.
- Auerbach, R., Rundgren, G. & Scialabba, N. (Ed.) 2013. Organic agriculture: African experiences in resilience and sustainability. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. p. 200.
- Barrote, I. 2010. Manual de conversão ao modo de produção biológico. Divisão de produção agrícola, DRAP Norte. p. 38.
- Benson, M., Niewolny, J. & Rudd, R. 2014. An evaluation of program, training, and resource needs of Virginia beginning farmers and ranchers: virginia beginning farmer and rancher coalition program. Virginia Cooperative Extension, Virginia State University. p. 43.
- Boller, E., Hani, F. & Poehling, H. 2004. Ecological infrastructures: ideabook on functional biodiversity at the farm level temperate zones of Europe. 1st Ed., IOBC/WPRS Commission on Integrated Production Guidelines and Endorsement, Lindau, Switzerland:24-38; 82-100.
- Costa, C.A., Correia, P., Correia, H.E., Guiné, R.P., Gouveia, J.P., Rodrigues, P., Teixeira, D., Touriño, L., Castro, M. & Basile, S. 2014. Family and organic farming. New apprenticeship through m-learning. IFOAM Organic World Congress 2014 'Building organic bridges', Istanbul, 13-15.10, Organic Eprints ID 26653: 9p. <http://orgprints.org/26653/7/26653.pdf>
- Costa, C.A., Godinho, M.C., Santos, J.L., Mexia, A. & Amaro, P. 2016. Integrated pest management: from policies to practices. Agroecology and Sustainable Food Systems (submitted).
- DGADR. 2014. Ano Internacional da Agricultura Familiar. Pessoas e Lugares, Abril, 14: 3p.
- FAO. 2014. Family Farmers. Feeding the world, caring for the earth. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. p. 4.
- Hoppe, R.A. 2014. Structure and Finances of U.S. Farms: Family Farm Report, 2014 Edition. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, December, EIB-132. p. 61.
- INE. 2011. Recenseamento geral agrícola. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa. http://ra09.ine.pt/xportal/xmain?xpid=RA2009&xpgid=ine_ra_publicacoes
- Kirakowski, J. 2000. Questionnaires in usability engineering. A list of frequently asked questions. 3rd Ed., Human Factors Research Group, Cork, Ireland. p. 15.
- Krug, I. 2012. Farmers' cooperative and Bio-Bhutan associate to develop markets for certified organic essential oils. In. FAO. Good practices in building innovative rural institutions to increase food security. Case studies. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome: 60-64.
- Kuiper, J. 2000. A checklist approach to evaluate the contribution of organic farms to landscape quality. Agriculture, Ecosystems and Environment 77:143-156.
- Lowder, S.K., Skoet, J. & Singh, S. 2014. What do we really know about the number and distribution of farms and family farms worldwide? Background paper for The State of Food and Agriculture 2014. ESA Working Paper 14-02. Rome, FAO:1-18.
- Mourão, I.M. (Ed.) 2007. Manual de horticultura no modo de produção biológico. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC. Ponte de Lima. p. 206.

- Nunes, C., Teixeira, B., Carlos, C., Gonçalves, F., Martins, M., Crespi, A., Sousa, S., Torres, L. & Costa, C.A. 2015. Biodiversidade do solo em vinhas com e sem enrelvamento. *Rev. Ciências Agrárias* 38 (2):248-257.
- Peters, R. (Ed.) 2013. Family Farming. *EU Rural Review*, 17, p. 36.
- Rickard, S. 2010. The value of crop protection. An assessment of the full benefits for the food chain and living standards. Crop Protection Association. Peterborough: p. 40.
- Strohbehn, C. 2015. Mississippi farm food safety checklist - Adapted from the "Checklist for retail purchasing of local produce". Iowa State University. Ames: p. 2.
- von Dach, S.W., Romeo, R., Vita, A., Wurzinger, M. & Kohler, T. (Eds.) 2013. Mountain farming is family farming: a contribution from mountain areas to the International Year of Family Farming 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. p. 100.
- Zoraida, G. (Coord.) 2005. Gender and farming systems. Lessons from Nicaragua. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome:1-12.

Quadro 1 – Características sociodemográficas da amostra (30 inquiridos).

Caraterística	Média (± desvio padrão)	Percentagem
Idade média	57,4 ± 11,23	
Sexo	Feminino	66
	Masculino	34
Escolaridade	Sem formação	22
	4.º Ano	71
	6.º Ano	2
	9.º Ano	4
	12.º Ano	1
Área média da exploração (ha)	1,5 ± 0,53	
N.º de trabalhadores permanentes	2,1 ± 0,73	

