

Desempenho reprodutivo de genótipos de mamoneira no município de Patos de Minas

Reproductive performance of genotypes of castor bean in Patos de Minas

*Alexandre Luiz Amorim¹; William Gonçalves de Faria¹;
Kássia Aparecida Garcia Barbosa²; Walter Vieira Cunha³*

¹ Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas/MG

² Aluna da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade
Federal de Goiás/GO

³ Professor do Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas/MG

Resumo: O experimento foi desenvolvido no Campus II do Centro Universitário de Patos de Minas, no município Patos de Minas/MG, com o objetivo de analisar o desempenho reprodutivo das cultivares BRS 149 Nordestina, IAC 80, IAC 226, IAC Guarani, das variedades locais A e B e dos híbridos Íris e Cerradão. As características avaliadas foram: número de racemos, porcentagem de flores femininas, época de florescimento, época de maturação, tamanho do racemo, peso de 100 sementes, rendimento de sementes e produtividade. O experimento foi conduzido usando o delineamento em blocos casualizados com três repetições. Os genótipos foram cultivados em um ano com precipitação pluviométrica atípica, com índices acima da média histórica; esta condição provocou grande proliferação do fungo *Botrytis ricini*, que é o maior problema da mamoneira. A cultivar IAC 226 apresentou maior número e tamanho de racemos. A variedade local B apresentou maior peso de 100 sementes. A cultivar BRS 149 Nordestina apresentou maior produtividade, apesar de ter sido uma das mais afetadas pelo ataque do *Botrytis ricini* durante o desenvolvimento.

Palavras-chave: *Ricinus communis*, produtividade, florescimento.

Abstract: The experiment was conducted on the campus of the University Center II Patos de Minas, in the municipality Patos de Minas, Minas Gerais, in order to examine the reproductive performance of Northeastern BRS 149, IAC 80, IAC 226, IAC Guarani, the local varieties A and B hybrids Iris and Savana. The characteristics evaluated were: number of racemes, percentage of female flowers, flowering, ripening time, size of the raceme, 100 seed weight, seed yield and productivity. The experiment was conducted using the randomized block design with three replications. The genotypes were grown in a year with atypical rainfall, with rates above the historical average; this condition has caused great proliferation of the fungus *Botrytis ricini*, which is the biggest problem of the castor bean. IAC 226 showed a higher number and size of racemes. The local variety B had a higher weight of 100 seeds. The BRS 149 Northeast had higher productivity, although it was one of the most affected by the attack of *Botrytis ricini* during development.

Keywords: *Ricinus communis*, productivity, flowering.

Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta originária da Etiópia e foi introduzida no Brasil durante a colonização portuguesa, com a vinda de escravos africanos. Atualmente, está presente em praticamente todas as regiões do país. Pertencente à família Euphorbiaceae, classe das dicotiledôneas, a mamoneira é uma planta de morfologia e fisiologia complexas. É uma planta de metabolismo fotossintético C₃, com elevada taxa de fotorrespiração, apesar de se tratar de uma espécie heliófita, ou seja, não tolera sombreamento. Monoica, com inflorescência do tipo racemosa, a qual na maioria das vezes apresenta na sua parte superior flores femininas, e na parte inferior, masculinas. É considerada uma planta de elevada resistência à seca, e xerófila (AMORIM NETO et al., 2001), porém sensível ao excesso de umidade por períodos prolongados, em especial na fase inicial e na fase de frutificação (SILVA, 1981). De suas sementes é extraído um óleo de excelente qualidade com aplicações em diversas áreas (GONÇALVES, 2005).

De acordo com Savy Filho (2005), diversos órgãos de pesquisa veem trabalhando em genótipos adaptados a cada região produtora. O melhoramento genético está produzindo genótipos mais rústicos, produtivos e com exigência nutricional proporcional à produtividade almejada pelo produtor. Para isso, a característica padrão no que diz respeito à produtividade de cada cultivar está no desenvolvimento da parte aérea. O desenvolvimento dos genótipos busca plantas com boa ramificação e emissão de inflorescências, porte baixo, menor ciclo vegetativo, indeiscência dos frutos, grande número de frutos por racemos, além de sementes com bom peso e altos níveis de óleo.

Visando obter dados mais precisos e acessíveis com relação à produtividade da mamoneira, torna-se necessário o estudo de suas características reprodutivas em diferentes condições edafo-climáticas. Os dados obtidos poderão ser utilizados como referencial teórico-prático para produtores e pesquisadores que queiram aperfeiçoar seus conhecimentos a respeito desta cultura.

Em função disso, o objetivo do presente trabalho foi analisar os genótipos de mamoneira, identificando aqueles que apresentam as melhores características reprodutivas ao serem cultivados no município de Patos de Minas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental situada no Campus II do Centro Universitário de Patos de Minas, Fazenda Canavial, no município de Patos de Minas/MG.

Oito genótipos diferentes de mamona foram avaliados no presente trabalho: as cultivares, BRS 149 Nordestina, IAC 80, IAC 226 e IAC Guarani; os híbridos, Íris e Cerradão e as variedades locais A e B. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, totalizando vinte e quatro parcelas experimentais. Cada parcela totalizou uma área de 62,5 m² (5,0 x 12,5 m). Foram semeadas cinco linhas em cada parcela, buscando um estande de 25 plantas para os genótipos de porte alto e 55 plantas para os genótipos de porte baixo, em cada parcela experimental. As

duas linhas da extremidade de cada parcela, bem como a primeira planta de cada linha, foram utilizadas como bordadura. As demais, chamadas de plantas úteis, onde foram realizadas as avaliações.

A semeadura foi realizada manualmente, no dia 06 de novembro de 2006, com colocação de duas sementes por cova e adubação baseada na análise de solo do local e utilizando a recomendação sugerida pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – 5ª Aproximação.

Aos 38 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por cova, após seleção visual daquela mais promissora. Capinas manuais e roçadas foram realizadas a fim de reduzir os impactos causados pela mato-competição, principalmente nos primeiros 50 dias de desenvolvimento da cultura.

A safra 2006/2007 caracterizou-se por apresentar um regime atípico de chuva, com precipitação de 1426 mm durante o ciclo dos genótipos avaliados. A temperatura média registrada neste período foi de 22º C, e a umidade relativa do ar em torno de 68%. Essas condições ambientais foram favoráveis para a incidência do fungo *Botrytis ricini*, o principal patógeno da mamoneira (Moraes, 2005).

As medições com relação ao desenvolvimento do racemo foram iniciadas a partir dos 35 DAS e seguiram até 140 DAS, quando houve a paralisação na emissão de racemos terciários. Durante este período foram avaliadas características como tamanho dos racemos, número de racemos, porcentagem de flores femininas no racemo e época de florescimento. Por volta dos 120 DAS já foi possível verificar a maturação de alguns genótipos, fato esse que prosseguiu até 228 DAS. A colheita teve início 121 DAS e prosseguiu semanalmente até 240 DAS, nas variedades locais A e B e nas cultivares BRS 149 Nordestina e IAC 80. As cultivares IAC Guarani, IAC 226 e os híbridos Cerradão e Íris apresentam a característica de indeiscência do fruto, sendo, portanto, necessária apenas uma colheita com 190 DAS.

As sementes colhidas foram secas ao sol e descascadas manualmente. A produtividade e o rendimento de semente foram obtidos por meio de cálculos baseados na pesagem do material em balança de precisão. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A incidência de *B. ricini* foi maior em plantas das cultivar BRS 149 Nordestina e dos híbridos Íris e Cerradão, que apresentaram períodos de floração e maturação dos racemos coincidindo com os picos de ataque do fungo. Apesar do ataque, não houve redução significativa na produtividade final destes genótipos. No que se refere à porcentagem de flores femininas no racemo houve pequena variação entre os genótipos, podendo destacar a variedade local A e os híbridos Íris e Cerradão 70%, 75% e 80% de flores femininas no racemo, respectivamente.

Os resultados referentes ao comportamento reprodutivo dos genótipos avaliados são apresentados na Tabela 1. Houve variação significativa para todas as caracte-

rísticas avaliadas. A cultivar IAC 226 apresentou maior número de racemos, com uma média de 23 racemos por planta. Já os híbridos Íris e Cerradão e a cultivar IAC Guarani não apresentaram diferença estatística significativa entre si, com 8, 9 e 11 racemos, respectivamente. Este fato pode ser explicado por se tratar de genótipos desenvolvidos para a colheita mecanizada, sendo, portanto, de porte baixo e apresentado poucas ramificações.

Com relação ao tamanho médio dos racemos, a cultivar 226 foi a que apresentou maior comprimento médio dos racemos, 32,93 cm. As demais não apresentaram diferença estatística, variando de 16,19 cm a 30,19 cm.

Tabela 1. Número e tamanho médio de racemos (TMR), produtividade em bagas, rendimento médio e peso de 100 sementes de genótipos de mamona, cultivados no município de Patos de Minas/MG. UNIPAM, Patos de Minas, 2006.

Genótipos	Número racemos	TMR (cm)	Produtividade de bagas (kg.ha ⁻¹)	Rendimento de sementes (%)	Peso de 100 sementes (g)
IAC 80	16 cd	26,23 ab	1886,57 a	50,44 ab	27,45 b
Íris	8 a	28,31 ab	2204,85 a	62,04 b	33,20 d
Local A	13 bcd	30,19 ab	2334,54 a	50,55 ab	18,03 a
Cerradão	9 ab	20,82 ab	2628,18 ab	28,78 a	26,38 b
IAC Guarani	11 abc	23,60 ab	2794,57 ab	50,77 ab	40,54 e
IAC 226	23 e	32,93 b	2859,69 ab	53,16 ab	29,40 c
Local B	18 d	16,19 a	2893,89 ab	45,17 ab	78,02 g
BRS 149 Nordestina	16 d	17,62 a	4496,57 b	49,36 ab	62,06 f
DMS (5%)*	5,13	14,31	1940,29	29,43	1,19
CV (%)	12,88	20,68	24,84	21,33	1,29

*Significativo a 5% de probabilidade

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As produtividades alcançadas foram satisfatórias, já que os genótipos apresentaram produtividade em bagas variando entre 1.886,57 kg/ha na cultivar IAC 80 e 4.496,57 kg/ha na cultivar BRS 149 Nordestina. Segundo o parâmetro estipulado por Nóbrega et al. (2001), produtividades acima de 1500 kg/ha já podem ser consideradas ideais. Segundo Freire et al. (2001), esta característica é a mais complexa para ser avaliada, pois refere-se a avaliações considerando heranças poligênicas, que sofrem altíssima influência ambiental.

Com relação à produtividade em sementes, não houve variação significativa entre as médias analisadas, fato esse que pode ser explicado levando em consideração

os dados de rendimento médio de sementes, já que os genótipos que apresentaram as maiores produtividades em bagas tiveram rendimento inferior aos que apresentam as menores produtividades.

A característica peso de 100 sementes apresentou grande variação estatística em relação às médias. Foi possível verificar valores variando entre 18,03 g na variedade local A, até 78,02 g na variedade local B. Esta variação pode ser explicada pela grande diferença entre tamanhos e densidades das sementes dos genótipos avaliados. O menor rendimento de sementes foi o do híbrido Cerradão, com 28,78%, e o maior foi do híbrido Íris, com 62,04%; os demais genótipos não apresentaram diferença significativa.

Conclusões

1. A cultivar IAC 226 apresentou maior número e tamanho de racemos. Estas características destacam a cultivar em relação ao potencial produtivo.
2. Os híbridos Íris e Cerradão apresentaram maior rendimento de sementes e porcentagem de flores femininas no racemo, respectivamente, comprovando, assim, sua aptidão para produtividade em sementes.
3. A variedade local B apresentou maior peso de 100 sementes.
4. A cultivar BRS 149 Nordestina apresentou a maior produtividade, apesar de ter sido uma das mais afetadas pelo ataque do fungo *Botrytis ricini* durante seu desenvolvimento.

Agradecimentos

Ao Instituto Agronômico de Campinas e às Sementes Armani – Janaúba/MG, por ter disponibilizado as sementes utilizadas no experimento.

Referências

AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo, in: AZEVEDO, D. M. P. de.; LIMA, E. F. (org.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, p. 37-61.

FREIRE, E.C.; LIMA, E. F.; ANDRADE, F. P. de. Melhoramento genético, in: AZEVEDO, D. M. P. de.; LIMA, E. F. (org.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, p.229-256.

GONÇALVES, Nívio Poubel et al. Cultura da Mamoneira. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 28-32, set/out.2005.

NOBREGA, M. B. de M.; ANDRADE, F. P. de.; SANTOS, J. W. dos.; LEITE, E. J. Germoplasma, in: AZEVEDO, D. M. P. de.; LIMA, E.F. (org.). **O agronegócio da mamona no Brasil**.

Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, p. 257-281.

MORAES, Sérgio Almeida de. Doenças, in: SAVY FILHO, Ângelo. **Mamona tecnologia agrícola**. Campinas: EMOPI, 2005. 105 p.

SAVY FILHO, Ângelo. **Mamona tecnologia agrícola**. Campinas: EMOPI, 2005. 105 p.

SILVA, W. J. da. Aptidões climáticas para as culturas do girassol, mamona e amendoim. **Informe Agropecuário**, v. 7, n. 82, p. 24-33, out. 1981.

Avaliação do potencial de *Trichoderma asperellum* como condicionador de substrato para a produção de mudas de café

Evaluation of potential *Trichoderma asperellum* conditioner as substrate for
production of coffee seedlings

*Elisângela Pereira de Jesus*¹, *Carlos Henrique Eiterer de Souza*²,
*Alan William Vilela Pomella*², *Robson Luz da Costa*³, *Lazaro Seixas*¹
*Raimes Basílio da Silva*¹

¹ Graduando do curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas, MG

² Professor do Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas, MG.

³ Engenheiro Agrônomo do Laboratório de Biocontrole Farroupilha, Patos de Minas

Resumo: A cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) na região do cerrado mineiro, especialmente no Alto Paranaíba, vem dominando o mercado cafeeiro. Considerando-se que o café é uma cultura perene, as obtenções de mudas sadias, bem desenvolvidas e de alto vigor constituem, sem dúvida, um dos fatores básicos para o sucesso na formação de novas lavouras. Desta forma, o trabalho teve como objetivo estudar o efeito do uso de condicionador de solos baseado no fungo *Trichoderma asperellum* no desenvolvimento e promoção de crescimento em mudas de café, com possíveis alterações na composição de nutrientes em substrato artificial e comercial. O ensaio Experimental I foi conduzido no Viveiro de Mudas da Valoriza Agronegócios, em Patos de Minas/MG, e o ensaio Experimental II foi conduzido em Viveiro de Mudas na Fazenda Dona Neném, em Presidente Olegário/MG. Na semeadura foi utilizada a espécie *Coffea arabica* variedade Catuaí vermelho 144. Foram realizadas medidas fenométricas de análises de crescimento das plantas e análise foliar. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), constituído por seis tratamentos e quatro blocos. Foi feita análise de variância, e suas médias foram ajustadas por análise de regressão utilizando-se o programa SISVAR. O condicionador de solo proporcionou da área foliar, maior fitomassa seca total, caule e folha nas mudas de café nos dois ensaios, aumento da fitomassa seca raiz no Ensaio Experimental II, bem como aumento da eficiência da absorção de fósforo pelas mudas de café nos dois ensaios.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L.; produção de mudas; *Trichoderma asperellum*

Abstract: The culture of coffee (*Coffea arabica* L.) in the region of the cerrado of Minas Gerais, especially in the Alto Paranaíba, has dominated the coffee market. Considering that the coffee is a perennial crop, the obtaining of healthy, well developed and strong seedlings constitute doubtlessly one of the basic factors for success in the form the new crops. This way, the work aimed at studying the effect of using a soil conditioner based on the fungus *Trichoderma as-*

perellum in the development and promotion of the growth in seedlings of coffee (*Coffea arabica*), with possible changes in the composition the nutrient substrate. The experimental I test was conducted at the Seedling Nursery of Valoriza Agronegócios, in Patos de Minas/MG and Experimental II test was conducted in Seedling Nursery in Farm Dona Neném, Presidente Olegário/MG. In the sowing *Coffea arabica* variety Catuaí red 144 was used. The measures of fenometric analysis of plant growth and foliar analysis were fulfilled. The experimental design was randomized in blocks (DBC), constituted of six treatments and four blocks. An analysis of variance was made and its means adjusted through the regression analysis by using the SISVAR program. The soil conditioner provided from the leaf area, higher total dry matter, stem and leaf in the coffee seedlings in both experiments, and increased of root dry weight in Experiment II trial, as well as an increase in the efficiency of phosphorus absorption by plants in the two trials.

Keywords: *Coffea arabica* L.; production of seedlings; *Trichoderma asperellum*

Introdução

A cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) na região do Cerrado Mineiro, especialmente no Alto Paranaíba, vem dominando o mercado cafeeiro. Minas Gerais é o maior produtor brasileiro, com 48,6% da produção nacional, sendo 66% café arábica (CONAB, 2009).

Considerando-se este aspecto e que novas áreas estão sendo utilizadas para a instalação de lavouras cafeeiras nas diferentes regiões do País, a produção de mudas de alta qualidade torna-se cada vez mais importante. Por isso se diz que o bom cafezal depende de uma boa muda (MATIELLO et al., 2002).

Para produção de mudas de cafeeiro com melhor qualidade, certamente a fertilização do substrato e mudas livres de patógenos são os fatores mais importantes, pois, além de promover o crescimento e o desenvolvimento das mudas no viveiro, influenciam o seu estabelecimento no campo (MELO, 1999).

Na fertilização do substrato, destaca-se a importância do fósforo. Este, mesmo disponível para a planta, é encontrado, com frequência, em baixos teores no solo, o que faz com que o agricultor recorra à fertilização química com esse elemento. Quando o fósforo encontra-se ausente no substrato, ou não é fornecido na adubação em quantidade suficiente, o sistema radicular apresenta-se pouco desenvolvido, especialmente as raízes secundárias, reduzindo a capacidade de absorção de água e nutrientes, o que poderá ser limitante ao desenvolvimento das mudas recém-plantadas no campo (MALAVOLTA, 1980).

A fertilidade natural do solo depende da dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, os quais são catalisados pela biomassa microbiana do solo (ALCANTARA, 1995). Assim, o declínio da atividade microbiana tem grande impacto na fertilidade natural do solo, produzindo grandes efeitos nos ecossistemas naturais (BROOKES, 1995). De acordo com vários estudos *in vitro*, microrganismos isolados do solo, como o gênero *Trichoderma* spp., são eficientes na solubilização de fosfatos inorgânicos (ALTOMARE et al., 1999).

Pesquisas atualmente desenvolvidas na agricultura relacionada ao controle biológico, demonstram a habilidade de isolados de *Trichoderma* spp. em estimular o crescimento de plantas (LYNCK, 1992). O *Trichoderma* pode se associar com raízes de plantas, por mecanismos similares àqueles de fungos micorrízicos. Ao penetrar raízes, induz a produção de substâncias antimicrobianas, às quais ele próprio apresenta tolerância, resultando na indução de resistência da planta a diversos patógenos (BENÍTEZ et al., 2004). Assim, o controle biológico se constitui em demanda atual e de alta importância para viabilizar a substituição dos agroquímicos (SANHUEZA, 2001).

O *Trichoderma* spp. é um fungo nativo de solos, não interferindo no equilíbrio ecológico e, portanto, também pode ser enquadrado na realidade da agricultura orgânica e sustentável. Com isso, para o rápido estabelecimento da lavoura de café em campo é necessário à produção de mudas de alto vigor maior área foliar, sistema radicular abundante para suportar condições de possível estresse e livres da contaminação de patógenos.

Tendo em vista a necessidade do desenvolvimento de tecnologias que sejam capazes de melhorar a qualidade de produção das mudas de café, para posterior instalação em novas áreas cafeeiras, para níveis de produtividade e a qualidade dos grãos, bem como para reduzir os custos de produção e minimizar os impactos ambientais.

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito do uso de condicionador de solos baseado no fungo *T. asperellum* no desenvolvimento e promoção de crescimento em mudas de café, com possíveis alterações na composição de nutrientes em substratos comerciais e industrializados.