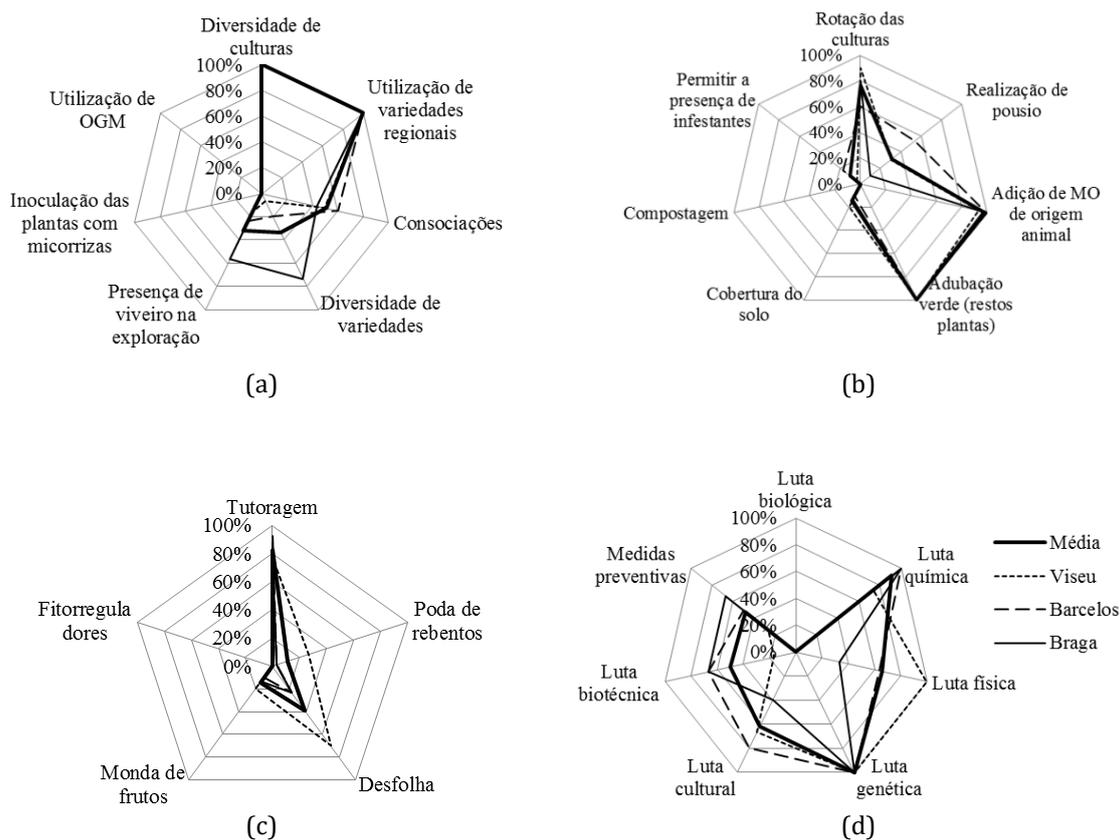


Figura 1 – Identificação das práticas culturais adotadas por agricultores familiares nos concelhos de Viseu, Barcelos e Braga (%): (a) escolha de culturas, espécies e escolha de material de sementeira e plantação; (b) gestão e preparação do solo, (c) técnicas de intervenção em verde e (d) opções de proteção das culturas.

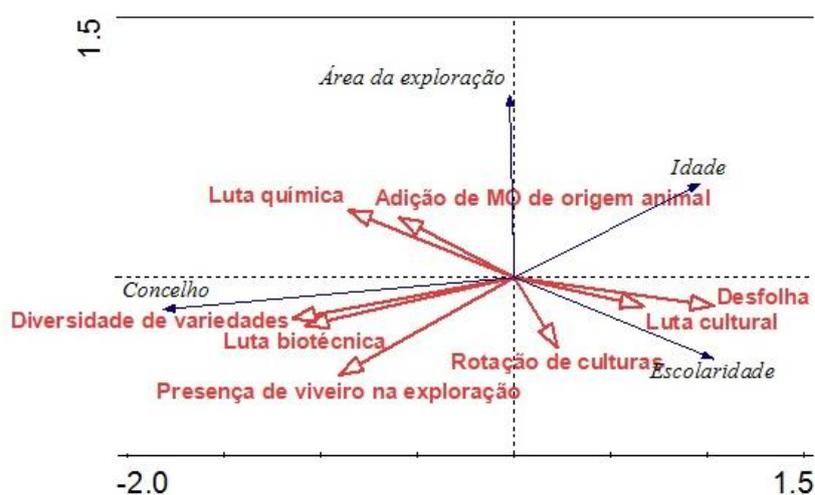


Figura 2 – Análise dos componentes principais (*biplot*) entre as práticas adotadas e a características sociodemográficas dos agricultores familiares dos concelhos de Viseu, Barcelos e Braga.