Material e Métodos

O condicionador de solo é um produto biológico, certificado com nome comercial de "Organic CS"; este é composto de milho colonizado pelo fungo *Trichoderma asperellum* na concentração de 1×10^8 UFC/g e 12% de umidade, produzido pelo Laboratório de Biocontrole Farroupilha.

Foram realizados dois Ensaios Experimentais: um com substrato comercial, e outro com substrato industrializado, sendo estes adicionados o condicionador de solo.

O Ensaio Experimental I foi conduzido no Viveiro de Mudas da Valoriza Agrogócios, em Patos de Minas, MG, situada na região intermediária às regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, com 815 m de altitude.

O experimento foi realizado com a espécie *Coffea arabica* variedade Catuaí vermelho 144, origem IAC. Esta variedade apresenta como características porte baixo, internódios curtos, ramificação secundária abundante, frutos vermelhos de maturação média a tardia, sementes de tamanho médio, peneira média 16, suscetibilidade à ferrugem, e ótima qualidade de bebida. Indicada também para plantios adensados e/ou em renque. É uma das cultivares mais plantada no Brasil.

A semeadura foi realizada manualmente, com sementes coletadas de plantas vigorosas e produtivas. As sementes foram semeadas em leito de areia. Após a germinação, na fase de orelha-de-onça, as plântulas foram selecionadas quanto ao vigor e uniformidade, sendo transplantadas para tubetes, nos quais foram introduzidos os

tratamentos.

A incorporação do condicionador de solo a base de *T. asperellum* no substrato composto de Fibra de Coco Golden Mix Tipo 47 com adição do adubo Agrocote (15-0-0) e Osmocote plus (15-9-12) foi de acordo com a concentração (porcentagem requerida v:v), de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento I com substrato à base de Fibra de Coco Golden Mix Tipo 47, incorporando um condicionador de solo baseado no *Trichoderma asperellum* com porcentagens requeridas para cada tratamento. UNIPAM, Patos de Minas, 2010.

Tratamentos	Especificações
T ₁	Substrato puro
T ₂	Substrato + condicionador de solo (1%)
T ₃	Substrato + condicionador de solo (2%)
T ₄	Substrato + condicionador de solo (3%)
T ₅	Substrato + condicionador de solo (4%)
T ₆	Substrato + condicionador de solo (5%)

Aproximadamente 60 dias após sementeira, foi feito o transplante das plântulas, realizado no estádio orelha-de-onça do germinador de areia para os tubetes. Após o transplante as plântulas foram levadas para o viveiro de mudas coberto com sombrite 50%, para garantir a luminosidade ideal para crescimentos das mudas. Foi realizado acompanhamento diário na área do experimento, a fim de verificar ataque de pragas e doenças, bem como a presença de plantas daninhas. Assim, na medida do necessário foram realizadas as aplicações de inseticidas e fungicidas. A irrigação foi realizada diariamente de acordo com a necessidade de água das mudas.

O experimento foi composto de 4 blocos. Cada parcela foi composta de 64 tubetes por tratamento, dispostas em canteiros de 1,2 m de largura por 3,0 m de comprimento e espaçamento de 0,5 m entre canteiros. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), constituído por seis tratamentos e quatro blocos.

O Ensaio Experimental II foi conduzido em viveiro de mudas localizado na Fazenda Dona Neném, em Presidente Olegário/MG, situada na região de Noroeste de Minas, com 1050 m de altitude. O experimento foi realizado com a mesma variedade apresentada no ensaio experimental I.

O substrato foi preparado com 70% de terra peneirada do horizonte B do perfil do solo e 30% de composto orgânico proveniente de confinamento de gado de corte. Também foi acrescido Calcário Dolomítico (1,5Kg) Cloreto de Potássio (2Kg) e Superfosfato simples (6 Kg). Os recipientes utilizados foram sacolinhas plásticas com medida 15X25 cm e 0,06mm de espessura, com volume de 1,9 litros de substrato por saco plástico.

A incorporação do condicionador de solo *T. asperellum* no substrato convencional foi de acordo com a concentração (porcentagem requerida v/v) de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados no ensaio Experimental II com substrato convencional incorporando um condicionador de solo baseado no *T. asperellum* com porcentagens requeridas para cada tratamento. UNIPAM, Patos de Minas, 2010.

Tratamentos	Especificações
T ₁	Substrato convencional
T ₂	Substrato convencional + condicionador de solo (1%)
T ₃	Substrato convencional + condicionador de solo (2%)
T ₄	Substrato convencional + condicionador de solo (3%)
T ₅	Substrato convencional + condicionador de solo (4%)
T ₆	Substrato convencional + condicionador de solo (5%)

A semeadura foi realizada manualmente no mês maio de 2009, com sementes coletadas de plantas vigorosas e produtivas do parque cafeeiro da Fazenda Dona Nêem no município de Presidente Olegário/MG, e preparadas na própria fazenda. Foram semeadas duas sementes em cada sacola de plástico contendo o substrato. Após a germinação, na fase de dois pares de folhas foi feito o desbaste, sendo as plântulas selecionadas quanto ao alto vigor e uniformidade, permanecendo uma planta por sacola plástica.

O experimento foi composto de quatro blocos. Cada bloco composta de 390 sacolinhas, dispostas em canteiro de 1,2 m de largura por 20 m de comprimento e espaçamento de 0,5 m entre canteiros.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), constituído por seis tratamentos e quatro repetições.

Foi utilizado o sistema de irrigação localizada, por meio de mangueira plástica perfurada (“tripa”), que apresenta ao longo da tubulação microfuros, pelos quais a água é aplicada. A irrigação se iniciou no dia do enchimento dos saquinhos com substrato, utilizando-se 6 mm de água ao dia, o que foi alterado durante a condução das mudas.

Os canteiros foram cobertos com palha seca para garantir uma boa umidade e condição de temperatura e luminosidade para a germinação das sementes. Aproximadamente 50 dias após semeadura os canteiros foram descobertos, e o viveiro coberto com sombrite 50%, para garantir a luminosidade ideal para crescimentos das mudas. Foi realizado acompanhamento diário na área do experimento, a fim de verificar ataque de pragas e doenças, bem como a presença de plantas daninhas. Assim, na medida do necessário foram realizadas as aplicações de inseticidas fungicidas e herbicidas. A irrigação foi realizada diariamente de acordo com a necessidade de água das mudas.

Foram feitas quinzenalmente avaliações para determinações de fitomassa seca de folha (FSF), raiz (FSR), caule (FSC), discos (FSD), que se iniciaram com plantas apresentando um par de folhas formadas para os ensaios experimentais I e II, sendo retiradas três plantas por tratamento, totalizando doze plantas por tratamento. Foram feitos discos das folhas a fim de se calcular a área foliar (AF) de cada planta (BENINCASA, 2003). Cada órgão da planta foi condicionado separadamente em sacos de papel, e a secagem das diferentes partes da planta foi utilizada a partir do método padrão de secagem em estufa com circulação de ar forçada em temperatura de 65° C, até peso constante. As pesagens foram realizadas em balança digital com precisão de 0,001 g.

Foi realizada uma análise foliar no momento da última avaliação para os ensaios Experimental I e II. Para as avaliações foram retiradas três plantas de cada parcela experimental, totalizando doze plantas por tratamento. O teor de P presentes nas folhas foi determinado pelo método Digestão Nitro-Perclórica (EMBRAPA, 1999).

Os resultados obtidos nos Experimentos I e II foram submetidos à análise de variância e ajustados modelos de regressão em função da concentração de *T. asperellum* utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

As avaliações de fitomassa seca retiradas quinzenalmente nos Ensaios Experimentais I e II só apresentaram diferenças estatísticas no momento da última avaliação.

Desta forma, os resultados obtidos pela incorporação do condicionador de solo baseado no *T. asperellum* no Ensaio Experimental I estão apresentados na Figura 1. Observou-se um aumento na promoção de crescimento das plantas para a FST de 157 mg planta⁻¹, na FSPa 146 mg planta⁻¹, na FSF 123 mg planta⁻¹, FSC 20 mg planta⁻¹, para cada 1% do condicionador de solo incorporado no substrato. No ensaio Experimental II (Figura 2), também foi evidenciado, para cada 1% do condicionador de solo, um incremento para a FST de 114 mg planta⁻¹, na FSPa 93 mg planta⁻¹, na FSF 76 mg planta⁻¹, FSC 17 mg planta⁻¹ e FSR 20 mg planta⁻¹.

O maior acúmulo de fitomassa seca nas variáveis analisadas mais recentemente tem sido relacionada à produção de hormônios ou fatores de crescimento; maior eficiência no uso de alguns nutrientes e aumento da disponibilidade e absorção de nutrientes pela planta. Esses resultados reforçam os obtidos por Cassiolato (1995); o referido autor observou efeito benéfico do *Trichoderma*, por ter promovido o crescimento em plantas de alface. Paulitz (1990) relatou inoculação de *T. harzianum* em sementes de pepino, o que promoveu aumento no peso de matéria seca das plântulas. Yedidia et al. (2001), em experimentos realizados também em casa-de-vegetação, verificaram um aumento no vigor e desenvolvimento de plantas de pepino. Os resultados obtidos no ensaio Experimental I e II estão de acordo com Carvalho Filho et al. (2008), que obtiveram resultado significativo quanto a aumento de massa seca da parte aérea e altura em plantas de eucalipto utilizando isolado de *T. harzianum*.

Deve-se ainda ressaltar que não houve diferenças significativas para o fator FSR no Ensaio experimental I. Contudo esse resultado não corroborou aqueles obtidos por

Resende et al. (2004), os quais verificaram que o fungo *T. harzianum* estimulou maior acúmulo de matéria seca nas raízes das plantas de milho. Outros trabalhos mostraram a capacidade de *Trichoderma* spp. em promover o crescimento de raízes em diferentes culturas (CHANG et al., 1986; SIVAN; HARMAN, 1991; KLEIFELD; CHET, 1992).

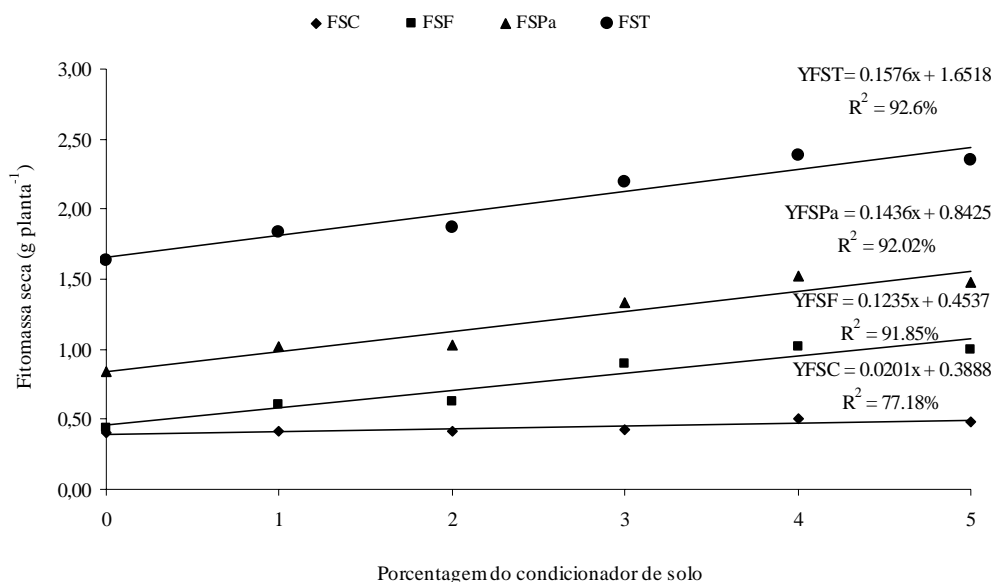


Figura 1 - FSC: Fitomassa seca de caule (g.planta⁻¹); Fitomassa seca de folha (FSF g planta⁻¹); Fitomassa seca parte aérea (FSPa g planta⁻¹); Fitomassa seca total (FST g planta⁻¹); de plantas de café (*Coffea arabica*) em função das porcentagens do condicionador de solo requeridas para cada tratamento no substrato Golden Mix Tipo 47 (Ensaio Experimental I). UNIPAM, Patos de Minas, 2010.

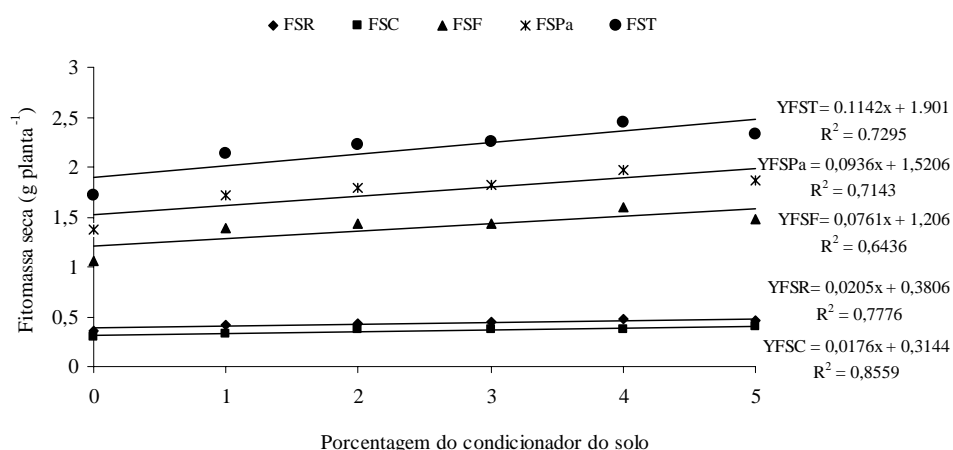


Figura 2 - Fitomassa seca de raiz (FSR g planta⁻¹); Fitomassa seca de caule (FSC g planta⁻¹); Fitomassa seca de folha (FSF g planta⁻¹); Fitomassa seca parte aérea (FSPa g planta⁻¹); Fitomassa seca total (FST g planta⁻¹); de plantas de café (*Coffea arabica*) em função das

porcentagens do condicionador de solo requeridas para cada tratamento no substrato convencional (Ensaio Experimental II). UNIPAM, Patos de Minas, 2010.

Os dados relativos aos resultados de Área Foliar encontram-se na Figura 3 e 4. Nota-se, portanto, que foi observada diferença significativa para o ensaio Experimental I de $53,54 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ e no ensaio Experimental II de $17,10 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$. Respostas à aplicação de *Trichoderma* spp. foram caracterizadas por aumentos significativos na porcentagem de germinação, no peso seco de plântulas e na área foliar de plantas de pimentão (KLEIFELD e CHET, 1992). Lynck (1992) relatou o potencial do *Trichoderma* como agente biológico na agricultura, pela habilidade em estimular o crescimento de plantas, visto que esse proporciona aumento de 54 a 100% na produção de alface, quando incorporado ao composto.

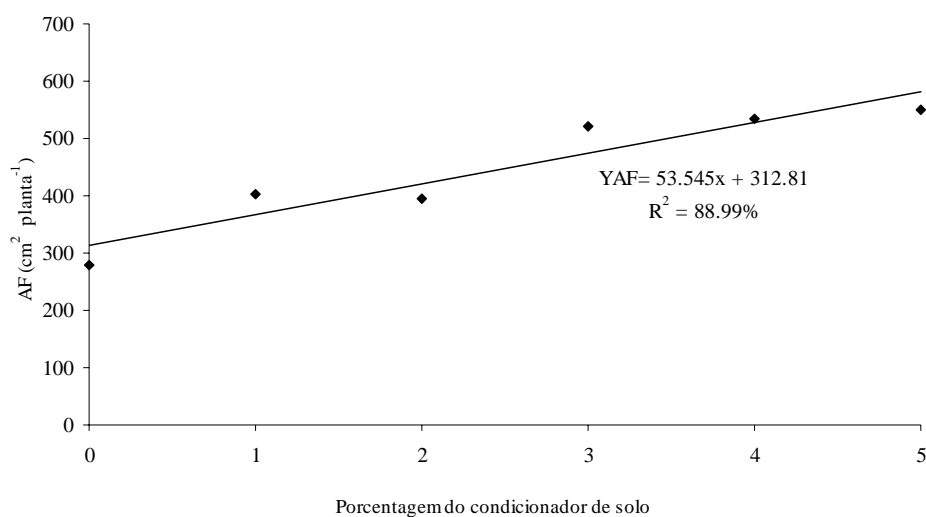


Figura 3 - Área foliar (AF $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$) de plantas de café (*Coffea arabica*) em função das porcentagens do condicionador de solo requeridas para cada tratamento no substrato Golden Mix Tipo 47 (Ensaio Experimental I). UNIPAM, Patos de Minas, 2010.

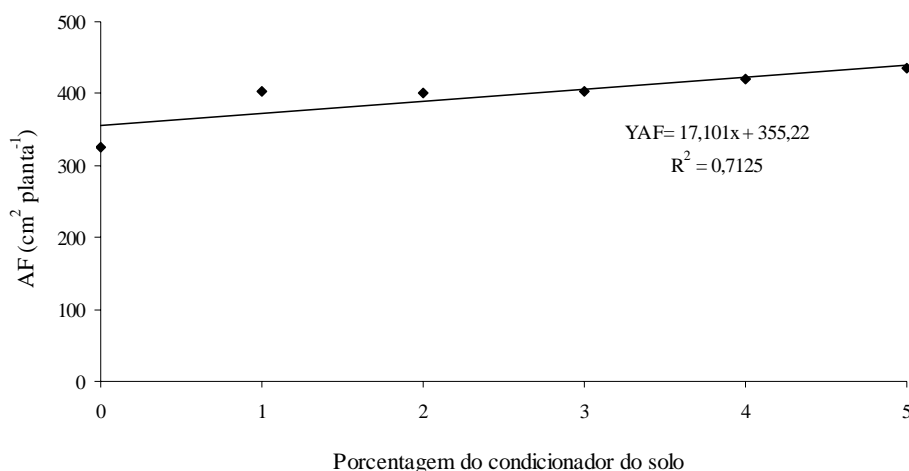


Figura 4 - Área foliar (AF cm² planta⁻¹) de plantas de café (*Coffea arabica*) em função das porcentagens do condicionador de solo requeridas para cada tratamento no substrato convencional (Ensaio Experimental II). UNIPAM, Patos de Minas, 2010.

Pela figura 5, observa-se que foi evidenciado no ensaio Experimental II um aumento de 0,11 g Kg⁻¹ de P na folha a cada 1% do condicionador de solos incorporado no substrato e no ensaio Experimental I, a concentração de 3,5% do condicionador de solo apresentou maior teor de 2,22 g Kg⁻¹ de P na folha, desta forma aumentando a eficiência na absorção de fósforo na planta.

Os microrganismos desenvolvem uma série de ações pelas quais é possível a mobilização de P no solo-planta (BORIE et al., 1983). Estas ações são principalmente condensação e mineralização das reações por componentes orgânicos do Ortofosfato na liberação, solubilização e imobilização do P por compostos (NAHAS et al., 1994; PAUL; CLARK, 1996; TATE, 2000).

A disponibilidade de fósforo é controlada pela mineralização e imobilização por meio da fração orgânica, e precipitação e solubilização de fosfato inorgânico em formas orgânicas (MIKANOVA; NOVÁKOVÁ, 2002). Fungos e bactérias têm a capacidade de solubilizar estes compostos, e, embora vários mecanismos possam estar envolvidos, o principal deles ocorre por meio da produção de ácidos orgânicos. Assume-se que estas formas ácidas solubilizam formas ou frações insolúveis de fosfato de uma forma utilizável, como orto-fosfato, aumentando o seu potencial de disponibilidade para as plantas (VÁZQUEZ et al., 2000). Outros autores citam, além de Micorrizas, gêneros *Trichoderma* (ALTOMARE et al., 1999), capazes de solubilizar os componentes de P do solo em estudos *in vitro* podendo aumentar a utilização de fosfato do solo pelas plantas (WHITELAW, 2000).

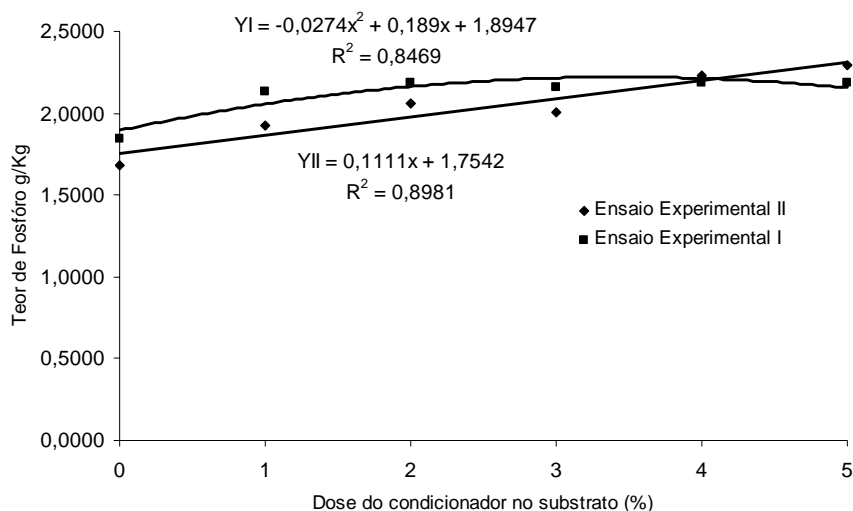


Figura 5 – Análise Foliar de Fósforo em plantas de café (*Coffea arabica*) em função das porcentagens do condicionador de solo requeridas para cada tratamento no substrato Golden Mix Tipo 47 (Ensaio Experimental I) e no substrato convencional (Ensaio Experimental II). UNIPAM, Patos de Minas, 2010.

Conclusão

Conclui-se que:

- (i) o condicionador de solo proporcionou maior área foliar, fitomassa seca total, caule e folha nas mudas de café nos dois ensaios, e aumento da fitomassa seca raiz no ensaio Experimental II;
- (ii) aumento da eficiência da absorção de fósforo pelas mudas de café nos dois ensaios.

Referências

ALCANTARA, R. M. C. M. **Propriedades químicas e bioquímicas e suas inter-relações em solos sob vegetação de mata e campo adjacentes**. 1995. 84 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

ALTOMARE, C.; NORVELL, W. A.; BJÖRKMAN, T.; HARMAN, G. E. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 65, n. 7, p. 2926-2933, jul.1999.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.

BENITEZ, T.; RINCON, A. M.; LIMON, M. C.; CODON, A. C. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**. v. 7, n. 4, p. 249-260, dec. 2004.

BROOKES, P. C. The use of microbial parameters in soil pollution by heavy metals. **Biology and fertility of soils**. Berlin, v. 19, n. 4, p. 269-279, mar. 1995.

BORIE, F.; QUINTEROS, J.; AGUILERA, M. **Bioquímica de suelos derivados de cenizas volcánicas. IV: Solubilización de fosfatos por hongos del suelo**. Agricultura Técnica, Chile, v. 43, n. 4, p. 371-376, 1983.

CASSIOLATO, A. M. R. **Parasitismo de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary por mutantes de *Trichoderma harzianum* rifai**. 1995. 133 f. Tese (Doutorado em Genética e melhoramento de Plantas) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1995.

CHANG, Y. C. et al. Increased growth of plants in presence of biological control agent *Trichoderma harzianum*. **Plant Disease**. v.70, p.145-148, 1986.

CAMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/103770.htm>> Acesso em: 4/9/2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Embrapa – SPI, Brasília, 1999.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0, in: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GUIMARÃES, P. T. G.; CARVALHO, M. M. de; MENDES, A. N. G.; BARTHOLO, G. F. Produção de mudas de café: coeficientes técnicos da fase de viveiro. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 5-10, 1989.

KLEIFELD, O.; CHET, I. *Trichoderma*: plant interaction and its effects on increased growth response. **Plant Soil**. v. 144, n. 2, p. 267-272, 1992.

LUNA M. L.; VEGA C.; FRANCO M. O.; VÁSQUEZ S.; TRUJILLO N.; RAMÍREZ E.; DENDOOVEN L. Actividad microbiana en suelos. **Avance y Perspectiva**. v. 21, p. 328-332, 2002.

LYNCK, J. Pesquisa inglesa com agentes biológicos. **Jornal Agroceres**, São Paulo, v. 212, p. 2, maio/jun. 1992.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Pioneira, 1980. 251 p.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de Café no Brasil: Novo Manual de Recomendações**. MAPA/ PROCAFÉ. Rio de Janeiro - RJ e Varginha - MG, maio/2002.

MELO, B. **Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro(*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 1999. 119 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

MIKANOVÁ, O.; NOVÁKOVÁ, J. Evaluation of the P-solubilizing activity of soil microorganism and its sensitivity to soluble phosphate. **Rostlinná Výroba**. v. 48, n. 9, p. 397-400, 2002.

NAHAS, E.; FORNASIERI, D.; ASSIS, L. Resposta a inoculação de fungos solubilizadores de fósforo em milho. **Science Agricultura**. Piracicaba. v. 51 n.3, p. 463-469, 1994.

PAUL, E.; CLARK, F. **Soil microbiology and biochemistry**. 2 ed. California, Estados Unidos: Academic Press, 1996. 340 p.

PAULITZ, T. C. Biochemical and ecological aspects of competition in biological control. In: BAKER, R. R. (Ed.). **New directions in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases**. New York: Liss, 1990. p. 713-724.

RESENDE, M. L.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; VON PINHO, R. G.; VIEIRA, A. R. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 793-798, 2004.

SANHUEZA, R. M. V. Controle biológico de doenças de fruteiras de clima temperado, in: REUNIÃO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS. Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves-RS. p. 61-64, 2001.

SILVA, E. M.; CARVALHO, G. R.; ROMANIELLO, M. M. **Mudas de cafeeiro: tecnologias da produção**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 56 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 60).

SIVAN, A.; HARMAN, G. E. Improved rhizosphere competence in a protoplast fusion progeny of *Trichoderma harzianum*. **Journal of General Microbiology**, v.137, p.23-29, 1991.

TATE, R. **Soil Microbiology**. 2 ed. New York: Wiley, 508 p.2000.

THOMAS G., SHANTARAM M. V.; SARASWATHY, N. Occurrence and activity of phosphate solubilizing fungi from coconut plantation soils. **Plant and Soil**, v. 87, p. 357-364, 1985.

VÁZQUEZ, P.; HOLGUÍN, G.; PUENTE M. E.; LÓPEZ, A.; BASHAN, Y. Phosphate-solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere of semiarid man-groves in a semiarid

coastal lagoon. **Biology and Fertility of Soils**, v. 30, p. 460-468, 2000.

WHITELAW, M. Growth promotion of plants inoculated with phosphate solubilizing fungi. **Advances in Agronomy**, Australia, 69, p. 99-152, 2000.

WHITELAW, M.; HARDEN, T.; HELYAR, K. Phosphate solubilization in solution culture by the soil fungus *Penicillium radicum*. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 31, p. 655-665, 1999.

YEDIDIA, I.; SRIVASTVA, K. Y.; CHET, I. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 235, n. 2, p. 235- 242, Aug. 2001.

Aplicação de estrobilurina na cultura do milho: alterações fisiológicas e bromatológicas

Strobilurin application on maize crop: physiological and bromatological changes

*Kamilla Alves Barbosa¹, Evandro Binotto Fagan², Derblai Casaroli²,
Sabrina de Carvalho Canedo³, Walquiria Fernanda Teixeira⁴*

¹ Graduanda do curso de Ciências Biológicas-Bacharelado, Centro Universitário de Patos de Minas, MG. e-mail: kamillaalves18@yahoo.com

² Professor Doutor do Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas, MG.

³ Bióloga, Centro Universitário de Patos de Minas, MG.

⁴ Mestranda em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Uberlândia.

Resumo: O milho é, mundialmente, um dos cereais mais utilizados para alimentação humana e animal. Entretanto, alguns problemas fitossanitários, como o ataque de fungos patogênicos, afetam o potencial produtivo desta cultura. Para tanto, fungicidas precisam ser utilizados para garantir o sucesso da lavoura. Atualmente, alguns fungicidas à base de estrobilurina têm tanto efeito de combate ao patógeno quanto efeito fisiológico, favorável, às plantas. O presente trabalho objetivou avaliar efeitos fisiológicos e bromatológicos em plantas de milho, após a aplicação foliar da estrobilurina piraclostrobina, associada a diferentes doses de nitrogênio. O experimento foi conduzido em campo, na área experimental da ESALQ/USP, Piracicaba/SP. A cultura utilizada foi o milho (*Zea mays* L.) híbrido DKB 330, cultivado sob sistema de irrigação por pivô central. O experimento foi constituído por sete tratamentos: T₁N (sem fungicida + 30 kg ha⁻¹ N); T₂N (Sem fungicida + 60 kg ha⁻¹ N); T₃N (Sem fungicida+ 90 kg ha⁻¹ N); T₄NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 30 kg ha⁻¹ N); T₅NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 60 kg ha⁻¹ N); T₆NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 90 kg ha⁻¹ N) e T₇NA (Azoxystrobin + ciproconazole + 90 kg ha⁻¹ N). Foram realizadas medidas fonométricas, fisiológicas e bromatológicas. Os resultados obtidos mostram que a aplicação de estrobilurina piraclostrobina proporcionou um incremento médio na atividade da enzima nitrato redutase de 56% e um aumento na produtividade de 8 sacas ha⁻¹ a cada 30 kg de N adicionado ao solo quando comparados aos tratamentos sem aplicação. As variáveis de massa seca, proteína bruta e estrato etéreo não sofreram alteração. Assim, concluiu-se que a aplicação foliar de estrobilurina piraclostrobina, na cultura do milho, ocasiona um incremento da atividade metabólica desta cultura e, conseqüentemente, um aumento na produtividade de grãos, no entanto, não promove alterações nas variáveis bromatológicas.

Palavras-chave: Piraclostrobina; nitrato redutase; produtividade; *Zea mays* L

Abstract: Corn is globally one of the most commonly used grains for feed and food. However, some disease problems, like the attack of pathogenic fungi, affect the potential of this crop. To avoid so, fungicides must be used to ensure the success of the crop. Currently, some fungicides based on strobilurins have an effect to combat the pathogen as well as a physiological effect, favorable to plants. This study aimed to evaluate physiological effects and nutritional qualities of corn plants after leaf application of pyraclostrobin, with different levels of nitrogen. The experiment was carried out in the experimental area of the ESALQ/USP, Department of Plant Production, in Piracicaba/SP, Brazil. The treatments were: T₁N (without fungicide + 30 kg ha⁻¹ N); T₂N (without fungicide + 60 kg ha⁻¹ N); T₃N (without fungicide + 90 kg ha⁻¹ N); T₄NP (Pyraclostrobin + tebuconazole + 30 kg ha⁻¹ N); T₅NP (Pyraclostrobin + tebuconazole + 60 kg ha⁻¹ N); T₆NP (Pyraclostrobin + tebuconazole + 90 kg ha⁻¹ N); and T₇NA (Cyproconazole Azoxystrobin + 90 kg ha⁻¹ N). The *Zea mays* L. hybrid DKB 330 was cultivated with irrigation. The measures were phenometric and bromatological variables. The results show that the application of pyraclostrobin provided an average increase in nitrate reductase activity of 56% and a productivity of 8 bags ha⁻¹ every 30 kg of N added to soil as compared to treatments without application. The variables of dry matter, crude protein and ether layer remained unchanged. Thus, it was concluded that foliar application of pyraclostrobin, in corn, causes an increase in metabolic activity of this culture and, consequently, an increase in grain yield. However, it does not promote changes in nutritive value variables.

Keywords: Pyraclostrobin; nitrate reductase; productivity; *Zea mays* L.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie cultivada em grande parte do mundo. Segundo dados da CONAB (2009) na safra 08/09 a produção mundial foi de 791,28 milhões de toneladas. A resposta para essa elevada produção é o grande consumo mundial, destinado a diversos fins. A área que apresenta maior consumo é a alimentação animal, destacando-se também o uso para a alimentação humana e industrial (EMBRAPA, 2008).

Por ser um dos cereais de maior importância econômica no mundo, o milho é uma das espécies vegetais mais estudadas. Constantemente programas de melhoramento estão buscando novos procedimentos para a obtenção de variedades mais produtivas e economicamente rentáveis.

Apesar de sua importância e elevada produtividade, a produção de milho sempre enfrentou sérios problemas com pragas e doenças no cultivo de campo. A interferência de doenças relacionadas com fungos resulta em perdas significativas na qualidade e produtividade dos grãos (EMBRAPA, 2009).

Como alternativa para o controle de tais doenças a aplicação de fungicidas à base de estrobilurina piraclostrobina tem sido bastante eficaz. Além de seu efeito fungicida, também tem demonstrado efeitos fisiológicos nas plantas, mostrando um aumento na taxa fotossintética, redução da respiração mitocondrial, regulação hormonal, aumento da atividade da enzima nitrato redutase, acréscimo na produtividade, maior assimilação de carbono (C) e nitrogênio (N), diminuição na taxa de síntese de etileno retardando a senescência e o favorecendo o acúmulo de fitomassa seca e produção de grãos (FAGAN, 2007; RODRIGUES, 2009).

Alguns trabalhos (STORY *et al.*, 2003; RODRIGUES, 2009) vêm sendo realizados para uma maior compreensão dos efeitos fisiológicos causados pela ação da estrobilurina em plantas. No entanto, a grande maioria está relacionada à soja (*Glycine max* L. Meril) (FAGAN, 2007) e o trigo (*Triticum aestivum* L.) (BUFFARA, 2008).

Na cultura do milho não existem trabalhos que comprovem o efeito das estrobilurinas nas variáveis fenométricas e fisiológicas, bem como seu efeito no enchimento de grãos e na qualidade bromatológica de sementes dessa cultura. Dessa forma esse trabalho se alicerça na hipótese de que o aumento da atividade fisiológica ocasionada pelo balanço positivo de C e N poderia aumentar o teor de proteína e óleo nas sementes.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar na cultura do milho, os efeitos fisiológicos ocasionados pela aplicação de estrobilurina piraclostrobina, com o auxílio de análises fenométricas, fisiológicas e bromatológicas.

Material e Métodos

O experimento de campo foi instalado na área experimental do Campus da ESALQ/USP do Departamento de Produção Vegetal no município de Piracicaba/SP sob sistema de pivô central em 2009. As coordenadas geográficas de Piracicaba são: 22°41'30" de latitude Sul, 47°38'30" de longitude Oeste e 546 m de altitude. O solo é classificado como Latossolo vermelho distrófico argiloso (HEIFFIG, 2002). O clima do local segundo a classificação de W. Köppen pertence ao tipo Cwah (tropical de altitude com estiagem de inverno). Nesta região a precipitação média anual é de 1257 mm (SENTELHAS; PEREIRA, 2000), e a temperatura média anual gira em torno de 21,4°C.

Utilizou-se a espécie *Zea mays* L. híbrido DKB 330. A semeadura foi realizada no mês de novembro do ano de 2009, no espaçamento de 0,90 m entre linhas com densidade de seis sementes por metro. Posteriormente, aos 20 dias após a emergência realizou-se o desbaste para obtenção da população final de 66.000 plantas ha⁻¹.

O experimento foi constituído por 28 parcelas, com 7 m de comprimento por 4,50 m de largura cada (cinco linhas), com área de 31,50 m² cada. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso constituído por sete tratamentos (Tabela 1) e quatro repetições. A aplicação dos fungicidas foi realizada no estágio VT (emissão de pendão). As doses de 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ N foram realizadas na semeadura, no estágio V₃ (três folhas completamente desenvolvidas) e durante a aplicação dos fungicidas.

Tabela 1. Tratamentos [T₁N (Sem fungicida + 30 kg ha⁻¹ N) T₂N (Sem fungicida + 60 kg ha⁻¹ N), T₃N (Sem fungicida+ 90 kg ha⁻¹ N), T₄NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 30 kg ha⁻¹ N) T₅NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 60 kg ha⁻¹ N), T₆NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 90 kg ha⁻¹ N) e T₇NA (Azoxystrobin + ciproconazole + 90 kg ha⁻¹ N)], milho híbrido DKB 330. Piracicaba, ESALQ/USP-SP, 2010.

Tratamento	Fungicida	***Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)
T ₁ N	Sem aplicação	30
T ₂ N	Sem aplicação	60
T ₃ N	Sem aplicação	90
T ₄ NP	*Piraclostrobina + tebuconazole	30
T ₅ NP	Piraclostrobina + tebuconazole	60
T ₆ NP	Piraclostrobina + tebuconazole	90
T ₇ NA	**Azoxystrobin + ciproconazole	90

* Dose e volume de calda: 0,5 L. ha⁻¹ em um volume de 200L

** Dose e volume de calda: 0,3 L. ha⁻¹ em um volume de 200L

*** Fonte de N, uréia (45% N)

A atividade da enzima nitrato redutase foi programada para três horas após a aplicação, e posteriormente, 1, 3, 7 e 14 dias após a aplicação, coletando-se a última folha completamente desenvolvida e expandida a sol, seguindo a metodologia proposta por Cataldo (1975).

Assim as folhas foram cortadas em pedaços pequenos, das quais foram colocados 200 mg em tubos de ensaio de 15 ml com tampas, que continham 4 mL de KNO₃ 0,25 M em tampão fosfato. Os tubos de ensaio foram envolvidos em papel de alumínio e mantidos em banho-maria a 35° C, e durante 2 h agitados de 5 em 5 minutos. Logo após foi pipetado 1 mL da solução de cada tubo de ensaio para balão volumétrico de 50 mL para cada um dos respectivos tratamentos, evitando pedacinhos de folhas. Em seguida foi colocado H₂O destilada até completar 25 mL do balão e, a seguir, 1 mL de ácido sulfanílico. Esta solução foi mantida em repouso de 5 a 10 min. Posteriormente foi adicionado 1 mL de alfa-naftalamina e 1 mL do tampão de acetato de sódio e completado o volume a 50 mL com H₂O destilada. A leitura foi realizada depois de 10 e antes de 30 minutos no Espectrofotômetro, o qual foi ajustado ao valor zero com água destilada, a uma leitura de 540 nm.

A estimativa da atividade da enzima nitrato redutase foi obtida pela curva padrão de nitrito (NO₂⁻), ajustada de acordo com as concentrações de N na forma de NO₂⁻ de 0, 5, 10, 15, 20 e 25 µg L⁻¹. A partir das absorvâncias, ajustou-se o gráfico (concentração x leitura) obtendo-se a equação de regressão linear ($y = ax + b$). De acordo com esses dados procede-se o cálculo da atividade da enzima nitrato redutase de acordo com a equação [1].

$$ANR = 5 \cdot FV \cdot 4 \cdot CN \cdot 0,5 \quad [1]$$

em que: ANR refere-se à atividade da enzima nitrato redutase em $\mu\text{g N-NO}_2 \text{ g de fitomassa verde}^{-1} \text{ h}^{-1}$, FV é a quantidade de fitomassa verde colocada no tubo de ensaio (200 mg), CN é a concentração de nitrito (mg L^{-1}) obtida pela equação ajustada pela curva padrão de acordo com a absorvância da amostra, e os valores 5, 4 e 0,5 foram utilizados na correção dos valores para $\mu\text{g N-NO}_2$ por g de fitomassa verde por hora.

Após a colheita das plantas foram realizadas avaliações de produção e de bromatologia segundo Silva (1991). Para determinação da produtividade foi realizada a colheita das três fileiras centrais, eliminando-se 0,5 m das bordas iniciais e finais de cada parcela, contabilizada a quantidade de grãos colhidos por parcela, que posteriormente foi extrapolada para 1 ha, a umidade foi ajustada a 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e medidas comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

Resultados e discussão

O incremento médio na atividade da enzima nitrato redutase foi de 17,5% a cada 30 kg de N adicionado ao solo (Figura 1).