Cartografia de Áreas Agrícolas de Elevado Valor Natural - Propostas e processos de integração da agricultura biológica

Tiago Sousa Barbosa¹, Joaquim Mamede Alonso^{1,2}, Isabel Mourão^{1,3}

¹ Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, tiagobarbosa@ipvc.pt

² CIBIO-InBIO. Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, malonso@esa.ipvc.pt

³ Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, isabelmourao@esa.ipvc.pt

Resumo

As Áreas Agrícolas de Elevado Valor Natural ou *High Nature Value farmland* (HNVf) compreendem as áreas da Europa onde o uso dominante da terra é a agricultura que sustenta ou se associa a uma elevada diversidade de espécies e habitat bem como, à presença de espécies de interesse de conservação. Este estudo apresenta como unidade de análise o Alto Minho (Portugal) e visou aplicar uma metodologia de cartografia de paisagens agrícolas de elevado valor natural e ainda avaliar as potencialidades da integração e valorização de empresas de Agricultura Biológica nestas áreas.

Na definição das áreas HNVf utilizou-se a metodologia proposta por Andersen et al. (2003) e (Ribeiro, 2014), adaptada a uma escala regional e local e que pressupõe a utilização de bases de dados espaciais das condições naturais, ocupação e uso do solo e práticas de gestão das explorações agrícolas. Em simultâneo, realizaram-se inquéritos a seis dos 25 produtores em modo de produção biológico (MPB) do Alto Minho, para avaliar a integração das suas atividades nas áreas HNVf.

As áreas HNVf localizam-se, na sua maioria, nas zonas interiores de maior altitude, nomeadamente em áreas de vegetação esparsa ou de vegetação herbácea natural, inseridas no Parque Nacional da Peneda-Gerês ou em vales de aluvião e de altitude. Em simultâneo, verificou-se que embora as empresas agrícolas em MPB, estejam espacialmente dispersas por toda a unidade de análise, a maioria delas localizam-se em áreas HNVf ou nas suas imediações. Muitas destas empresas privilegiam a utilização de recursos biológicos autóctones (raças e variedades) e exploram o património natural local em atividades de turismo rural e outras atividades complementares. A agricultura biológica associa-se à multifuncionalidade das empresas, à identidade e valorização da paisagem, à promoção e conservação da biodiversidade e do património edificado, contribuindo para a sustentabilidade das áreas HNVf.

Palavras-chave: paisagem, serviços de ecossistema, agroecossistema, agricultura biológica

Abstract

High Nature Value Farmland (HNVf) Mapping - Proposals and integration processes of organic production

The High Nature Value farmland (HNVf) comprises those areas in Europe where agriculture is a major (usually the dominant) land use and where that agriculture supports or is associated with either a high species and habitat diversity or the presence of species of European conservation concern or both. This work, with the unit of analysis in the Alto Minho (Portugal), has developed and applied a methodology for the identification of agricultural landscapes HNVf and assessed the potential and limitations of integration and valuation of farms in Organic Agriculture in these areas.

In defining HNVf areas we used the methodology proposed by Andersen et al. (2003), adapted to regional and local level and that requires the use of spatial databases in particular natural conditions, occupation and land use and data of farm management practices. It was also carried out surveys to six of the 25 organic farms in the Alto Minho region, to evaluate their integration in the HNVf.

The areas defined as HNVf were distributed mostly in the more inland areas and higher elevations, particularly in areas of sparse or herbaceous natural vegetation, inserted in the Peneda-Gerês National Park and high altitude valleys. Simultaneously, it was found that the organic farms, although spatially dispersed throughout the unit of analysis, 52% were located in HNVf areas or in their vicinity. Many of these farms support the use of indigenous biological resources (breeds and varieties) and explore the heritage site in rural tourism activities. Thus, organic farming is associated

with the farm multifunctionality, enhancement of the landscape, promotion and conservation of biodiversity and built heritage and maintenance of local identity.

Keywords: landscape, ecosystem services, agro-ecosystem, organic farming

Introdução

A agricultura fornece produtos (alimentos e fibras) e, em simultâneo, em paisagens rurais, a agricultura apresenta relevância na regulação dos ciclos de nutrientes e da água e na conservação do solo e da biodiversidade (AEA, 2015), condições associadas ao seu contributo para os serviços de ecossistema de produção, suporte, regulação e culturais. As alterações tecnológicas e dos mercados desde a década de 50 do século XX traduziram-se num sistema de produção baseado em extensas áreas de monocultura e intensificação com o uso crescente de fatores de produção, em particular, fitofármacos e adubos químicos de síntese, de mecanização das operações culturais e do uso de raças animais e cultivares vegetais melhoradas, em detrimento das cultivares locais e autóctones (EEA, 2010b). O reconhecimento da pressão e impactes da intensificação, concentração e especialização das atividades agropecuárias em oposição à influência positiva da agricultura na construção das paisagens com qualidade ambiental e de vida contribuíram para o desenvolvimento do conceito e modelos de identificação de paisagens Agrícolas de Elevado Valor Natural ou *High Nature Value farmland* (HNVf) (Ribeiro, 2014).