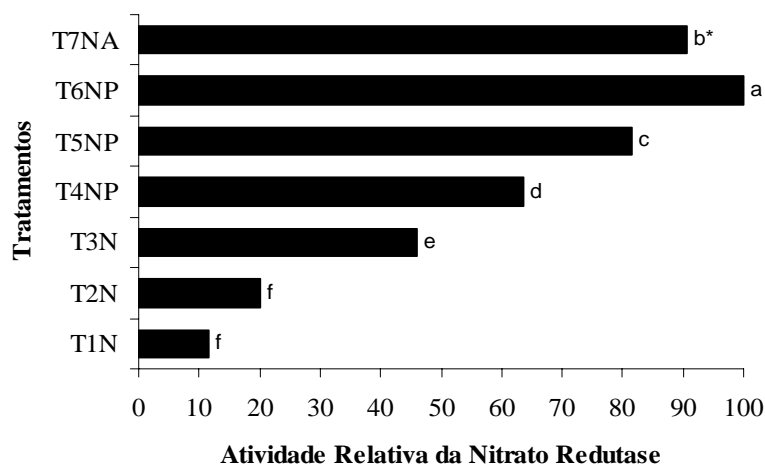


Figura 1. Atividade da enzima nitrato redutase na cultura de milho submetido aos tratamentos com fungicidas e doses de N: [T₁N (Sem fungicida + 30 kg ha⁻¹ N) T₂N (sem fungicida + 60 kg ha⁻¹ N), T₃N (sem fungicida+ 90 kg ha⁻¹ N), T₄NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 30 kg ha⁻¹ N) T₅NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 60 kg ha⁻¹ N), T₆NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 90 kg ha⁻¹ N) e T₇NA (Azoxystrobin + ciproconazole + 90 kg ha⁻¹ N)] contabilizado a partir de 3 horas após a aplicação dos fungicidas (8 folhas). As doses de 30, 60, 90 kg ha⁻¹ N foram realizadas na semeadura e durante a aplicação dos fungicidas. Genótipo: DKB-330. ESALQ/USP. Safra 2009/2010.

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A aplicação de estrobilurina piraclostrobina proporcionou um acréscimo médio de 56% em relação aos tratamentos sem aplicação (Figura 1). Nota-se o efeito da estrobilurina piraclostrobina no aumento da atividade da enzima nitrato redutase, tornando-a mais eficiente quando ocorre adição de doses de N no solo.

A estrobilurina atua diretamente na respiração celular inibindo o transporte de elétrons na mitocôndria, o que ocasiona um decréscimo no pH citosólico, refletindo em um aumento na atividade da enzima nitrato redutase (GLAAB; KAISER, 1999). A atividade da enzima nitrato redutase proporciona aumento da assimilação de nitrato, disponibilizando maior quantidade de nitrogênio para a produção de proteína (NAGEL *et al.*, 2001).

O acréscimo de 30 kg ha⁻¹ N aumentou a produtividade em 10 sacas ha⁻¹ (Figura 2). Quando foi realizada a combinação da aplicação de N e estrobilurina piraclostrobina esse aumento foi acrescido em média 8 sacas ha⁻¹ em cada dose correspondente com testemunha sem aplicação.

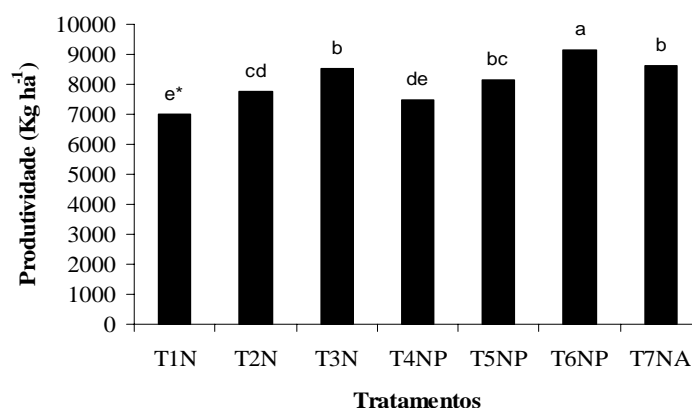


Figura 2. Produtividade (kg ha⁻¹) de grãos na cultura de milho submetido aos tratamentos com fungicidas e doses de N: [T₁N (Sem fungicida + 30 kg ha⁻¹ N) T₂N (sem fungicida + 60 kg ha⁻¹ N), T₃N (sem fungicida+ 90 kg ha⁻¹ N), T₄NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 30 kg ha⁻¹ N) T₅NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 60 kg ha⁻¹ N), T₆NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 90 kg ha⁻¹ N) e T₇NA (Azoxystrobin + ciproconazole + 90 kg ha⁻¹ N)] contabilizado a partir de 3 horas após a aplicação dos fungicidas (8 folhas). As doses de 30, 60, 90 kg ha⁻¹ N foram realizadas na semeadura e no estágio V₄. Genótipo: DKB-330. Safra 2009/2010.

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 5 % de probabilidade.

Pode-se então inferir que o incremento no metabolismo do nitrogênio, devido ao aumento da atividade da enzima nitrato redutase, aliado ao aumento da fotossíntese líquida, auxilia na potencialização da produtividade de grãos de plantas de milho tratadas com estrobilurina piraclostrobina.

Nota-se pela Figura 1 que ocorreu um aumento na assimilação de nitrogênio via

enzima nitrato redutase, o que disponibilizaria maior quantidade de nitrogênio para a produção de proteína (NAGEL *et al.*, 2001). Porém, esse incremento não ocasionou alterações na porcentagem de proteína bruta dos grãos; os valores permaneceram com média de 7,60 % (Figura 3). Os valores obtidos estão de acordo com os encontrados por Domingos (2008), o qual não verificou efeito no teor de proteína bruta nos grãos (9,49 %) quando foram utilizadas doses crescentes de N.

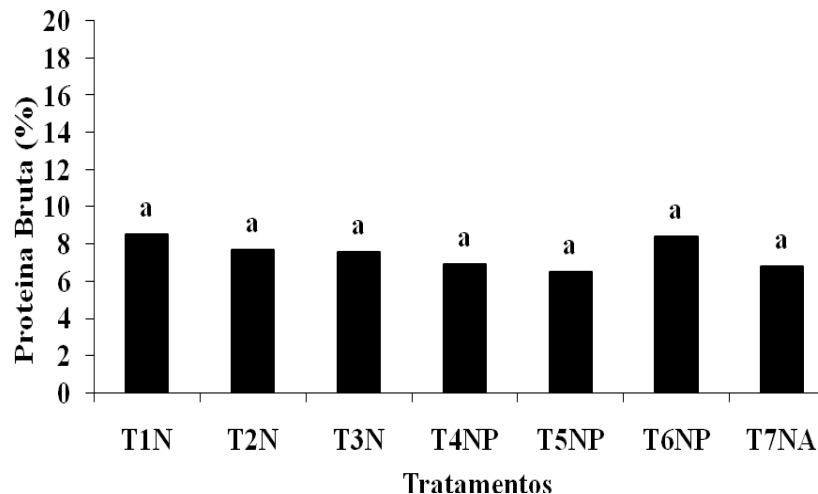


Figura 3. Proteína bruta de grãos na cultura de milho submetido aos tratamentos com fungicidas e doses de N: [T₁N (sem fungicida + 30 kg ha⁻¹ N) T₂N (Sem fungicida + 60 kg ha⁻¹ N), T₃N (sem fungicida+ 90 kg ha⁻¹ N), T₄NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 30 kg ha⁻¹ N) T₅NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 60 kg ha⁻¹ N), T₆NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 90 kg ha⁻¹ N) e T₇NA (Azoxystrobin + ciproconazole + 90 kg ha⁻¹ N)]. Genótipo: DKB-330. Safra 2009/2010.

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 5 % de probabilidade.

O teor de óleo (extrato etéreo) não foi afetado pela aplicação da estrobilurina piraclostrobina aliada a doses de nitrogênio; os valores médios foram de 4,36 % (Figura 4). O aumento na produção de açúcar ocasionada pelo incremento na atividade fotossintética pode ser evidenciado pela elevação da produtividade (Figura 2), o que é uma característica comum em plantas tratadas com estrobilurina piraclostrobina (FAGAN, 2007).

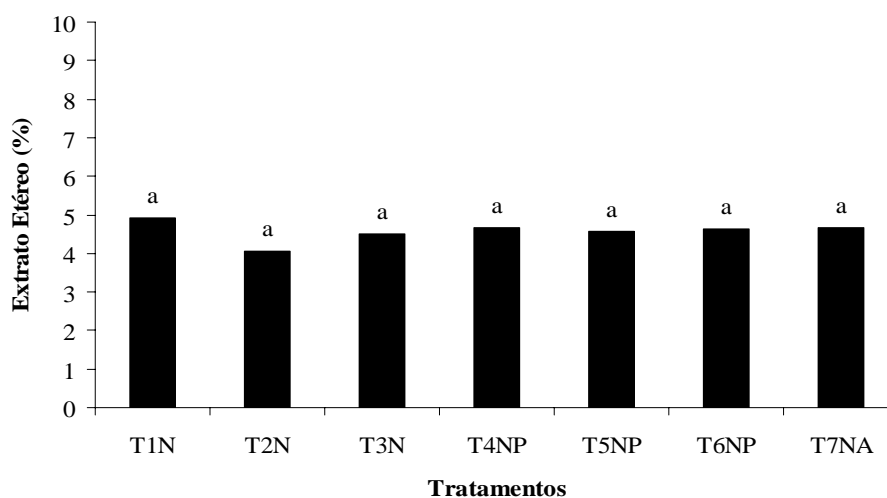


Figura 4. Extrato etéreo de grãos na cultura de milho submetido aos tratamentos com fungicidas e doses de N: [T1N (sem fungicida + 30 kg ha⁻¹ N) T2N (sem fungicida + 60 kg ha⁻¹ N), T3N (sem fungicida + 90 kg ha⁻¹ N), T4NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 30 kg ha⁻¹ N) T5NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 60 kg ha⁻¹ N), T6NP (Piraclostrobina + tebuconazole + 90 kg ha⁻¹ N) e T7NA (Azoxystrobin + ciproconazole + 90 kg ha⁻¹ N)]. Genótipo: DKB-330. Safra 2009/2010.

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 5 % de probabilidade.

Esse comportamento pode proporcionar uma maior reserva de açúcares que são translocados para os grãos, os quais podem ser transformados em lipídios de reserva (triglicerídeos) medidos pelo teor de extrato etéreo. Porém, esses acréscimos não repercutiram na translocação para os grãos e a transformação em óleo, como pode ser verificado na Figura 4.

Conclusão

A aplicação da estrobilurina piraclostrobina associada a doses de nitrogênio aplicado ao solo na cultura o milho, variedade híbrido DKB-330, aumenta a atividade da enzima nitrato redutase e a produtividade de grãos. Porém, não ocasionam alterações nos teores de proteína bruta e extrato etéreo.

Referências

BUFFARA, M.A. **Efeito Fisiológico da Estrobilurina Piraclostrobina na Produtividade da Cultura do Trigo (*Triticum aestivum*):** Manejo da Ferrugem da Folha. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, v. 9, p. 59-68, 2008.

CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADEV, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. Athens, v. 6, p. 71-80, 1975.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. 2009. Disponível em <www.conab.gov.br>. Acesso em: 03 Ago. 2010.

DOMINGOS, A.M.F. **Eficiência de fontes de nitrogênio e enxofre na composição Químico-Bromatológica e algumas características agrônômicas da cultura de milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto**. 2008. 129p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivo do milho**. 2008. Sete Lagoas. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed. Acesso em: 10 de Fev.2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Núcleo de pesquisa em Fitossanidade**. 2009. Sete Lagoas. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/nucleos/nfit/apresenta.php>. Acesso em: 08 de out.2010

FAGAN, E.B. **A cultura da soja: modelo de crescimento e aplicação de estrobilurina**. 2007. 84p. Dissertação (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

GLAAB, J.; KAISER, W.M. Increased nitrate reductase activity in leaf tissues after application of the fungicide Kresoxim-methyl. **Planta**. Berlin, v. 207, p. 442-448, 1999.

HEIFFIG, L.C. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine Max* L. Meril) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. 85p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, Universidade de São Paulo, 2002.

NAGEL, L.; BREWSTER, R.; REIDELL, W.E.; REESE, R.N. Cytokinin regulation of flower and pod set in soybeans. **Annals of Botany**. London, v. 88, p.27-31, 2001.

RODRIGUES, M.A.T. **Avaliação do efeito fisiológico do efeito de fungicidas na cultura da soja**. 2009. 193p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, Universidade de São Paulo, 2009.

SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R. A maior estiagem de século? **Notícias Piracema**, Piracicaba, v. 6, n. 50, p. 1, 2000.

SILVA D.J. **Análise de Alimentos**. Métodos Químicos e Biológicos. Viçosa, UFV, 1991.

STORY, W.V.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L.; **Physiological Effects of Strobilurin Fungicides on Plants**. *Ciências Exatas da Terra*, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, v. 9, p. 59-68, dez. 2003.

Extrato pirolenhoso, óleo de nim e fungos entomopatogênicos no controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) em condições de laboratório

Pyroligneous extract, neem oil and entomopathogenic fungi on the control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) under laboratory conditions

Laura Ferreira Bontempo¹; Elisa Queiroz Garcia²;
Cícero Guimarães Fuga³; Ana Paula Soares¹

¹ Graduada em Agronomia, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas, MG.

² Professora, Mestre, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas, MG.

³ Graduando em Agronomia, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas, MG.

Resumo: Este estudo teve como objetivo avaliar a mortalidade de *S. frugiperda* com a utilização de extratos vegetais, *M. anisopliae* e *B. bassiana*. Os bioensaios foram realizados no Laboratório de Genética e Biotecnologia do Centro Universitário de Patos de Minas. Foram utilizados dois isolados fúngicos: *Metarhizium anisopliae* (isolado ESALQ-1037) e *Beauveria bassiana* (isolado ESALQ-PL63) e dois extratos vegetais, Natuneem® (óleo de nim) e Biopirol® (extrato pirolenhoso). Foram montados dois bioensaios, sendo um para o primeiro instar e o outro para o segundo instar de *S. frugiperda*. Cada bioensaio foi constituído por DIC, com 11 tratamentos e 4 repetições de 20 lagartas. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e suas médias comparadas ao teste de Tukey a 1% de probabilidade. Os resultados obtidos demonstram que a *S. frugiperda* se torna menos sensível à ação dos fungos e dos extratos vegetais à medida que se desenvolvem.

Palavras-chave: Controle biológico; Lagarta do cartucho; Extrato pirolenhoso; Fungos entomopatogênicos.

Abstract: The study aimed to assess the mortality of *S. frugiperda* by using plant extracts, *M. anisopliae* and *B. bassiana*. The bioassays were carried out at the Genetic and Biotechnology Laboratory and Entomology Laboratory from the Centro Universitário de Patos de Minas, Brazil. Two fungal isolates were used: *Metarhizium anisopliae* (isolated ESALQ-1037) and *Beauveria bassiana* (isolated ESALQ-PL63), and two plant extracts, Natu-neem® (Neem oil) and Biopirol® (pyroligneous extract). Two bioassays were made, one for the first instar and another one for the second instar of *S. frugiperda*. Each bioassay consisted of DIC, with 11 treatments and 4 repetitions.

tions of 20 armyworms. The results show that the *S. frugiperda* becomes less sensitive to the action of fungi and the plant extracts as they develop.

Keywords: Biologic control; Armyworm; Pyrolygneous extract; Entomopathogenic fungi.

Introdução

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), é a principal praga da cultura do milho, devido à sua ocorrência generalizada e ao seu potencial de ataque em todas as fases de desenvolvimento da planta, provocando quedas significativas no rendimento. Quando o ataque ocorre na fase inicial da cultura, essas perdas são ainda mais significativas, devido à morte das plântulas e à diminuição do número de plantas por unidade de área (MARTINS et al., 2006).

Embora o controle químico seja o método mais utilizado no controle de pragas, o interesse por inseticidas naturais associado ao controle biológico tem aumentado para *S. frugiperda* (MOREIRA et al., 2009).

O uso de fungos entomopatogênicos no controle de insetos tem sido objeto de importantes pesquisas com a finalidade de melhor preservar o meio ambiente. Os insetos atacados por este fungo tornam-se mumificados e cobertos por uma camada pulverulenta de cor verde, formada pela aglomeração de conídios. O fungo é utilizado no controle de pragas que causam sérios prejuízos a culturas de interesse agrônômico, em quase todos os países do mundo, principalmente nos tropicais (ALBUQUERQUE et al., 2005).

O fungo *Beauveria bassiana*, de ampla distribuição geográfica, é mais frequente em insetos e em amostras de solo, sendo encontrados no campo parasitando coleópteros, lepidópteros, hemípteros, dípteros, himenópteros e ortópteros. No Brasil, o potencial para aplicação de *B. bassiana* no controle biológico é muito grande e vem sendo responsável pela redução do uso de inseticidas químicos em vários cultivos de importância agrícola (OLIVEIRA, 2007).

Os extratos de plantas inseticidas vêm sendo estudados como alternativa no manejo integrado de pragas (VESOHOKI et al., 2008). Dentre as espécies utilizadas como inseticida destaca-se o nim, *Azadirachta indica* E. Juss (MARTINEZ, 2002). O nim é uma importante planta com atividade inseticida e adaptada ao Brasil com acentuada ação sobre pragas como *S. frugiperda* (MOREIRA et al., 2009).

O extrato pirolenhoso é um subproduto orgânico resultante da condensação da fumaça expelida no processo de carbonização da madeira. Tem cerca de 200 tipos de compostos, que interagem sinergicamente promovendo efeito benéfico às plantas (DOIHARA, 2005).

A adoção de produtos compatíveis aos fungos entomopatogênicos possibilita maior eficiência na conservação do entomopatógeno, incrementando o controle biológico (SILVA et al. 2005). O conhecimento da interação entre produtos fitossanitários e patógenos que apresentam potencial para controle de determinada praga representa importante ferramenta em programas de manejo integrado (SANTOS, 2008).

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a compatibilidade de *M. anisopliae* e *B. bassiana* com extrato pirolenhoso e óleo de nim e verificar a mortalidade de *S. frugiperda* com a utilização desses produtos vegetais separadamente ou combinados com os fungos.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Genética e Biotecnologia e no Laboratório Pesquisa em Entomologia Experimental (LEEP) do Centro Universitário de Patos de Minas, no mês de outubro de 2009.

Foram realizados dois ensaios visando verificar o efeito do óleo de nim (Nattuneem® - 2,5 ml/L de água) e do extrato pirolenhoso (Biopirol® - 2,5 ml/L de água) na germinação de esporos de *Metarhizium anisopliae* (Metarril® - mínimo de 5×10^{11} conídios viáveis/kg do produto) e *Beauveria bassiana* (Boveril® - mínimo de 5×10^{11} conídios viáveis/kg do produto), compondo os tratamentos descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no teste de germinação dos fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* em dois ensaios independentes. UNIPAM, Patos de Minas, 2009.

Tratamentos	Tratamentos
<i>B. bassiana</i>	<i>M. anisopliae</i>
<i>B. bassiana</i> + Nim	<i>M. anisopliae</i> + Nim
<i>B. bassiana</i> + EP	<i>M. anisopliae</i> + EP
<i>B. bassiana</i> + Nim + EP	<i>M. anisopliae</i> + Nim + EP

EP = Extrato Pirolenhoso

Os produtos vegetais foram dissolvidos em 10 mL de água destilada esterilizada (ADE) + espalhante adesivo (Gotafix® - 0,2 ml/L) contendo conídios de *B. bassiana* ou de *M. anisopliae* suspensos na respectiva calda. Após uma hora foi retirada uma alíquota de 0,1 mL de cada suspensão, espalhando-as com o auxílio da alça de Drigalsky em quatro placas de Petri contendo uma fina camada de meio de cultura BDA. No tratamento controle utilizou-se suspensão dos fungos em ADE + espalhante adesivo. Para cada tratamento foram elaboradas quatro repetições (placas). As placas foram mantidas em câmara climatizada BOD à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, por 20 horas. Decorrido este período, dividiu-se as placas em quatro quadrantes, nos quais se quantificaram com auxílio de microscópio óptico com aumento de 400 vezes, 100 conídios/quadrante, contabilizando a porcentagem de conídios germinados.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($P < 0,01$) para comparação entre as médias, com auxílio do software Statistica (Statsoft, 2004).

Para o teste de patogenicidade foram utilizados as concentrações de 2,5ml/L de água do óleo de nim (Natuneem®) e 2,5 ml/L de água do extrato pirolenhoso (Biopirool®) e pulverizados sobre lagartas de 1.º e 2.º ínstaes (Tabela 2), com auxílio de pulverizador manual.

Tabela 2. Tratamentos utilizados no teste de mortalidade em lagartas de *S. frugiperda* de 1.º e 2.º ínstar. UNIPAM, Patos de Minas, 2009.

Tratamentos
Testemunha
<i>B. bassiana</i>
<i>B. bassiana</i> + Nim
<i>B. bassiana</i> + EP
<i>M. anisopliae</i>
<i>M. anisopliae</i> + Nim
<i>M. anisopliae</i> + EP
<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i>
<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i> + EP
<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i> + Nim
<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i> + Nim + EP

EP = Extrato Pirolenhoso

As lagartas de *S. frugiperda* de 1.º e 2.º ínstaes foram individualizadas em copos plásticos de 100 ml contendo dieta artificial e, posteriormente, foi realizada a aplicação das suspensões, molhando a lagarta e a dieta. Após a aplicação dos tratamentos, as lagartas foram acondicionadas em sala climatizada ($25 \pm 1^\circ \text{C}$). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 11 tratamentos (Tabela 1), com quatro repetições, cada repetição constando de 20 lagartas, perfazendo um total de 80 lagartas por tratamento.

A mortalidade foi avaliada uma única vez, após sete dias da montagem dos bioensaios. Durante a avaliação de mortalidade confirmou-se a presença dos fungos, observando-se o crescimento micelial.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($P < 0,01$) para comparação entre as médias, com o auxílio do software Statistica (Statsoft, 2004).

Resultados e Discussão

O óleo de nim não reduziu significativamente a germinação dos esporos de *M. anisopliae* (Tabela 3) e *B. bassiana* (Tabela 4), em comparação com suas respectivas testemunhas.

Tabela 3. Viabilidade de conídios de *Metarhizium anisopliae* após imersão em óleo de nim ou extrato pirolenhoso. UNIPAM, Patos de Minas, 2009.

Tratamentos	Germinação de conídios (%)
<i>M. anisopliae</i>	90,67a
<i>M. anisopliae</i> + óleo de nim (ON)	86,00a
<i>M. anisopliae</i> + extrato pirolenhoso (EP)	25,00b
<i>M. anisopliae</i> + ON + EP	15,00b

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1%.

Tabela 4. Viabilidade de conídios de *Beauveria bassiana* após imersão em óleo de nim ou extrato pirolenhoso. UNIPAM, Patos de Minas, 2009.

Tratamentos	Germinação de conídios (%)
<i>B. bassiana</i>	97,00a
<i>B. bassiana</i> + óleo de nim (ON)	89,00a
<i>B. bassiana</i> + extrato pirolenhoso (EP)	66,67ab
<i>B. bassiana</i> + ON + EP	43,33b

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1%.

Do ponto de vista do uso combinado dos fungos com o óleo de Nim, no controle biológico de insetos, este resultado pode ser aplicado, pois mostra o potencial de utilização conjunta de esporos dos fungos veiculados em solução aquosa de óleo de Nim, sem que haja redução da germinação dos esporos. Resultados semelhantes foram obtidos por Gupta et al. (2002) e por Marques et al. (2004), que verificaram que o óleo de nim não afeta a viabilidade dos conídios destes fungos, sendo que *M. anisopliae* é menos sensível a ação do óleo de Nim do que a *B. bassiana*. Trabalhando com doses maiores que as utilizadas no presente trabalho, Hirose et al. (2001) observaram que o óleo de nim na concentração de 2% apresentou efeito negativo sobre a germinação de conídios de *M. anisopliae* (CB 38) e *B. bassiana* (CG 252), com redução de 17,26% e 45,27% respectivamente.

Entretanto, a germinação de *M. anisopliae* foi reduzida na presença do extrato pirolenhoso, enquanto *B. bassiana* não diferiu da testemunha. Os dois tratamentos com presença do fungo *M. anisopliae* mais EP diferiram estatisticamente do tratamento com a presença do óleo de nim, obtendo uma germinação abaixo de 25% em relação a testemunha (Tabela 3). Já para os tratamentos com *B. bassiana* apenas *B. bassiana* + Nim + EP diferiu-se estatisticamente dos demais (Tabela 4), obtendo baixa germinação.

No teste de mortalidade, apenas a aplicação de *B. bassiana* isoladamente ou as combinações do fungo com extrato pirolenhoso ou com *M. anisopliae* e óleo de nim não reduziram significativamente a mortalidade de lagartas de 1º instar de *S. spodoptera* (Tabela 5). A aplicação de *M. anisopliae* com *B. bassiana* e óleo de nim e extrato pirolenhoso ou apenas com óleo de nim reduziu em mais de 90% a mortalidade do inseto-praga. Houve diferença significativa entre os resultados obtidos com os dois ínstares testados, ocorrendo maior mortalidade nos tratamentos aplicados em lagartas de 1º instar de *S. frugiperda*. Tal resultado mostra que os fungos entomopatogênicos e os extratos vegetais têm maior eficiência quando aplicados em lagartas recém eclodidas.

Tabela 5. Mortalidade (%) de lagartas de 1º instar de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) após sete dias de pulverização dos tratamentos. UNIPAM, Patos de Minas, 2009.

Tratamentos	Mortalidade (%)
<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i> + Nim + EP	95,00 a
<i>M. anisopliae</i> + Nim	92,50 a b
<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i> + EP	85,00 a b c
<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i>	70,00 a b c d
<i>M. anisopliae</i> + EP	60,00 b c d e
<i>M. anisopliae</i>	56,25 c d e
<i>B. bassiana</i> + Nim	56,25 c d e
<i>B. bassiana</i>	42,50 d e f
<i>B. bassiana</i> + EP	40,00 d e f
<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i> + Nim	33,75 e f
Testemunha	18,75 f

EP = Extrato Pirolenhoso

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1%.

Em relação às lagartas de 2º instar, apenas a aplicação de *M. anisopliae* + óleo de nim e de *B. bassiana* + extrato pirolenhoso, aumentou significativamente a mortalidade da praga em relação à testemunha, apresentando 38,75% e 36,25% de mortalidade, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Mortalidade (%) de lagartas de 2º instar de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) após sete dias de pulverização dos tratamentos. UNIPAM, Patos de Minas, 2009.

Tratamentos	Mortalidade (%)
<i>M. anisopliae</i> + Nim	38,75 a
<i>B. bassiana</i> + EP	36,25 a
<i>B. bassiana</i> + Nim	13,75 a b
<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i> + Nim + EP	27,50 a b
<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i> + EP	17,50 a b
<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i> + Nim	10,00 b
Testemunha	10,00 b
<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i>	6,25 b
<i>M. anisopliae</i>	6,25 b
<i>B. bassiana</i>	5,00 b
<i>M. anisopliae</i> + EP	3,75 b

EP = Extrato Pirolenhoso

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1%.

A mortalidade de lagartas de 2º instar foi bastante reduzida em relação às lagartas de 1º instar, com níveis de mortalidades inferiores a 39% (Tabela 6). Provavelmente, *S. frugiperda* se torna menos sensível à ação dos fungos e dos produtos vegetais à medida que se desenvolvem. Resultados semelhantes foram obtidos por Moreira et al. (2009), que trabalhando com óleo de nim e extrato pirolenhoso em *S. frugiperda* de diversos estádios, verificaram maior mortalidade de lagartas nos estádios iniciais de desenvolvimento.

Quando se utilizou apenas os fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* em lagartas de 1º e 2º instar observou-se mortalidade inferior a 60%. Por outro lado, quando se adicionaram os produtos vegetais, a mortalidade de alguns tratamentos aumentou significativamente. O aumento da mortalidade está relacionado com as características inseticidas que estes extratos vegetais têm. Os efeitos em pragas pela ingestão ou contato de extrato pirolenhoso são deletérios e/ou deterrentes, podendo, também, causar repelência da praga alvo (ALVES et al., 2007). O óleo de nim pode ser usado para controlar espécies de Lepidopteras, pelo fato de ter substâncias como a azadiractina, as quais possuem efeito deletério e/ou deterrente sobre pragas (MICHEREFF-FILHO et al., 2008).

A seletividade de óleo de nim e do extrato pirolenhoso sobre alguns inimigos naturais, associado ao efeito deletério e/ou deterrente sobre pragas é importante em programas de manejo integrado, principalmente, na agricultura orgânica (MORANDI FILHO et al., 2006; MICHEREFF-FILHO et al., 2008), em que produtos químicos sintéticos são legalmente proibidos. Com a diminuição da utilização desses produtos nas lavou-

ras, nem sempre seletivos, muitos benefícios são observados, como a maior eficiência de atuação dos inimigos naturais e melhoria da saúde dos seres humanos.

Apesar de o extrato pirolenhoso ter demonstrado interferência na germinação dos conídios de *B. bassiana* e *M. anisopliae*, não se observou menor mortalidade das lagartas com tratamentos com a presença do EP.

Em relação aos dados de mortalidade em lagartas de 1º instar, alguns tratamentos se mostraram promissores; no entanto, há poucas pesquisas visando o controle de lagartas de *S. frugiperda* com fungos entomopatogênicos, e deve-se fazer testes em nível de campo a fim de se verificar a viabilidade dos fungos no controle da lagarta.

Conclusão

A mistura de extrato pirolenhoso reduziu a viabilidade dos conídios dos fungos entomopatogênicos.

No teste de patogenicidade, a aplicação dos produtos vegetais e dos fungos causou mortalidade em lagartas de 1º instar superiores a 70%, com destaque para a aplicação conjunta de ambos os fungos entomopatogênicos e produtos vegetais com mortalidade média de 95%.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Genética e Biotecnologia (GENEB) e Laboratório Pesquisa em Entomologia Experimental (LEEP) do UNIPAM e às empresas Biocarbo e Itaforte Bioprodutos pela doação do extrato pirolenhoso e dos fungos, respectivamente.

Referências

ALBUQUERQUE, A. C.; PEREIRA, K. C. C.; CUNHA, F. M.; VEIGA, A. F. S. L.; ATHAYDE, A. C. R.; LIMA, E. A. L. A. Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* e *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* sobre *Nasutitermes coxipoensis* (Holmgren) (Isoptera: Termitidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n.4, jul./ago., 2005.

ALVES, M.; CAZETTA, J. O.; NUNES, M. A.; OLIVEIRA, C. A. L.; COLOMBI, C. A. Action of different pyroligneous extract preparations when applied on *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.2, p.382-385, 2007.

DOIHARA, I. P. **Efeito da aplicação de extrato pirolenhoso, óleo de Nim (*Azadirachta indica*) e acibenzolar-s-metil sobre a interação nematóide-planta hospedeira**. Recife. 2005. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2005.

GUPTA, R. B. L.; SHARMA, S; YADAVA, C. P. S. Compatibility of two entomofungi, *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* with certain fungicides, insecticides and

organic manures. **Indian Journal of Entomology**, New Delhi, v.64, n.1, p. 48-52, 2002.

HIROSE, E.; NEVES, P. M. O. J.; ZEQUI, J. A. C.; MARTINS, L. H.; PERALTA, C. H.; MOINO JUNIOR, A. Effect of biofertilizers and neem oil on the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, p. 419-423, 2001.

MARQUES, R. P.; MONTEIRO, A. C.; PEREIRA, G. T. Crescimento, esporulação e viabilidade de fungos entomopatogênicos em meios contendo diferentes concentrações do óleo de Nim (*Azadirachta indica*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1675-1680, nov./dez., 2004.

MARTINEZ, S. S. (ed.). **O Nim *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2002.

MARTINS, G. L. M.; MARUYAMA, L. C. T.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I. Efeito de alguns inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Dichelops* sp. (Homoptera: Pentatomidae) na fase inicial da cultura do milho. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia** - ISSN 1678-3867 Publicação Científica da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça/FAEF - ano V, n. 09, 2006.

MICHEREFF-FILHO, M.; TORRES, J. B.; ANDRADE, L. N. T.; NUNES, M. U. C. Effect of some biorational insecticides on *Spodoptera eridania* in organic cabbage. **Pest Management Science**, v. 64, n. 7, p. 761-767, 2008.

MORANDI FILHO, W. J.; BOTTON, M.; GRÜTZMACHER, A. D.; GIOLO, F. P.; MANZONI, C. G. Action of natural products on the survival of *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) and selectivity of insecticides used in the organic production of vine on *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1072-1078, 2006.

MOREIRA, C. O.; TAVARES, W. S.; FONSECA, F. G.; CRUZ, I. Mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) e seletividade de *Eriopis connexa* (Coleoptera, Coccinellidae) com óleo de nim, extrato pirolenhoso e um inseticida químico sintético. In: IV Congresso de Extensão da UFLA e I Fórum Regional de Extensão, 2009, Lavras. **IV CONEX e I Fórum Regional de Extensão**, 2009.

OLIVEIRA, R. G. S.; **Patogenicidade de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* em lagartas da broca-das-cucurbitáceas *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Pyralidae)**. 2007. 89f. Tese de Mestrado Programa de Pós-Graduação da CAPES em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo.

SANTOS, L. M. P. Efeitos dos fungos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) e compatibilidade com

inseticidas. 2008. 72f. Tese de Doutorado Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SILVA, R. Z. da; NEVES, P. M. O. J.; SANTORO, P. H. Técnicas e parâmetros utilizados nos estudos de compatibilidade entre fungos entomopatogênicos e produtos fitossanitários. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 305-312, jul./set. 2005.

STATSOFT. Statistica for Windows. General conventions and statistica. Stasoft, Tulsa, OK. Inc. 2004

VESOHOSKI, F.; MACIEL, P. H. F. Z. A.; MACAGNAN, E.; OLIVEIRA, R. C.; MARCHIORO, V. S. Eficiência de extratos aquosos no controle de *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho), in: 27^o CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. **Resumos**. Londrina, 2008.

Eficiência do tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) em campo

Efficiency of seed treatment with fungicides and insecticides in common bean (*Phaseolus vulgaris*) in field

*Lindomar Silva do Couto*¹, *Elisa Queiroz Garcia*²,
*Aline Viviane Morelli Resende*¹, *Ana Paula Soares*¹

¹ Graduado em Agronomia, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas, MG.

² Professora, Mestre, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas, MG.

Resumo: O objetivo desse estudo foi avaliar a eficiência de tratamento de sementes de feijão, utilizando fungicidas e inseticidas, Protreat®, Standak®, Cruiser®, Standak Top®, e sua influência na produtividade da cultura, e também avaliar o desempenho do produto Standak Top. O experimento foi conduzido na Fazenda Bom Retiro, Presidente Olegário/MG, em uma área de 162,00 m², irrigada por pivô central. Foi utilizada a cultivar Pérola da espécie *Phaseolus vulgaris* L., no sistema de plantio direto. Foi utilizado o delineamento experimental, em blocos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições. As adubações de plantio, cobertura e calagem foram feitas com base no resultado da análise de solo. Foram aplicados 215 kg ha⁻¹ de adubo da fórmula 08-37-14 + 3% de Zn + 0,25% de Mn no plantio. A cobertura foi feita em duas etapas, a primeira 10 dias após a emergência, 36 kg ha⁻¹ de N + 30 kg ha⁻¹ de K, a segunda, 20 dias após emergência, 42 kg ha⁻¹ de N. A semeadura foi realizada em espaçamento de 0,45 m entre linhas e 12 plantas por metro. As aplicações de herbicidas, inseticidas, fungicidas e foliares foram feitas de forma curativa e preventiva, com acompanhamento diário, verificando a incidência de ataque de pragas, doenças e plantas daninhas. Foram avaliados os estands iniciais e finais, altura de plântulas, área foliar, desenvolvimento de caule, massa da parte aérea e raiz pela fitomassa seca, produtividade e rentabilidade de acordo com custos de produção. Conclui-se que o thiamethoxan e fipronil apresentam melhores efeitos agrônômicos nas plantas de feijoeiro, tanto em germinação, altura de plantas, área foliar, acúmulo de matéria seca, melhores estands iniciais e finais, resultando em maior produtividade de grãos.

Palavras-chave: Tecnologia de produção, sementes sadias, produtividade, rentabilidade.

Abstract: This work aimed to evaluate the efficiency of the seeds treatment on the common bean *Phaseolus vulgaris* L., using fungicides and insecticides, Protreat®, Standak®, Cruiser®, Standak Top®, and its influence on the yield; and also to evaluate the Standak Top performance. The experiment has been carried out at the Bom Retiro farm, in Presidente Olegário, Minas Gerais State, in an area of 162,00 m² irrigated by pivot. We have used the variety Pérola

(*Phaseolus vulgaris* L.), on the Direct Plant system. The statistic design has been the randomized block design with 6 treatments and 4 repetitions. The planting fertilizers, top-dressing and liming were based on the soil analysis result. Were applied 215 Kg ha⁻¹ of the fertilizer 08-37-14 + 3% of Zn + 0,25% of Mn in planting. The top-dressing was made in two steps, the first one 10 days after emergence, 36 Kg ha⁻¹ of N + 30 Kg ha⁻¹ of K, the second one, 20 days after emergence, 42 kg ha⁻¹ of N. The sowing was made in a space of 0,45 cm between rows and 12 plants per meter. The foliar herbicides, insecticides and fungicides applications have been made by the form curative and preventive, following daily, verifying the pests incidence, diseases and weeds. Were assessed the initial and final stands, height plant, leaf area, stem development, shoot and root mass area by the dry matter, yield and profitability according to the costs production. We conclude that the thiamethoxan and fipronil presented the best results on the agronomic effects in the crop bean, at germination, plant height, leaf area, dry matter accumulation, best initial and final stands, getting a bigger yield.

Keywords: Production technology, quality seeds, yield, profitability.

Introdução

O feijoeiro comum *Phaseolus vulgaris* L. é uma cultura de grande expressividade no sistema produtivo brasileiro, principalmente por ser de grande importância para as famílias de baixa renda, além de ser um grão rico em proteínas, vitaminas e minerais (GUSMAN-MALDONADO et al., 1996).

Dentre as condições necessárias para o cultivo, a semente exerce um papel fundamental na formação do estande no campo. Peske et al. (2006) comentaram que sementes infectadas por doenças podem não apresentar viabilidade, serem de baixo vigor, além de serem veículo de disseminação de patógenos.

Dentre os agentes patogênicos que podem associar-se às sementes de plantas, os fungos formam o maior grupo, seguidos das bactérias e, em menor proporção, dos vírus e dos nematóides (MACHADO, 1988).

De acordo com Machado (1988), dentre os danos que um patógeno pode provocar, considerando-se a planta individualizada, a partir de sementes, podem ser citados: a) morte em pré-emergência; b) podridões radiculares; c) tombamentos; d) manchas necróticas em folhas, caules, frutos e sistema vascular; e) deformações (hipertrofias e subdesenvolvimento); f) descolorações (desvio da coloração normal); g) infecções latentes etc.

O tratamento químico de sementes tem-se tornado importante procedimento na produção agrícola, por diversas razões: controlar de maneira eficiente muitos dos fitopatógenos não só na semente, mas também no solo, e em alguns casos, na parte aérea das plantas (MACHADO, 2000).

Conforme Azevedo (2001), dentre os produtos empregados no tratamento químico das sementes, têm-se os fungicidas, inseticidas e reguladores de crescimento, que, conjuntamente, formam a bateria de agroquímicos disponíveis para proteção das culturas e manutenção de seu potencial de produção.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de tratamento de sementes de feijão, com fungicidas e inseticidas, com foco no produto Standak Top®, no desenvolvimento, crescimento e produtividade da cultura.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Bom Retiro, município de Presidente Olegário/MG, altitude média de 950 metros, em uma área total de 162 m², irrigada por meio de pivô central. Foi utilizada a espécie *Phaseolus vulgaris* L. cultivar Pérola, de ciclo médio 90 dias, grupo comercial Carioca.