As áreas HNVf estão associadas a três fatores e condições principais: (1) baixa intensidade das práticas agrícolas; (2) presença de vegetação seminatural e (3) diversidade da ocupação do solo. Estes três elementos apresentam em comum o facto de constituírem um suporte fundamental de muitas espécies animais e vegetais, contribuindo para uma relevante biodiversidade nesses territórios (IEEP, 2007). Estas características suportaram a definição de diferentes tipos de áreas HNVf:

Tipo 1: áreas agrícolas sob práticas extensivas caracterizadas por terrenos agrícolas onde a presença de vegetação natural e seminatural é elevada;

Tipo 2: áreas dominadas por uma gestão de baixa intensidade, mosaico de zonas com características seminaturais e terras cultivadas de pequena dimensão à escala da paisagem;

Tipo 3: terrenos agrícolas (incluindo terras aráveis e pastagens cultivadas de forma intensiva), contendo populações de animais ou aves raras, de espécies de importância europeia (Andersen et al., 2003; Beaufoy, 2008).

Estes três tipos de áreas HNVf expressam as relações entre os sistemas de cultura e as práticas, bem como os habitats e as espécies consideradas de elevado valor de conservação (Paracchini et al., 2008). As áreas HNVf são consideradas relevantes na geração de serviços de ecossistemas, em particular em serviços de produção de alimento, polinização, purificação de água, provisão de habitat, lazer e ecoturismo (EEA, 2010a) enquanto espaços indutores de qualidade, de dinâmicas e iniciática económica.

A agricultura biológica é um sistema global de gestão das explorações agrícolas que combina as melhores práticas ambientais, um elevado nível de biodiversidade, a preservação dos recursos naturais, a aplicação de normas exigentes em matéria de bem-estar animal e método de produção (CE, 2007), tornando-se possível estabelecer um conjunto de variáveis fortemente relacionadas em termos espaciais e funcionais com as áreas HNVf.

Este trabalho visou aplicar uma metodologia para a identificação e cartografia das áreas agrícolas de Elevado Valor Natural e ainda avaliar as potencialidades e desafios da integração e valorização de empresas de Agricultura Biológica (AB) nestas áreas para o Alto Minho (Portugal).

Material e métodos

A identificação e cartografia das áreas HNVf exige o uso de diferentes bases de dados espacialmente explícitas associados a dois grupos de indicadores: (i) ocupação e uso do solo e (ii) intensificação das práticas agrícolas (quadro 1 e quadro 2). Apesar do âmbito regional do estudo, os dados foram analisados ao nível local (freguesia) tendo como ano de referência 2009 (Dados disponíveis dos Censos da População). No estudo identificam-se as áreas HNVf de tipo 1 e 2, por serem as tipologias de maior relevância nas características da unidade de análise e pela insuficiência e dificuldade de acesso a dados espaciais de distribuição de espécies raras com importância europeia.

No indicador de ocupação e uso do solo, foram definidas quais as classes da Carta de Corine Land Cover 2006 que estão associadas à Superfície Agrícola Utilizável (SAU). Neste grupo incluíram-se todas as classes agrícolas e agroflorestais (código 2 do CLC) e acrescentaram-se as áreas de vegetação herbácea natural (código 3.2.1) e vegetação esparsa (código 3.3.3) acima dos 700 m de altitude que

correspondem a pastagens naturais pobres. De seguida, dentro das classes de SAU foram selecionadas as classes de uso e ocupação do solo referentes a áreas HNVf mínimas e máximas.

As áreas HNVf mínimas foram delimitadas seguindo uma abordagem restritiva, pela qual só foram incluídas nesta categoria as áreas com uma elevada probabilidade de apresentarem Elevado Valor Natural. Neste trabalho as classes de uso do solo consideradas para delimitação das áreas HNVf mínimas foram: pastagens permanentes; agricultura com espaços naturais e seminaturais; vegetação herbácea natural ≥ 700 metros de altitude; vegetação esparsa ≥ 700 metros de altitude. Por sua vez as áreas HNVf máximas foram delimitadas seguindo uma abordagem mais abrangente e correspondem a áreas em que o Elevado Valor Natural está condicionado pelas práticas agrícolas. Ou seja, são áreas onde as práticas agrícolas de cada área definem o seu enquadramento (ou não) em áreas HNVf. As áreas HNVf máximas incluem as áreas HNVf mínimas às quais se acrescentaram as seguintes classes de uso do solo: culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes; sistemas culturais e parcelares complexos. A distinção entre áreas HNVf mínimas e máximas é pertinente ao permitir definir um gradiente de valor natural, em vez de definir limites rígidos. Por último definiram-se as paisagens dominadas pela agricultura, através do cálculo da relação entre a área agrícola e área florestal. As freguesias que apresentam uma relação menor que 0,7 foram excluídas do estudo.

Relativamente ao indicador de intensificação, este subdivide-se em dois subindicadores: encabeçamento pecuário e superfície irrigada. Assim, para cada freguesia da unidade de análise, foi dividido o número do efetivo animal (bovinos, equídeos, caprinos e ovinos, em que cada classe animal tem o respetivo coeficiente de encabeçamento), pela respetiva SAU. As freguesias que apresentaram um valor superior a 0,6 foram excluídas do estudo. Quanto à superfície irrigada foi calculada para cada freguesia a relação entre a área irrigada e a SAU. As freguesias que apresentaram um valor superior a 75% foram excluídas. Cada indicador deu origem a uma base de dados geográfica (shapefile). A implementação de um modelo de análise espacial onde se cruzaram as operações de reclassificação, resultaram nas áreas HNVf da unidade de análise (quadro 2).