Com base no resultado da análise de solo, foram feitas correções necessárias com calcário. No plantio foram utilizados 215 kg ha⁻¹ da fórmula 08-37-14 + 03% Zn + 0,25% Mn. A cobertura foi realizada em duas etapas, a primeira 10 dias após emergência (DAE), utilizando 36 kg ha⁻¹ de N + 30 kg de K ha⁻¹. A segunda adubação foi feita 20 DAE, aplicando 42 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia. A semeadura foi realizada no dia 16 de maio de 2009, com espaçamento de 0,45 cm entre linhas e população total de 265.000 plantas ha⁻¹.

Antes da semeadura as sementes foram tratadas em máquina industrial, adicionando os produtos fitossanitários (em gr de i.a./100 kg de sementes), conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos e doses de aplicação dos produtos no tratamento de sementes do feijoeiro, cultivar Pérola. Patos de Minas, UNIPAM, 2009.

Tratamentos	Classificação	Nome comercial	Ingrediente ativo	Dose (100kg de sementes)
T ₁	-----	-----	-----	Testemunha
T ₂	Fungicida	Protreat®	Carbendazim + Tiram	300 ml
T ₃	Fungicida	Protreat®	Carbendazim + Tiram	300 ml
	Inseticida	Standak®	Fipronil	200 ml
T ₄	Fungicida	Protreat®	Carbendazim + Tiram	300 ml
	Inseticida	Standak®	Fipronil	200 ml
	Inseticida	Cruiser®	Thiamethoxam	200 ml
T ₅	Inset./Fung.	Standak Top®	Fipronil, Metil Tiofanato, Piraclostrobin	200 ml
	Inseticida	Cruiser®	Thiamethoxam	200 ml
T ₆	Inset./Fung.	Standak Top®	Fipronil, Metil Tiofanato, Piraclostrobin	200 ml

As aplicações de herbicidas, inseticidas, fungicidas e adubos foliares foram feitas de forma curativa e preventiva, com acompanhamento diário, verificando a incidência de ataque de insetos pragas, doenças e plantas daninhas.

O experimento foi composto por 24 parcelas, cada bloco com área de 2,25 metros de largura por 3,00 metros de comprimento. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições.

Foram analisadas as seguintes variáveis: estande inicial e final, altura de plantas, matéria seca de folha, caule e raiz, área foliar e produtividade. Para a determinação de estande inicial contaram-se as plantas germinadas aos 7 e 11 dias após a semeadura, e para o estande final foi considerada a contagem aos 21 dias após a semeadura, em todos os tratamentos.

Em relação à altura de plântulas, coletaram-se duas plantas medianas por tratamento aos 21 dias após a semeadura, fazendo a medição com régua graduada, do nível do solo até o último primórdio foliar.

Foram realizadas coletas manuais das plantas aos 21 dias após a emergência (DAE) para a determinação da matéria seca (g planta^{-1}) e da área foliar da planta (cm^2). A matéria seca foi resultado do peso das frações folhas, caule e raiz, após secas em estufa de ventilação forçada ($65^\circ \pm 5^\circ \text{C}$), até atingirem massa constante. Para a avaliação da matéria seca, foram pesadas em balança de precisão, separadamente folhas, caule e raiz.

A área foliar foi estimada pela relação da massa da matéria seca das folhas e massa da matéria seca de sete discos foliares, obtidos com o auxílio de um perfurador de área conhecida de cada planta, que após secos em estufa de ventilação forçada ($65^\circ \pm 5^\circ \text{C}$), até atingirem massa constante, foram pesados em balança de precisão. A produtividade foi definida após colheita da área, os grãos foram pesados em balança de precisão e secos até a umidade de 13%. Os cálculos de rentabilidade foram feitos por meio dos resultados obtidos de receitas e custos da cultura.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições para cada tratamento. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

O estande inicial e final foi influenciado significativamente pelos tratamentos realizados. A interação entre fungicidas e inseticidas mostrou-se mais vantajosa, principalmente em relação à emergência de plântulas. Na ausência de tratamento, houve sensível queda na taxa de emergência, foi verificado um decréscimo na emergência das plantas do T1 - testemunha, sendo que aos 11 e 21 dias ocorreu queda acentuada na emergência (75,52% para 69,97%), com comprometimento de estande inicial – ver Tabela 2.

Tabela 2: Estande (%) de plantas de feijoeiro Cv. Pérola originárias de sementes tratadas ou não tratadas com inseticidas e fungicidas, em diferentes épocas de avaliação. Patos de Minas, UNIPAM, 2009.

Épocas de Avaliação	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Sete dias após o plantio	55,56%	63,72%	72,40%	74,13%	51,56%	64,76%
Onze dias após o plantio	75,52%	77,08%	81,60%	85,94%	81,60%	84,90%
Vinte e um dias após plantio	69,97%	74,31%	77,78%	84,55%	77,95%	83,85%

Tratamentos: T1: testemunha, T2: Protreat, T3: Protreat, Standak, T4: Protreat, Standak, Cruiser, T5: Standak top, T6: Standak top, Cruiser.

Os dados de altura de plantas foram obtidos de plantas coletas com 21 dias após o plantio, quando se observou um significativo aumento em relação à parcela não tratada (Figura 1), em oposição a Rezende et al, (2003), que verificaram que a altura das plantas de soja não foi influenciada significativamente por nenhum dos tratamentos testados (Vitavax/Thiram PM e não tratadas). Segundo Belletini et al. (2000), o thiamethoxam usado em tratamento de sementes proporcionou aumento na altura das plantas e na produção de sementes de amendoim.

Denucci et al. (1990), observaram efeito significativo do tratamento de sementes de milho com fungicidas na emergência de plântulas no campo, que estão de acordo com os resultados obtidos neste trabalho. Barros et al. (2001) também não observaram redução da germinação em relação à testemunha quando utilizaram thiametoxan na cultura do feijão.

Esses resultados podem ser explicados por uma série de eventos metabólicos que ocorrem no processo de germinação da semente, resultando na transformação de um embrião em plântula, fenômeno biológico cuja ocorrência é condicionada por um conjunto de condições ambientais favoráveis, sendo a disponibilidade de água de fundamental importância (ROSSETO, 1995). Uma das variáveis que influenciam na resposta ao tratamento químico é o vigor das sementes (TOLEDO, 1961; MENTEN, 1991). O lote de sementes utilizado apresentava elevado vigor, podendo-se creditar a esse fator a inexistência de diferenças maiores entre os diversos tratamentos, o que é concordante com Menten (1991), segundo o qual maiores respostas ao tratamento químico são proporcionadas por lotes de médio vigor. Normalmente, as sementes tratadas ficam protegidas do ataque de pragas ou doenças por um período de até 30 dias após a semeadura, período este considerado crítico, pois as plantas estão se estabelecendo, e com um pequeno sistema radicular e parte aérea. Em caso de alta incidência de ataque podem apresentar danos consideráveis, podendo ocasionar a morte das plantas.

O estande final observado pode ser considerado como uma continuidade do estande inicial, porém com diferenças menos pronunciadas, uma vez que, após o fim do período residual dos produtos, a eficiência do tratamento da semente é menor, isso pode ser observado na Tabela 2, na qual se constata certa similaridade entre alguns

tratamentos (T2 e T3) e a testemunha, para o estande final. Nos tratamentos em que foi utilizado thiamethoxan, nota-se aumento no estande, e pesquisas indicam a presença de bioativadores, que favorecem o enraizamento e o alto vigor das plantas.

É interessante ainda observar que as diferenças constatadas para o estande final, resultaram em queda de 71 - 80 % de produção da testemunha (T1) em relação aos tratamentos utilizando thiamethoxan (T4 e T6), conforme Tabela 2. Que está de acordo com Cecon et al (2004), em que também se observou incremento de produtividade de milho e peso dos grãos no tratamento com thiamethoxan.

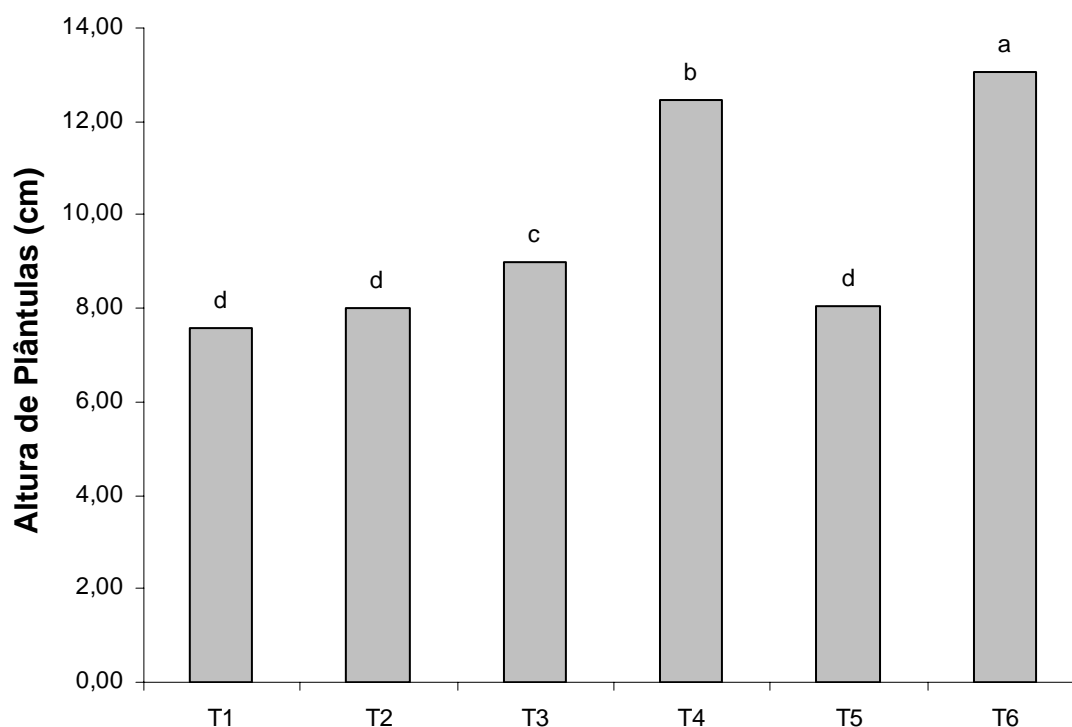


Figura 1: Altura de plântulas de feijoeiro Cv. Pérola originários de sementes tratadas ou não-tratadas com inseticidas e fungicidas, com 21 dias após plantio. Tratamentos: T1: testemunha, T2: Protreat, T3: Protreat, Standak, T4: Protreat, Standak, Cruiser, T5: Standak top, T6: Standak top, Cruiser. Patos de Minas, UNIPAM, 2009.

Os dados de altura de plantas foram obtidos de plantas coletas com 21 dias após o plantio, quando se observou um significativo aumento em relação à parcela não tratada (Figura 1), em oposição a Rezende et al. (2003), que verificaram que a altura das plantas de soja não foi influenciada significativamente por nenhum dos tratamentos testados (Vitavax/Thiram PM e não tratadas). Segundo Belletini et al. (2000), o thiamethoxan usado em tratamento de sementes proporcionou aumento na altura das plantas e na produção de sementes de amendoim.

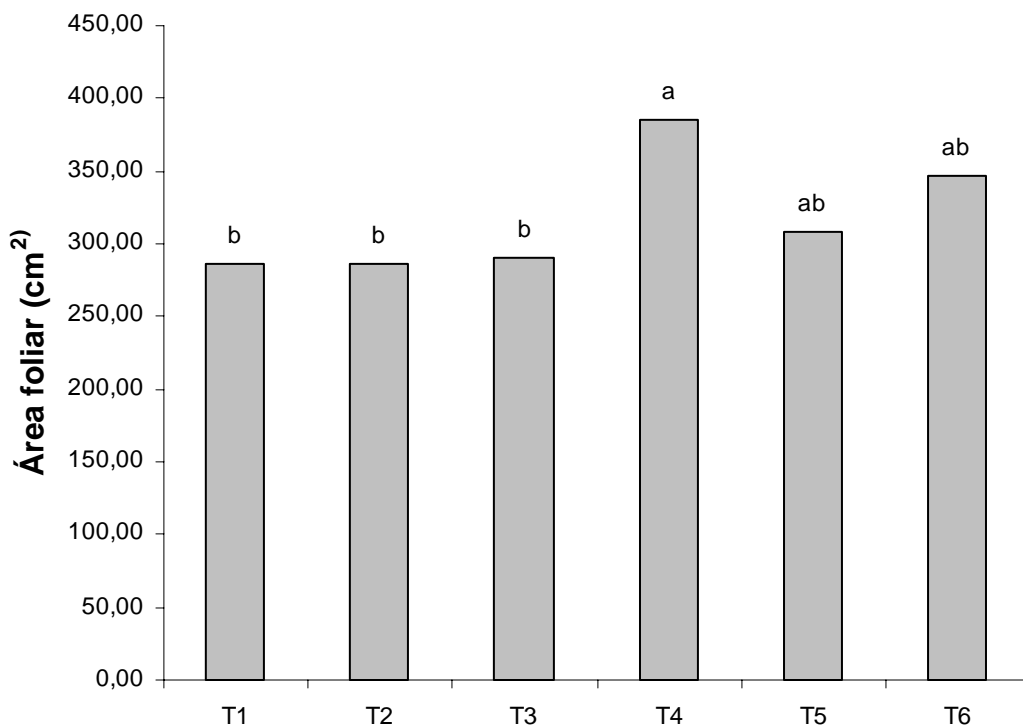


Figura 2: Área foliar de feijoeiro Cv. Pérola originários de sementes tratadas ou não tratadas com inseticidas e fungicidas, em diferentes épocas de avaliação. Tratamentos: T1: testemunha, T2: Protreat, T3: Protreat, Standak, T4: Protreat, Standak, Cruiser, T5: Standak top T6: Standak top, Cruiser. Patos de Minas, UNIPAM, 2009.

Quanto à área foliar, os melhores resultados foram apresentados nos tratamentos com thiamethoxan (Figura 2). De acordo com um grupo de pesquisadores, formado por 15 pesquisadores entre fisiologistas, bioquímicos e agrônomos, ligados à ESALQ – USP, UNIPINHAL, UNESP, FUNDACEP, EMBRAPA, Universidade de Passo Fundo e CEFET – PR, este princípio ativo favorece ao desenvolvimento do sistema radicular, que passa a ser mais eficiente na busca de água e nutrientes e, conseqüentemente, permite ao crescimento da parte aérea.

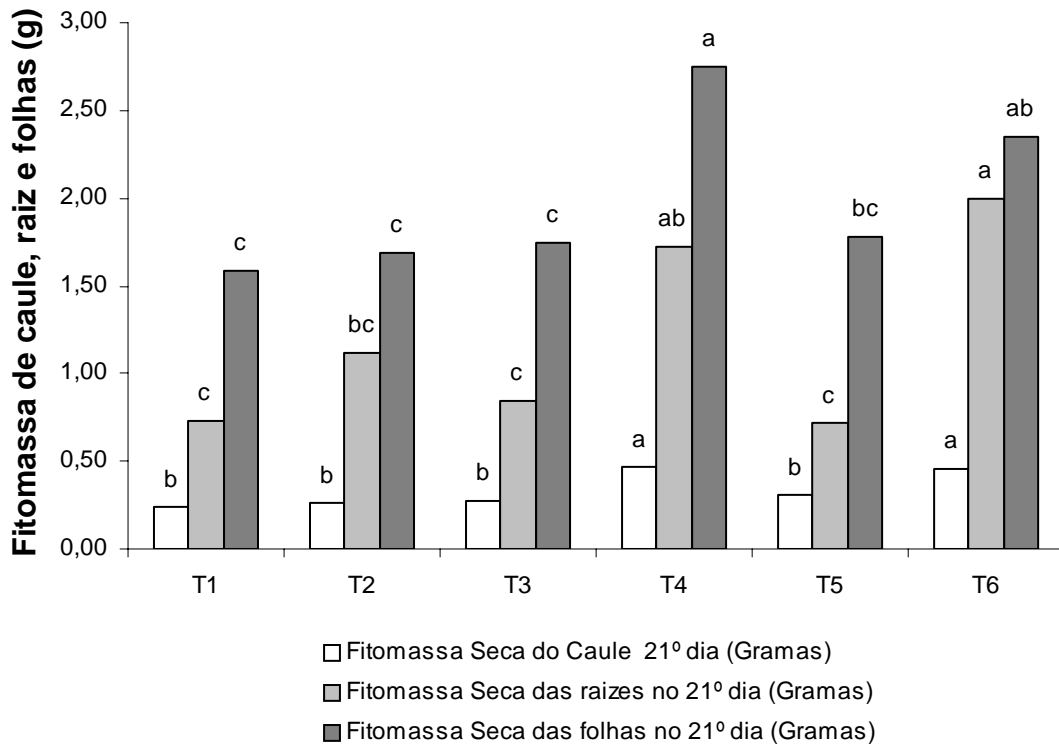


Figura 3: Acúmulo de fitomassa seca de caule, raiz e folhas de feijoeiro Cv. Pérola originários de sementes tratadas ou não tratadas com inseticidas e fungicidas, 21 dias após plantio. Tratamentos: T1: testemunha, T2: Protreat, T3: Protreat, Standak, T4: Protreat, Standak, Cruiser, T5: Standak top, T6: Standak top, Cruiser. Patos de Minas, UNIPAM, 2009.

Quanto aos dados de acúmulo de fitomassa de raiz, caule e folhas (Figura 3), nota-se que os tratamentos 4 e 6 apresentaram maior acúmulo de matéria seca. O aumento no acúmulo de fitomassa seca de caule foi de 0,23 g (T4) e 0,21 g (T6) em relação à testemunha. Sugere-se que esse aumento esteja relacionado aos efeitos secundários dos princípios ativos aplicados (Thiamethoxan, Metiltiofanato, Piraclostrobina, Carbendazim, Tiran, Fipronil).

De acordo com Fagan (2007), o acúmulo da fitomassa seca de caule é um fator importante para a maioria das culturas, pois parte desta fitomassa pode ser utilizada para o desenvolvimento da planta, principalmente sob condições de estresse.

Com relação à massa seca de folha, esse incremento foi de 0,99 g (T4) e 1,26 g (T6). De posse dos dados para a variável raiz, obteve-se incremento de 1,15g (T4) e de 0,76 g (T5), estando em acordo com Lima e Silva et al. (2009), em que o uso de thiamethoxan ocasionou um incremento no crescimento radicular em torno de 29% e 20% nas plantas de milho. Corroboram também os resultados encontrados por Royalty et al.

(1996), os quais observaram que a aplicação de fipronil em sementes de arroz e milho proporciona maior crescimento radicular.

Possivelmente, o maior desenvolvimento do sistema radicular foi a causa do aumento do crescimento de caule e folhas, o que evidencia o efeito fisiológico dos inseticidas nas plântulas, como constatado por Royalty *et al.* (1996) em milho.

Como toda tecnologia relativamente nova, é necessário fazer uma demonstração de viabilidade e de rentabilidade, relacionando com a produção obtida, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Rentabilidade em função da produtividade de feijoeiro Cv. Pérola originários de sementes tratadas ou não tratadas com inseticidas e fungicidas, em diferentes épocas de avaliação. Patos de Minas, UNIPAM, 2009.

Tratamentos	Produção Sc / Ha	Despesas (R\$)	Receitas (R\$)	Rentabilidade (R\$)	Rentabilidade (%)
T ₁	31,68	2.561,00	2.534,40	- R\$ 26,60	-1,04%
T ₂	35,76	2.576,70	2.860,80	R\$ 284,10	11,03%
T ₃	43,70	2.632,70	3.496,00	R\$ 863,30	32,79%
T ₄	54,05	2.687,90	4.324,00	R\$ 1.636,10	60,87%
T ₅	44,41	2.625,20	3.552,80	R\$ 927,60	35,33%
T ₆	57,15	2.680,40	4.572,00	R\$ 1.891,60	70,57%

Tratamentos: T₁: testemunha, T₂: Protreat, T₃: Protreat, Standak, T₄: Protreat, Standak, Cruiser, T₅: Standak top, T₆: Standak top, Cruiser.

A rentabilidade da cultura nos tratamentos descritos acima foi calculada levando-se em consideração os custos totais e as receitas. O valor da saca de feijão, quando colhido era de R\$ 80,00. Pode-se observar que nos tratamentos 4 e 6 a rentabilidade foi bem maior se comparada aos outros tratamentos, isso possivelmente em função do uso do inseticida Cruiser® (Thiamethoxan). Nos tratamentos 3 e 5 houve um ganho acima dos 30% em relação à testemunha, mostrando o quanto é importante o tratamento de semente na hora do plantio.

Conclusão

Os produtos à base de Thiamethoxan e Fipronil apresentam melhores efeitos agrônômicos nas plantas na germinação, altura de plantas, área foliar, acúmulo de matéria seca e produtividade. Enquanto que Standak Top® (Fipronil + Metil tiofanato + Piraclostrobina), por si só não conseguiu se destacar dos demais tratamentos; somente quando utilizado junto ao Thiamethoxa mostrou-se bastante eficaz.

Referências

AZEVEDO, L.A.S. Paradigmas da proteção de plantas com fungicidas, in: AZEVEDO, L.A.S. (ed.). **Proteção integrada de plantas com fungicidas**. São Paulo, 2001, p. 151-160.
BARROS, R.G. et al. **Compatibilidade do inseticida thiamethoxan com fungicidas utilizados no tratamento de sementes de feijoeiro**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 31, 153-157, 2001.

BELLETTINI, S. et al. Diferentes inseticidas em tratamento de sementes no controle da lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), in: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, Florianópolis, 2002. **Resumos...** Sete Lagoas: ABMS, 2002, p. 135.

CECCON, G. et al. **Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto**. Bragantia, Campinas, v. 63, n. 2, p. 227-237, 2004.

DENUCCI, S., et al. **Tratamento de sementes de milho com fungicidas**. Fitopatologia Brasileira, 15(2):138, 1990.

FAGAN, E.B. **A cultura da soja: modelo de crescimento e aplicação de estrobilurina**. 2007. 84f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura, Esalq, Piracicaba, 2007.

GUZMAN-MALDONADO, S. H., et al. Relationship between physical and chemical characteristics and susceptibility to *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. 1996. **J. Stored Prod. Res.** 32 : p. 53-58.

LIMA e SILVA, C. P., et al. Avaliação do efeito de inseticidas em sementes de milho em diferentes profundidades de semeadura. **Revista da FVZA**, v.16, n.1, p. 14-21, 2009

MACHADO, J.C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília: Ministério da Educação, Lavras: ESALQ/FAEPE, 1988, 107 p.

MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000, 138p.

MENTEN, J.O.M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1991, 321p.

MENTEN, J.O.M. Importância do tratamento de sementes, in: MENTEN, J.O.M. (Ed.) **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ,

1991. cap.4-16, p. 203-24.

PESKE, S.T., LUCCA FILHO, O.A., BARROS, A.C.S.A. Produção de Sementes, in: **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 2 ed. Pelotas: Ed. Universitária/ UFPel, 2006, p.12-93.

REZENDE, P.M. et al. Efeito da semeadura a seco e tratamento de sementes na emergência, rendimento dos grãos e outras características da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência Agrotécnica**, Lavras. v. 27, n. 1, p. 76-83, Jan/Fev., 2003.

ROSSETTO, C. A. V. **Estudos sobre a absorção de água e o desempenho de sementes de soja**. 144 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, 1995.

ROYALTY, R.N. et al. **Plant growth promotion using 3-cyano 1- phenylpirazoles such as fipronil**. United States Patent, 1996.

TOLEDO, F.F. **Tratamento de sementes**. Cooperativa, v.18, p. 51-52, 1961.

Adubação com silício: influência sobre o solo, planta, pragas e patógenos

Fertilization with silicon: influence on soil, plant, pests and pathogens

*Lucas da Silva Mendes¹, Carlos Henrique Eiterer de Souza²,
Vanessa Júnia Machado³*

¹ Mestrando em Fitopatologia na Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

² Professor Ms. do Centro Universitário de Patos de Minas

³ Mestranda em Fertilidade do Solo na Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Resumo: O Silício (Si) é considerado o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre. Embora não seja reconhecido como elemento essencial, pode ser bastante exigido por algumas plantas, e quando o Si é disponibilizado, os trabalhos mostram o importante papel no crescimento e na nutrição mineral; ele aumenta a resistência mecânica a doenças ao ataque de pragas e melhora as condições químicas adversas. Portanto, plantas adubadas com Si levaram autores a levantarem a hipótese deste elemento estar relacionado com a indução de reações de defesa da planta. A presente revisão visa abordar a influência da adubação com silício no solo, nas plantas, nas pragas e nos patógenos. Portanto, o Si pode ser considerado como um elemento benéfico ou útil, e apresenta um potencial comercial elevado como produto natural alternativo para redução de doenças e pragas.

Palavras-chave: abundância; essencialidade; crescimento; resistência.

Abstract: The Silicon (Si) is considered the second most abundant element in Earth's crust. Although not recognized as an essential element, it can be fairly required by some plants, and when Si is available, the papers show the important role in growth and nutrition; it increases the mechanical resistance to disease and insect attack, and improves the adverse chemical conditions. Therefore, plants fertilized with Si have led the authors to raise the hypothesis of this element is related with the induction of plant defense reactions. This review aims to address the influence of silicon fertilization on soil, on plants, pests and pathogens.

Keywords: abundance; essentiality; growth; resistance.

Introdução

O efeito da nutrição mineral das plantas é normalmente analisado em termos do aumento de produtividade. No entanto, ela também tem efeitos na qualidade do

produto colhido e na sua resistência ao ataque de doenças e pragas. Embora os fisiologistas não reconheçam o silício (Si) como elemento essencial, existem amplas evidências de que quando disponível para as plantas, o Si tem importante papel no crescimento e na nutrição mineral ele também aumenta a resistência mecânica a doenças causadas por fungos, ao ataque de pragas e melhora as condições químicas adversas (ALCOFORADO, 1996).

Segundo Alves (1998), a necessidade de controlar pragas e doenças nas lavouras tem feito o homem buscar diferentes soluções, muitas das quais bastante eficientes e tidas como revolucionárias, como ocorreu com o advento dos agroquímicos. Todavia, o uso indevido de muitos produtos vem causando problemas graves por intoxicações diretas ao aplicar ou consumir o alimento tratado, ou por danos ao ambiente, uma vez que muitos organismos não-alvos também acabam atingidos.

Alguns resíduos siderúrgicos, empregados como corretivos da acidez, têm-se mostrado uma alternativa viável para o aproveitamento de parte desses subprodutos da siderurgia. Entre esses, as escórias, cujos componentes neutralizantes são os silicatos de cálcio e magnésio; comportam-se de forma semelhante aos calcários. Esses resíduos apresentam, geralmente, teores elevados de micronutrientes, justificando sua utilização como fertilizante (LOUSADA, 1987).

A importância de aplicação de Si para as plantas está relacionada principalmente ao aumento do crescimento e produção vegetal por meio de várias ações indiretas, deixando as folhas mais eretas com diminuição do autossombreamento; à redução do acamamento; à maior rigidez estrutural dos tecidos; à proteção contra estresses abióticos como redução de toxidez de Fe, Mn, Al e Na; à diminuição na incidência de patógeno; e ao aumento na proteção contra herbívoros, incluindo os insetos fitófagos (EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995).

O efeito do Si no controle de pragas, seu modo de ação e sua atuação na epidemia de diversos patossistemas ainda não estão totalmente esclarecidos. Existe a hipótese de formação de barreira física, fundamentada na forma de Si acumular-se nas plantas. Em seu movimento ascendente via apoplasto desde as raízes até as folhas, o Si polimeriza-se nos espaços extracelulares, acumulando-se nas paredes das células epidérmicas das folhas e dos vasos do xilema (FAWE et al., 2001). Contudo, a alteração da nutrição da planta promovida pela adubação silicatada e a observação de aumento da atividade de enzimas como peroxidase e polifenoloxidase, presença de fitoalexinas em plantas suplementadas com Si, levantaram também a hipótese de seu envolvimento na indução das reações de defesa da planta (BELANGER; MENZIES, 2002; BÉLANGER et al., 2003; POZZA et al., 2004).

O silício

O silício (Si), depois do oxigênio (O), é o elemento mais abundante na litosfera, representando 27,7% da crosta terrestre. Está presente em minerais primários, como feldspato, augita, quartzo e mica, e secundários, como caulinita, montmorilonita, illita e clorita, todos com resistência diferente ao intemperismo, que alcança seu ponto máximo no quartzo e mínimo no feldspato (MALAVOLTA, 1980; EXLEY, 1998). O grau de

intemperismo mineral depende de fatores como a temperatura, o pH e a composição iônica do solvente (EXLEY, 1998).

O Si, apesar de não ser um elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento de plantas, tem sido aplicado visando principalmente a aumentar a resistência da planta a pragas e doenças. O Si também influencia os fatores abióticos como estresse salino, toxicidade a metais, falta de água, danos devido à radiação, balanço de nutrientes, altas temperaturas e geadas. Esses efeitos benéficos são atribuídos à alta acumulação de sílica nos tecidos da planta (FENG, 2004).

O Si tem sido empregado no Brasil na forma de adubação por ocasião da semeadura ou em cobertura, empregando a escória de siderurgia, que é abundante no país, constituída basicamente por silicato de cálcio e magnésio e termofosfatos magnesianos (KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995).

Existem diversas fontes comerciais ricas em Si e passíveis de utilização na adubação. No entanto, algumas características importantes devem ser avaliadas na escolha do produto, tais como a solubilidade, que deve ser a mais alta possível, disponibilidade do produto, propriedade física, como partículas menores e uniformes visando facilitar a aplicação, presença de contaminantes, principalmente no caso de escórias de siderúrgicas, com custo relativamente baixo (GASCHO, 2001).

O silício no solo

As principais formas de Si presentes no solo são o silício solúvel (H_4SiO_4), que é desprovido de carga elétrica, o silício adsorvido ou precipitado com óxidos de Fe e Al e os minerais silicatados. Além do pH, a temperatura, o tamanho das partículas, a composição química e a presença de rachaduras no solo influenciam a solubilidade destes minerais. Alguns fatores do solo também influenciam na dissolução desses minerais, tais como matéria orgânica, umidade, potencial de óxido-redução e quantidade desses óxidos (RAIJ; CAMARGO, 1973).

Solos tropicais e subtropicais sujeitos ao intemperismo e a lixiviação, com cultivos sucessivos tendem a apresentar baixos níveis de Si trocáveis, devido à dessilicificação. Estes solos normalmente apresentam baixo pH, alto teor de alumínio, baixa saturação por bases e alta capacidade de fixação de fósforo, além de reduzida atividade microbiológica. Savant et al. (1997) ressaltam a necessidade da realização de levantamentos da presença de nutrientes nos solos e nas culturas em diferentes ecossistemas, objetivando desenvolver manejo nutricional integrado específico em cada região, incluindo a adubação silicatada.

A concentração de Si na fração argila depende do grau de lixiviação de SiO_2 e de bases do perfil, após intemperismo dos minerais silicatados de origem. Os solos brasileiros caracterizam-se por apresentar este processo de formação, em que se encontra material rico em argilominerais de baixa atividade, como a caulinita e óxidos de Fe e Al (KORNDÖFER, 1999).

Fontes de silicato de cálcio provenientes de siderurgia, wollastonia, silicato de magnésio e termosfosfato foram avaliadas por Korndofer; Gascho (1999) em quatro tipos de solo. Todas aumentaram o pH do solo em relação à testemunha. As plantas

tratadas com Si apresentaram sintomas de deficiência de Fe. A deficiência foi mais acentuada na Neossolo Quartzarênico, por ter baixo teor de Fe livre e onde o Si permaneceu mais disponível para as plantas. O Si foi mais fortemente adsorvido nos solos Latossolo Vermelho férrico, Latossolo Vermelho e Vermelho Amarelo.

O Silício nas plantas

A relação entre a absorção do Si e o crescimento vegetal foi investigada pela primeira vez há mais de 100 anos. O Si é um nutriente presente em diatomáceas, que o absorvem ativamente, provavelmente por meio do co-transporte com o Na. A falta de Si afeta negativamente a síntese de DNA e de clorofila nestes organismos (RAVEN, 1983).

Chen; Lewin (1969) comprovaram a essencialidade do Si para membros da família Equisitaceae (“cavalinha” ou “rabo de cavalo”). Os mecanismos bioquímicos responsáveis pelos efeitos da deficiência de Si ainda não estão elucidados, não havendo evidência para qualquer ligação orgânica (BIRCHALL et al., 1996). A comprovação da essencialidade do Si é muito difícil de ser obtida, devido à sua abundância na biosfera. O Si está presente em quantidades significativas mesmo em sais nutrientes, água e ar altamente purificado.

O Si não é considerado como elemento essencial para as plantas (JONES; HANDRECK, 1967) porque não atende aos critérios diretos e indiretos de essencialidade. No entanto, Epstein (2001) cita efeitos benéficos relatados em culturas adubadas com Si com resistência a doenças e pragas, resistência à toxicidade a metais, menor evapotranspiração, promoção de nodulação em leguminosas, efeitos na atividade de enzimas, efeitos na composição mineral, dentre outros. Por isso o Si é classificado como elemento benéfico ou útil (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995). Membros da família Equisitaceae são as únicas espécies de plantas conhecidas em que o Si é inquestionavelmente essencial (EPSTEIN, 1994).

A absorção de Si pelas plantas dá-se como ácido monossilícico, H_4SiO_4 , de forma passiva, com o elemento acompanhando a absorção da água (JONES; HANDRECK, 1967). A movimentação de Si, na forma monomérica H_4SiO_4 , até as raízes depende de sua concentração na solução do solo e da espécie da planta. Em baixas concentrações é reduzido o transporte por fluxo de massa, que passa a ser significativo quando se tratar de plantas acumuladoras cultivadas em solos com elevados teores do elemento (MARSCHNER, 1995).

O Si é transportado como H_4SiO_4 no xilema, e sua distribuição na planta está relacionada com a taxa transpiratória das partes da planta. Esta distribuição depende muito da espécie, sendo uniforme nas plantas que acumulam pouco Si e nas acumuladoras, como o arroz (*Oryza sativa*), 90% do elemento encontra-se na parte aérea (MALAVOLTA, 1980; KORNDÖRFER et al., 1999). O elemento é imóvel na planta, sendo depositado nas lâminas foliares, bainhas foliares, colmos, cascas e raízes, sendo que na lâmina foliar o acúmulo é maior que na bainha foliar. Entretanto, a casca do arroz é o órgão que mais acumula silício na planta, seguido pela folha bandeira e panícula.

Os efeitos benéficos do Si têm sido demonstrados em várias espécies de plantas, e no caso de problemas fitossanitários, é capaz de aumentar a resistência das plantas ao ataque de insetos e patógenos (EPSTEIN, 2001). O silício pode conferir resistência às plantas pela sua deposição, formando uma barreira mecânica (GOUSSAIN, 2002), e/ou pela sua ação como indutor do processo de resistência (FAWE et al., 2001). Além disso, os benefícios proporcionados pela adubação silicatada podem resultar em ganhos de produtividade. Contudo, a indução de resistência nas plantas aloca recursos para a síntese de compostos de defesa, tornando-se necessária a verificação de possíveis quedas de produtividade (DÉLANO-FRIER et al., 2004).

Adatia; Besford (1986) observaram, em pepineiros, vários efeitos devido à adição de Si (100 mg kg⁻¹) ao meio nutritivo: aumento no teor de clorofila, maior massa foliar (fresca e seca) específica, atraso na senescência e aumento da rigidez das folhas maduras, as quais mantinham-se mais horizontais. A melhor arquitetura foliar permite maior penetração de luz solar, maior absorção de CO₂ e diminuição da transpiração excessiva, o que permite o incremento da taxa fotossintética.

De modo geral, as plantas terrestres contêm Si em quantidades comparáveis aos macronutrientes, variando de 0,1 a 10 %, colocando-se como um constituinte mineral majoritário. Em culturas como o arroz e a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), o teor de Si pode igualar ou exceder aquele do N (EPSTEIN, 1995). Em média, estima-se que para produzir cinco toneladas de grãos, a cultura do arroz remove de 500 a 1.000 kg de SiO₂ por hectare. Em arroz, postula-se a essencialidade agrônômica do Si, em vista dos diversos benefícios advindos com a nutrição deste elemento. Estes benefícios incluem o aumento no crescimento e na produção, interações positivas com fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos, aumento na resistência a estresses bióticos e abióticos e aumento na produtividade em solos problemáticos, como os solos orgânicos e solos ácidos com níveis tóxicos de Al, Fe e Mn (SAVANT et al., 1997).

As plantas diferem bastante na sua capacidade de absorver o Si. Até mesmo genótipos de uma espécie podem apresentar diferentes concentrações de Si. Genótipos de arroz diferem no teor de Si, respondendo de modo distinto à aplicação do elemento (DEREN et al., 1992). Grothge-Lima (1998) observou diferenças genotípicas significativas em soja, quando o substrato apresentava níveis elevados de Si. Com adição de 100 mg L⁻¹ de Si à solução nutritiva, o cultivar Garimpo Comum absorveu e translocou para a parte aérea 37 e 22% mais Si que o cultivar Emgopa 301, com a presença ou ausência de nodulação, respectivamente. Em um levantamento com 175 espécies vegetais que cresceram em um mesmo solo, Takahashi e Miyake (1977) distinguiram-nas em acumuladoras de Si, onde a absorção de Si excedeu a absorção de água, e não acumuladoras de Si, em que a absorção de Si foi similar ou menor do que a absorção de água.

Posteriormente, Miyake e Takahashi (1985) caracterizaram as plantas em três tipos quanto à absorção de Si: as acumuladoras, com um teor bastante elevado de Si, sendo a absorção ligada a respiração aeróbica. O arroz e a cana-de-açúcar são exemplos típicos deste grupo de plantas. As não acumuladoras, caracterizando-se por um baixo teor do elemento, mesmo com altos níveis de Si no meio, indicando um mecanismo de exclusão. Exemplo típico é o tomateiro, que acumula a maior parte do Si absorvido nas raízes, e as intermediárias, as quais apresentam uma quantidade considerável de Si,

quando a concentração do elemento no meio é alta. As cucurbitáceas e a soja, por exemplo, enquadram-se neste tipo, pois translocam o Si livremente das raízes para a parte aérea.

Efeito do silício sobre a ocorrência de pragas

Trabalhos conduzidos por Keeping e Meyer (2000), com cana-de-açúcar, mostraram os efeitos da aplicação de silicato de sódio conferindo resistência à broca-da-cana, *Eldana saccharina*. Segundo esses autores, foram observados aumentos significativos no teor de silício nas plantas tratadas com silicato de cálcio. Os tratamentos com silício reduziram significativamente os danos produzidos pela broca e o número de internódios broqueados.

Os mesmos autores constataram que o silicato de cálcio (CaSiO_3) confere resistência, comparado com o controle, reduzindo o tamanho da broca em 19,8% e em 24,4%. Variedades suscetíveis tiveram maior benefício do tratamento com silício do que as resistentes. Variedades resistentes não apresentaram efeitos significativos com o Si.

Goussain (2002) observou o efeito da aplicação de Si em plantas de milho (*Zea mays* L.) no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Avaliaram o desenvolvimento de lagartas alimentadas com folhas de milho retiradas de plantas tratadas com Si em comparação com lagartas alimentadas com folhas de milho não tratadas. Observaram que as mandíbulas das lagartas apresentaram desgaste acentuado na região incisora quando em contato com folhas com maior teor de Si. A aplicação de Si pode dificultar a alimentação destas, causando aumento de mortalidade e canibalismo, tornando as plantas de milho mais resistentes à lagarta-do-cartucho.