Posteriormente efetuou-se um levantamento exaustivo das empresas que se encontravam a operar no MPB no distrito de Viana do Castelo, em Setembro de 2015, tendo sido possível espacializar 25 empresas, que foram agrupadas de acordo com a principal produção. Deste modo, foi possível o cruzamento espacial (de inclusão e proximidade) dos dados destas empresas com as áreas HNVf identificadas no estudo. Para finalizar, procedeu-se à realização de um inquérito a seis produtores, de modo a perceber qual o seu enquadramento real junto da população e da paisagem, e quais as suas vantagens, oportunidades, ameaças e dificuldades resultantes de serem produtores em MPB, em particular em áreas HNVf.

Resultados e discussão

As áreas HNVf encontradas dividiram-se em dois grupos predominantes, um nas zonas altas do Parque Natural Peneda-Gerês e o outro nas zonas próximas das linhas de água nomeadamente do rio Lima, nos concelhos de Ponte de Lima, Ponte da Barca e Arcos de Valdevez. As áreas HNVf mínimas distribuíram-se preferencialmente no interior, enquanto as máximas se distribuíram junto às linhas de água como o rio Lima e rio Minho (fig. 1). A área total das áreas HNVf mínimas na unidade de análise é de 22 186,47 ha e das áreas HNVf máximas e de 34 216,10 ha, correspondentes a 15% da unidade de análise.

A principal classe de ocupação e uso do solo são as áreas de vegetação esparsa, principalmente nas zonas mais interiores e em zonas de maior altitude. A grande maioria das áreas HNVf definidas apresentam um declive bastante elevado, principalmente nas zonas mais interiores da unidade de análise ou encontrava-se associada a Antrossolos (socialcos e outras formas de terraceamento). Nestas zonas o terreno apresenta um declive superior a 20% implicando a mobilidade, a mecanização, a produtividade do trabalho e a rentabilidade das atividades.

Por definição as áreas HNVf são áreas de agricultura extensiva com características tradicionais e muitas vezes podem ter uma importância acrescida para espécies protegidas. Neste sentido quase 55% das áreas HNVf definidas neste trabalho estavam inseridas em áreas protegidas, numa extensão de 19 017,23 ha, sendo a maioria no Parque Nacional da Peneda-Gerês.

A análise da integração das empresas em modo de produção biológico nas áreas HNVf do Alto Minho permitiu concluir que cerca de 52% (13 empresas) se encontram situadas nestas áreas ou nas suas imediações (raio de 1 km). Destas 13 empresas, cinco tinham como principal atividade a horticultura/olericultura, quatro dedicavam-se à vinha, três à fruticultura e uma ao olival.

Os produtores inquiridos consideraram que a principal vantagem da produção biológica é a maior diferenciação e valorização dos seus produtos, uma vez que a sua qualidade é superior, principalmente por não conterem resíduos de pesticidas químicos de síntese, garantindo maior

segurança alimentar. Por outro lado, os agricultores entendem que a produção biológica é ambientalmente mais responsável. No entanto, consideraram que os processos burocráticos são bastante demorados e cansativos, o que constitui uma dificuldade. Ser produtor em MPB, na sua essência, foi considerado um desafio, sendo necessário estar sempre muito atento aos indicadores da exploração, no sentido de prevenir possíveis doenças e pragas, uma vez que os tratamentos são limitados, dispendiosos e podem levar a importantes quebras de produção.

Na agricultura biológica os mercados de escoamento dos produtos é um vetor fundamental e estruturante. Nesse sentido, as empresas desenvolveram a sua carteira de clientes, através de lojas especializadas, cadeias de hotéis e restauração, exportação e venda direta. Assim, não se pode generalizar um tipo de mercado similar a todas as explorações, pois cada produto tem as suas especificidades e mercado preferencial. Deste modo, as exigências do mercado podem significar uma ameaça para as empresas.

Todos os produtores visitados encontram no turismo rural uma excelente oportunidade e complemento à sua exploração. As explorações que têm turismo de habitação em espaço rural, sentem que os seus clientes valorizam esse espaço e que dessa maneira valorizam ainda mais os produtos produzidos na exploração. Se o cliente gosta do espaço que visitou poderá, mais facilmente, valorizar as dinâmicas locais e os produtos produzidos. Mais do que uma fonte de receita direta, o turismo rural pode ser claramente uma estratégia de marketing e de diferenciação dos produtos biológicos.

A integração da agricultura biológica nestas áreas de elevado interesse natural e paisagístico pode ser um elemento diferenciador da unidade de análise. Por exemplo, para agricultores que queiram investir em agricultura biológica e que procurem o melhor local para implantar a sua exploração, podem usufruir de vantagens nas áreas HNVf. Estas áreas apresentam, por norma, uma forte desvitalização social, insuficiência de iniciativa e de uso destes espaços de baixa densidade demográfica. Nestes locais encontra-se muitas áreas e parcelas abandonadas e disponíveis para iniciativa e empreendedorismo em Agricultura Biológica. A qualidade ambiental implícita à paisagem nomeadamente aos solos, água e os níveis de biodiversidade favorecem e agilizam os processos de certificação das áreas e processos implícitos e obrigatórios à AB. A área disponível e o estado ambiental facilitam a instalação e um uso adequado de espaços em processo intenso de abandono e renaturalização.

A unidade de análise também é conhecida pela sua identidade cultural, muito em particular pelos seus produtos locais e pratos típicos. São conhecidos inúmeros pratos típicos, que valorizam as raças e variedades vegetais autóctones, integrando-se a agricultura biológica facilmente nesse contexto. Desta forma, os produtos produzidos em agricultura biológica ganham ainda mais importância, sendo produzidos na região, e porque apresentarem características organolépticas diferenciadoras. A valorização do património cultural da região, do qual fazem parte as tradicionais desfolhadas, vindimas e apanhas de frutos, entre outras iniciativas, também pode ser conseguido através da dinamização dessas atividades pelos produtores em MPB. Os clientes de produtos de MPB valorizam a origem dos produtos e quais os processos que levam o produto até ao consumidor final. A relação com as HNVf será seguramente um fator diferenciador na qualidade e comunicação dos mesmos.

Os processos de mudança da ocupação e uso do solo (abandono ou mesmo reconversão para MPB) apresentam riscos e desafios ambientais sociais e ambientais. Numa primeira instância destacamos a rigidez das formas de propriedade e mobilidade da terra entre os proprietários e os potenciais interessadas na instalação. A relativa novidade dos processos de produção e certificação de AB implicam um forte investimento na capacitação dos agentes. Em simultâneo exige-se uma forte complementaridade local entre os atuais e os potenciais produtores com os locais de consumo (hotelaria, restauração e unidades de turismo de habitação e natureza).

Considerando a aptidão e o esforço mínimo de certificação de processos e unidades de AB em HNVf, a administração nacional e europeia deve prever mecanismos de política agrícola que incentivem a instalação de explorações de AB em áreas HNVf como estratégia que suporta a gestão e favorece a sustentabilidade destas áreas críticas para a qualidade territorial. Em síntese, considera-se que as HNVf apresentam condições que a agricultura em MPB valoriza e privilegia no quadro da promoção de desenvolvimento local e rural.

Conclusões

Este estudo considera a importância das áreas HNVf e explicita a complexidade da sua espacialização (ou cartografia) bem como, analisa a necessidade e a dificuldade de estabelecer usos que garantam a permanência temporal das características implícitas à continuidade da sua classificação.

A identificação e cartografia das HNVf revelou-se complexa tendo em conta a qualidade, a disponibilidade e a usabilidade das bases de dados para as escalas de trabalho local. A legislação e a documentação técnico-científica existente referente a mapeamento de áreas HNVf em Portugal é ainda insuficiente e pouco clara. Contudo, o presente trabalho poderá contribuir para uma melhoria da definição dos conceitos e para o desenvolvimento dos métodos de cartografia de áreas HNVf à escala local.

Este trabalho indica que se podem valorizar as paisagens/áreas HNVf através da agricultura biológica. A integração e incentivo da produção biológica nestas áreas de elevado interesse natural e paisagístico pode contribuir para a viabilização de atividades económicas coerentes com estes estatutos (HNVf) e certificação (MPB). Por exemplo, destaca-se a coerência entre o estado e os valores ambientais das áreas HNVf com os MPB e a possibilidade de serem viabilizados com as atuais tendências e atividades complementares implícitas ao turismo rural e da natureza. Atualmente existem explorações em MPB que aproveitam o turismo rural, com visitas à exploração, percursos pedestres e experiências gastronómicas suportadas em pratos e variedades regionais. As condições de elevada qualidade ambiental de partida das HNVf podem ajudar e devem incentivar a iniciativa económica nestas áreas, no sentido da produção primária, produção animal, transformação e comercialização de produtos locais típicos, associada à exploração do património (i) material e recursos naturais locais.

Estas primeiras aproximações de relação entre áreas HNVf e a agricultura biológica são importante para em fases seguintes suportar as políticas e as decisões-ações de planeamento, gestão, conservação e monitorização destas áreas no quadro da governança e gestão territorial. No futuro, além das expectáveis melhorias na cartografia de áreas HNVf, que se relacionam com mais e melhores dados (ex.: cartas de uso mais detalhadas e maiores séries temporais) disponíveis a esta escala, importa detalhar quais as relações funcionais e simbióticas que existem ou possam vir a ser estabelecidas entre a conservação de áreas HNVf e a promoção e a valorização da agricultura biológica.

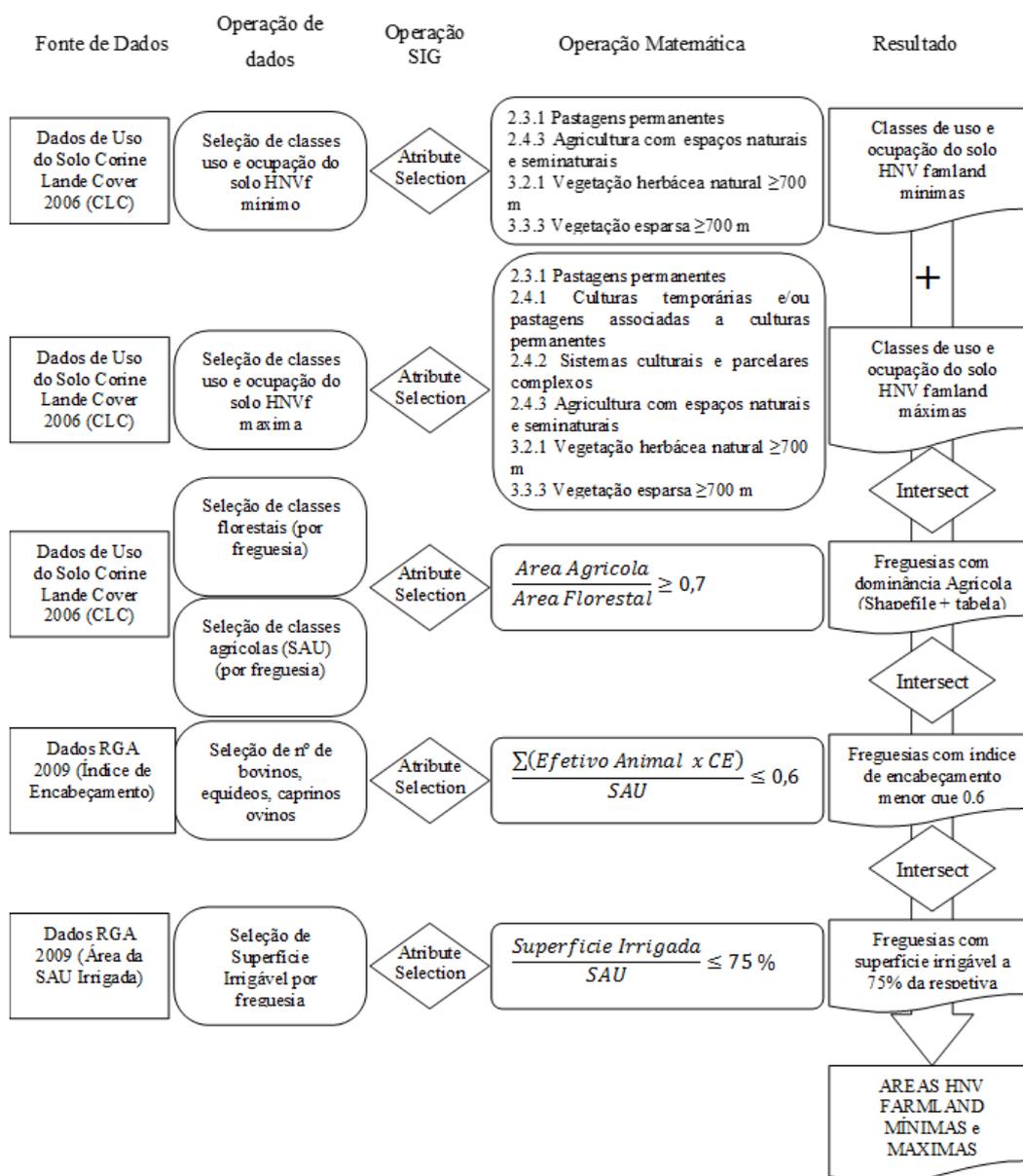
Referências

- Andersen, E., Baldock, D., Bennett, H., Beaufoy, G., Bignal, E., Bouwer, F., Elbersen, B., Eiden, G., Giodeschalk, F., Jones, G., McCracken, D., Nieuwenhuizen, W., Eupen, M.v., Hennekes, S. & Zervas, G., 2003. Developing a High Nature Value Farming Area Indicator: Final Report, pp. 75.
- Beaufoy, G., 2008. HNV Farming - Explaining The Concept And Interpreting EU And National Policy Commitments. Stratford-Upon-Avon, UK.
- CE, 2007. Regulamento (CE) N.º 834/2007 do Conselho, de 28 de Junho de 2007, relativo à produção biológica e à rotulagem dos produtos biológicos e que revoga o Regulamento (CEE) N.º 2092/91. Jornal Oficial da União Europeia, 20.7.2007, L 189, 1-23.
- EEA, 2010a. The European environment — state and outlook 2010: synthesis. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA, 2010b. 10 messages for 2010 -7th Agricultural ecosystems, European Environment Agency, Copenhagen.
- IEEP, 2007. Guidance Document to the Member States on the Application of the High Nature Value Indicator. Report for DG Agriculture. Contract Notice 2006-G4-04.
- Paracchini, M., Petersen, J., Hoogeveen, Y., Bamps, C., Burfield, I. & Swaay, C. Van, 2008. High Nature Value Farmland in Europe: An estimate of the distribution patterns on the basis of land cover and biodiversity data. Publications Office, Luxembourg.
- Ribeiro, V., 2014. Cartografia Das Paisagens Agrícolas De Elevado Valor Natural À Escala Local: Caso de Estudo da Bacia Hidrográfica do Rio Vez, Tese de Mestrado em Gestão Ambiental e Ordenamento do Território, ESA-IPVC.

Quadro 1 – Bases de dados utilizados na cartografia de Áreas Agrícolas de Elevado Valor Natural.

Tipo de indicador	Indicador	Unidades	Fonte
Ocupação e uso do solo (paisagem)	Área agrícola por freguesia	%	CLC (2006)
	Área florestal por freguesia	%	
	Superfície agrícola utilizada por freguesia	ha	
Intensificação de práticas agrícolas	Cabeças Normais (CN) de animais (bovinos, equídeos, ovinos e caprinos) por há	Efetivo animal/freguesia	RGA (2009)
	Coefficiente de encabeçamento (Livestock Unit Coefficient - LSU)	-	EUROSTAT (2014)
	Superfície irrigada por freguesia	%	RGA (2009)

Quadro 2 – Esquema da metodologia de cartografia de Áreas Agrícolas de Elevado Valor Natural



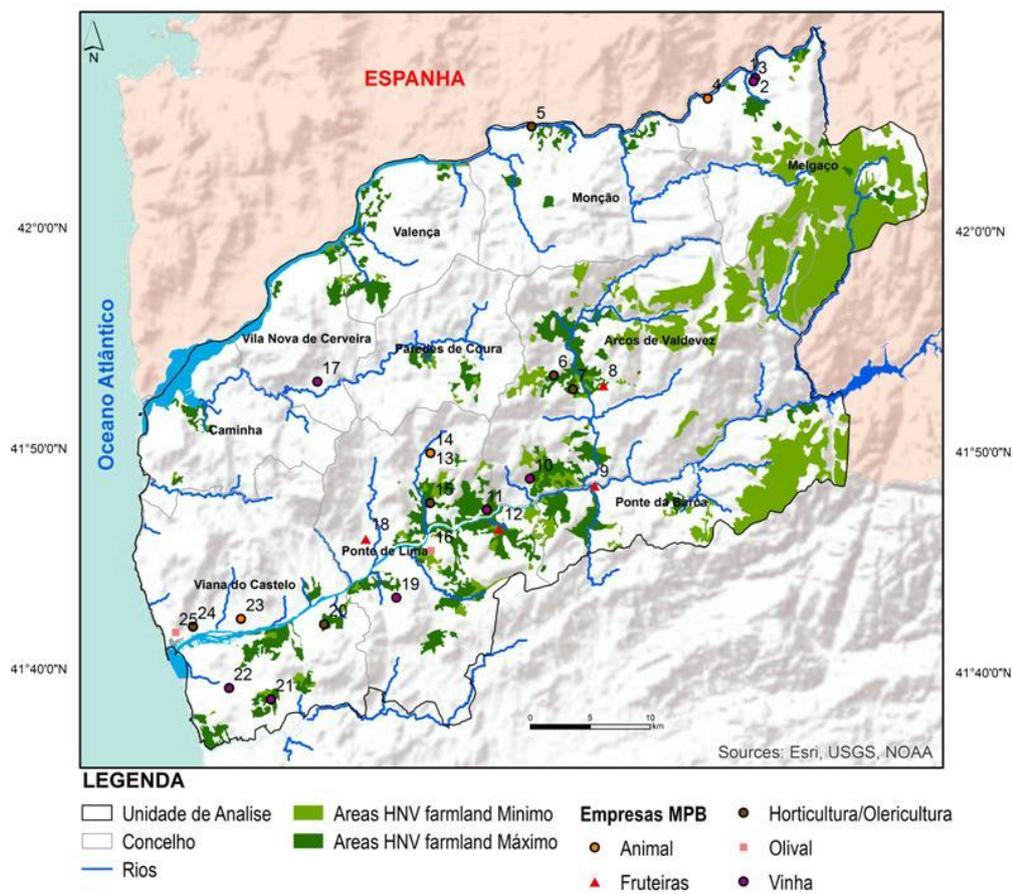


Figura 1 – Áreas de Elevado Valor Natural ou *High Nature Value farmland* criadas na unidade de análise Alto Minho (Portugal) e localização das empresas em modo de produção biológico, por tipo de produção.

Patrocinadores



Science For A Better Life



Agradecimentos:

Alunos do IAAS (comité do Algarve)

Cafés Salomoni (<https://www.facebook.com/salomoniportugal/?ref=hl>)