Savant et al. (1997) relataram os benefícios potenciais do silício aumentando e mantendo a produtividade de arroz, em decorrência do melhoramento do crescimento das plantas, aumento da produção, interações positivas com fertilizantes NPK, induzindo a resistência a estresses bióticos e abióticos e aumentando a produtividade em solos pobres.

Dentre os benefícios trazidos pelo Si, destacam-se o aumento na produtividade (AYRES, 1966); a diminuição no acamamento das plantas, já que as plantas tornam-se mais eretas devido ao aumento de rigidez dos tecidos (DEREN et al., 1993); o retardamento da senescência; o aumento na concentração da atividade da enzima rubisco-carboxilase, incrementando a taxa fotossintética (ADATIA; BESFORD, 1986); a diminuição na taxa de transpiração, representando uma estratégia na economia de água e a estimulação do crescimento devido à eliminação ou diminuição da toxidez por Mn e Fe (MALAVOLTA, 1980); e o aumento da tolerância de plantas de trigo à salinidade do solo (AHMAD et al., 1992).

Funcionalidade do Si em mecanismos de resistência das plantas aos patógenos

A primeira menção formal especulando a respeito do modo de ação do Si sobre a redução da severidade de uma doença data de 1940. Foi observada uma relação

direta entre a deposição de ácido silícico nos sítios de infecção de míldio e o grau de resistência da planta. Houve uma silicificação das células epidérmicas, inferindo-se que a penetração do tubo infectivo foi impedido pelo Si, agindo, assim, como uma barreira física. Deste modo, uma menor porcentagem de esporos, germinando na epiderme foliar, obteve sucesso na penetração e posterior colonização.

Os estudos das doenças controladas por Si tiveram início com as monocotiledôneas, pois estas absorvem grandes quantidades destes nutrientes. Numerosos trabalhos relatam o efeito benéfico do Si nestas plantas (DATNOFF *et al.*, 1997; EPSTEIN 2001; BÉLANGER *et al.*, 2003). Em cana-de-açúcar, Ayres (1966) relatou a redução dos sintomas de manchas foliares, como a ferrugem e a mancha parda, nos tratamentos com Si. Além deste, também foram estudados *damping-off* em pepinos (CHÉRIF *et al.*, 1994), gomose em limão cravo (FAGGIANI, 2002), o cancro-da-haste em soja (GROTHGE-LIMA, 1998) e a cercosporiose em cafeeiro (POZZA *et al.*, 2003).

Em pesquisa desenvolvida no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA-USP), constatou-se que o fornecimento do Si por meio da solução nutritiva aumenta a resistência da soja ao cancro da haste. A extensão da lesão, provocada pelo fungo na medula de plantas de soja infectadas, diminuiu em até 90% (GROTHGE-LIMA, 1998).

A resistência das plantas às doenças pode ser aumentada por meio da alteração das respostas da planta ao ataque do parasita, aumentando a síntese de toxinas (fitoalexinas), que podem agir como substâncias inibidoras ou repelentes, e à formação de barreiras mecânicas (MARSCHNER, 1995). A resistência ao patógeno ocorre quando estes compostos acumulam-se rapidamente, e em altas concentrações, no local de infecção, resultando na morte do patógeno (FOSKET, 1994). Vários flavonoides, em exsudatos de raízes de leguminosas, podem atuar como supressores para certos fungos patogênicos, sendo considerados fitoalexinas. Nas interações patógeno-planta, certos produtos finais da via de biossíntese dos (iso) flavonoides servem como fitoalexinas nas reações de defesa da planta (HAHLBROCK; SCHEEL, 1989).

Barreiras mecânicas incluem mudanças na anatomia, como células epidérmicas mais grossas e um grau maior de lignificação e/ou silicificação. A sílica amorfa ou "opala", localizada na parede celular, tem efeitos notáveis sobre as propriedades físicas desta. O acúmulo e deposição de Si nas células da camada epidérmica pode ser uma barreira física efetiva na penetração da hifa (EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995). Neste aspecto, o papel do Si incorporado à parede celular é análogo ao da lignina, que é um componente estrutural resistente a compressão. A incorporação do Si tem, pelo menos, dois efeitos positivos do ponto de vista energético: seu custo, que é 3,7% daquele relativo à incorporação da lignina, e a melhoria na interceptação da luz solar, portanto da fotossíntese, devido à melhor arquitetura das plantas supridas com uma grande quantidade de Si (RAVEN, 1983).

Observações ultraestruturais sugerem que a silicificação das paredes celulares pode reduzir a troca de material entre patógeno e hospedeiro, reduzindo a senescência prematura, além de agir como barreira física, caso o fungo alcance a parede celular. Assim, o Si agiria de modo semelhante à lignina ou suberina de algumas plantas, que são depositadas em paredes primárias, ligando-se aos polissacarídeos, para bloquear o

avanço do patógeno (FOSKET, 1994).

Altos níveis de Si nos locais de contato de *E. graminis* com o tecido foliar de cevada estão associados ao fracasso da penetração do fungo. A acumulação de Si no tecido hospedeiro, nas regiões de contato com o parasita, é localizada e crescente (CARVER et al., 1987). Aparentemente, o Si aplicado via foliar pode ser absorvido e translocado lateralmente, através da folha, para áreas não cobertas pelo silicato, circundando o apressório. Mas é necessário um suprimento contínuo de Si para o aumento da resistência da planta. Pepineiros infectados com *S. fuliginea*, transferidos para um meio contendo Si, apresentam uma rápida silicificação do tecido foliar, principalmente nas bases dos tricomas, e ao redor dos pontos de infecção, aumentando a resistência ao patógeno. Mas a transferência de plantas suplementadas com Si para um meio deficiente no elemento não mantém a resistência ao fungo ou à silicificação do tecido hospedeiro ao redor da hifa, apesar da existência de Si residual na base dos tricomas (SAMUELS et al., 1991).

Entretanto, a barreira física proporcionada pelo Si nas células epidérmicas não é o único mecanismo de combate à penetração das hifas de fungos ou ataque de insetos. Resultados recentes de pesquisa sugerem que, em plantas de pepino, o Si age no tecido hospedeiro afetando os sinais entre o hospedeiro e o patógeno, resultando em uma ativação mais rápida e extensiva dos mecanismos de defesa da planta (SAMUELS et al., 1991; CHÉRIF et al., 1994).

Compostos fenólicos e Si acumulam-se nos sítios de infecção, cuja causa ainda não está esclarecida. O Si pode formar complexos com os compostos fenólicos e elevar a síntese e mobilidade destes no apoplasto. Uma rápida deposição de compostos fenólicos ou lignina nos sítios de infecção é um mecanismo de defesa contra o ataque de patógenos, e a presença de Si solúvel facilita este mecanismo de resistência. Pepineiros suplementados com 100 mg kg⁻¹ de Si na solução nutritiva apresentam uma acentuada acumulação de material eletrodenso no tecido hospedeiro infectado por *P. ultimum*, com um aumento significativo de células preenchidas com este material. O fungo colonizador é bastante danificado, frequentemente reduzido a hifas vazias. O material eletrodenso, provavelmente fenóis, também forma camadas ao longo das paredes primárias e secundárias das células e vasos do xilema (CHÉRIF et al., 1992).

Koga et al. (1988) estabeleceram uma hipótese relativa ao mecanismo de defesa das plantas, por meio do Si e compostos fenólicos. Segundo os autores, estes compostos são liberados pela descompartimentação que se segue após a morte da célula, acumulando-se nas paredes das células mortas. Os compostos fenólicos formam complexos insolúveis com o Si, que se movem apoplasticamente na epiderme, devido ao transporte passivo no fluxo da transpiração.

Em cafeeiro observou-se redução da cercosporiose com aplicação de Si no substrato para mudas de saquinhos e em tubetes. Santos (2002), adicionando ao substrato silicato de cálcio e silicato sódico, constatou decréscimo linear na incidência de severidade, avaliadas pelas áreas abaixo da curva de progresso do número de plantas doentes e do total de lesões, além de aumento na concentração de lignina nas folhas até a dose de 0,52 g de Si. Também Pozza et al. (2004) estudaram o efeito do Si na intensidade da cercosporiose em três cultivares de cafeeiro (Catuaí, Mundo Novo e Icatu) em

tubetes, e observaram redução de 63,2% no número de lesões e de 43% de folhas doentes por plantas na cultivar Catuaí.

Existe uma relação direta bastante significativa entre a intensidade da luz e o conteúdo de fenóis em folhas (MARSCHNER, 1995). Portanto, alguns mecanismos de defesa da planta, como aqueles baseados no metabolismo dos compostos fenólicos, ficam enfraquecidos no período noturno. Pode-se aventar a possibilidade do aumento da capacidade destes mecanismos no escuro, quando a planta é suprida com quantidades elevadas de Si. Carver et al. (1994) observaram que, na presença de luz contínua, ocorre um atraso na formação do haustório de *E. graminis* f. sp. *avenae* em folhas de aveia. Trinta horas após a inoculação, em ausência constante de luz, o conteúdo de Si das paredes celulares do hospedeiro é substancialmente aumentado, diminuindo a penetração do fungo nas células tratadas. O mesmo efeito não foi observado no tratamento com luz.

Compostos fenólicos extraídos de pepineiros infectados por *P. ultimum* e *P. aphanidermatum* e tratados com Si apresentam alta atividade fungistática, com uma ativação rápida e intensa de peroxidases e polifenoloxidasas, bem como uma marcante estimulação da atividade da quitinase, após a infecção com *Pythium* sp. Peroxidases e polifenoloxidasas geralmente estão associadas ao rompimento de células da própria planta, ao passo que a quitinase está relacionada com a degradação da parede celular do fungo. Além disso, os extratos protéicos de plantas infectadas, e com níveis elevados de Si, apresentam um aumento na atividade da enzima beta-glicosidase, a qual apresenta correlação com a presença de agliconas fungitóxicas encontradas nas raízes das plantas, e com a eficácia destas em suprimir o *Pythium* sp. (CHÉRIF et al., 1994). Folhas de pepineiros com teor alto de Si apresentam um aumento significativo na atividade de RuBP carboxilase, e maior teor de proteína solúvel (ADATIA; BESFORD, 1986). Em arroz, o fornecimento adicional de Si pode induzir um aumento na celulose, hemicelulose, proteína total e fenóis (HOODA; SRIVASTAVA, 1996).

A utilização de elicitores bióticos e abióticos na agricultura, com a finalidade de ativar os mecanismos de defesa da planta, desperta bastante interesse. Alguns componentes fúngicos, e de vegetais específicos, podem ser utilizados como elicitores bióticos (FOSKET, 1994). Mas a indução da resistência por meio destes compostos, antes de ocorrer a infecção, desvia o metabolismo energético de seu padrão normal, podendo resultar em perdas na produção. Em contrapartida, a fertilização com Si parece induzir o mecanismo de defesa somente em resposta ao ataque do patógeno. Esta indução é expressa por meio de uma reação em cadeia de várias mudanças bioquímicas associadas, caracterizando uma resposta de defesa rápida e prolongada. Esta característica explica a não-especificidade da resistência induzida pelo Si, em vários patógenos não relacionados entre si (CHÉRIF et al., 1994).

Considerações Finais

Apesar de os fisiologistas não considerarem o Si como um elemento essencial para as plantas, os trabalhos mostram claramente que a adubação com Si leva à redução do ataque de doenças e pragas nas culturas, aumento da produtividade por meio

das alterações na nutrição do hospedeiro e melhora a propriedade química do solo. Portanto, o Si pode ser considerado como um elemento benéfico ou útil. O Si apresenta um potencial comercial elevado como produto natural alternativo para redução de doenças e pragas. Cabe à pesquisa indicar e propor maneiras de esta tecnologia ser aplicada com sucesso em condições comerciais.

Referências

ADATIA, M. H.; BESFORD, R. T. The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. **Annals of Botany**, London, v. 58, n. 3, p. 343-351, Sept. 1986.

AHMAD, R.; ZAHEER, S. H.; ISMAIL, S. Role of silicon in salt of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Plant science**, Limerick, v. 85, n.1, p. 43-50, 1992.

ALCOFORADO, P.A.U.G. **Aspectos do Silício no sistema solo-planta**: UFLA, 1996. 53p. (datilografado).

ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163 p.

AYRES, A. S. Calcium silicate slag as grown stimulant for sugarcane on low-silicon soils. **Soils Science**, Baltimore, v. 101, n. 3, p. 216-227, Sept. 1966.

BÉLANGER, R.R.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J.G. Mineral nutrition in the management of plant diseases. **Phytopathology** 93(4):402-12. 2003.

BÉLANGER, R.R.; MENZIES, J.G. **How does silicion protec plants againt disease? Dogma versus new hypothesis**, in: 42 Congresso Brasileiro de Olericultura, Uberlândia, CD-ROOM. 2002.

CARVER, T.L.W., INGERSON-MORRIS, S.M., THOMAS, B.J.; GAY, A.P. Light-mediated delay of primary haustorium formation by *Erysiphe graminis* f. sp. *avenae*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 45, n. 1, p. 59-79, 1994.

CARVER, T.L.W.; ZEYEN, R.J.; AHLSTRAND, G.G. The relationship between insoluble silicon and success of attempted primary penetration by powdery mildew (*Erysiphe graminis*) germlins on barley. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 31, n. 1, p. 133-148, 1987.

CHEN, C. H.; LEWIN, J. Silicon as a nutrient element for *Equisetum arvense*. **Canadian Journal of Botany**, v. 47, p. 125-131, 1969.

CHÉRIF, A.; ASSELIN, A.; BÉLANGER, R.R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. **Phytopathology**, v. 84, p. 236-242, 1994.

CHÉRIF, M. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.41, p.411-425, 1992.

DATNOFF, L.E.; DEREN, C.W.; SNYDER, G.H. 1997. Silicion fertilization for disease management of rice in Florida. **Crop Prot.** 16(6):525-31 1997.

DÉLANO-FRIER, J. P. The effect of exogenous jasmonic acid on induced resistance and productivity in amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) is influenced by environmental conditions. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 30, n. 5, p. 1001-1034, Maio, 2004.

DEREN, C. W.; GLAZ, B.; SNYDER, G. H. Leaf-tissue silicon content of sugarcane genotypes grown on Everglades Histosols. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, n. 11, p. 2273-2280, 1993.

DEREN, L.W.; DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H. **Variable silicon content of rice cultivars grown on Everglades Histosols.** **Journal of Plant Nutrition**, v. 15, p. 2.363-2.368, 1992.

EPSTEIN, E. Photosynthesis, inorganic plant nutrition, solutions, and problems. **Photosynthesis Research**, v. 46, p. 37-39, 1995.

EPSTEIN, E. Silicon in plants: facts vs concepts, in: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (eds.). **Silicon in agriculture.** The Netherlands: Elsevier Science, 2001. 403 p.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings National of Academy Science**, v. 91, p. 11-17, 1994.

EXLEY, C. Silicon in life: a bioinorganic solution to bioorganic essentiality. **Journal of Inorganic Biochemistry**, New York, v. 69, n. 3, p. 139-144, Feb. 1998.

FAWE, A.; MENZIES, J.G.; CHÉRIF, M.; BÉLANGER, R.R. Silicon and disease resistance in dicotyledons, in: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (eds.). **Silicon in agriculture.** The Netherlands: Elsevier Science, 2001. 403 p.

FENG, M. J. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. **Soil Science and Plant Nutrition.** v. 50, n. 1, p. 11-18, 2004.

FOSKET, D.E. **Plant growth and development; a molecular approach.** San Diego: Academic Press, 1994. 580p.

GASCHO, G.J. Silicion sources for agriculture. In: Datnoff, L.E.; snyder, G.H.; Korndörfer, G.H. (ed.). **Silicon in Agriculture.** Elsevier Science B.V. Amsterdam, p. 197-208, 2001.

GOUSSAIN, M.M. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, 2002.

GROTHGE-LIMA, M.T. **Interrelação cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*), nodulação (*Bradyrhizobium japonicum*) e silício em soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. Piracicaba, 1998. 58p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

HAHLBROCK, K.; SCHEEL, D. Physiology and molecular biology of phenylpropanoid metabolism. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 40, p. 347-369, 1989.

HOODA, K.S.; SRIVASTAVA, M.P. Role of silicon in the management of rice blast. **Indian Phytopathology**, v. 49, n. 1, p. 26-31, 1996.

JONES, L.H.P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plant and animals. **Advances in Agronomy**, v. 19, p. 107-149, 1967.

KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. **Increased resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) with calcium silicate application**. Proceedings of the Annual Congress South African Sugar Technologists Association, n. 74, p. 221-222, 2000.

KOGA, H.; ZEYEN, R.J.; BUSHNELL, W.R.; AHLSTRAND, G.G. Hipersensitive cell death, autofluorescence and insoluble silicon accumulation in barley leaf epidermal cells under attack by *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 32, n. 3, p. 395-409, 1988.

KORNDÖRFER, G. A.; DATNOFF, L. E. **Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz**. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 70, p. 1- 3, jun. 1995.

KORNDÖRFER, G. H.; GASCHO, G. J. **Avaliação de fontes de silício para arroz**, in: I Congresso Nacional de Arroz Irrigado, Pelotas, p. 313-6. 1999.

KORNDÖRFER, G.H. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 635- 641, 1999.

LOUSADA, P. T. C. **Eficiência de uma escória de siderurgia como corretivo e fertilizante do solo**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1987.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica

Ceres. 251 p. 1980.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 887p. 1995.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of soybean plants in a solution culture. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 31, p. 625-636, 1985.

POZZA, A.A.A.; ALVES, E.; POZZA, E.A.; CARVALHO, J.G.; MONTANARI, M.; GUIMARÃES, P.T.G.; SANTOS, D.M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, 29(2)185-8. 2004.

RAIJ, B.van; CAMARGO, O. A. Sílica solúvel em solos. **Bragantia**, v. 32, p. 223-231, 1973.

RAVEN, J.A. The transport and function of silicon in plants. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 58, p. 179- 207, 1983.

SAMUELS, A.L.; GLASS, A.D.M.; EHRET, D.L.; MENZIES, J.G. Mobility and deposition of silicon in cucumber plants. **Plant, Cell and Environment**, v. 14, p. 485-492, 1991.

SANTOS, D.M. dos. **Efeito do silício na intensidade da cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk.; Cooke) em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras, UFLA. Tese de Mestrado, 2002.

SAVANT, N.K.; SNYDER, G. H., DATNOFF, L. E. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**. v. 58, p. 151-199, 1997.

Banco de sementes de área perturbada no Parque Municipal do Mocambo, município de Patos de Minas, MG

Bank of seeds in a degraded area at Municipal Park of Mocambo, city of Patos de Minas, MG

*Walquíria Fernanda Teixeira¹; Evandro Binotto Fagan²; Derblai Casaroli²;
Carlos Henrique Eiterer de Sousa²; Janaína Oliveira da Silva³;
Luís Henrique Soares⁴; Daniel Moreira de Andrade⁴*

¹ Bióloga, Graduanda do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

² Professor do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

³ Graduanda do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

⁴ Graduandos do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

Resumo: O banco de sementes representa um importante indicativo do potencial de regeneração de áreas perturbadas. Desta forma, este estudo teve como objetivos avaliar a viabilidade do banco de sementes em áreas perturbadas, verificando a influência da profundidade do solo e luminosidade no processo de emergência das sementes presentes no banco. O trabalho foi realizado em uma área perturbada no Parque Municipal do Mocambo, município de Patos de Minas/MG. A área de estudo foi dividida em três subáreas de acordo com diferenças fisionômicas na vegetação e diferenças de relevo. Em cada subárea foram coletadas amostras de solo em três pontos distintos e em três profundidades (0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm). Metade das amostras foi mantida sob irradiação de luz e o restante no escuro, durante um período de 150 dias. Foi realizado também o levantamento florístico das áreas. Para a análise estatística, foi realizada análise de resíduos dos dados, fazendo-se comparações entre médias por meio do desvio padrão. A partir do levantamento florístico foi possível perceber que as três áreas apresentam vegetação semelhante. Com relação ao banco de sementes foi obtido um total de 192 emergências. As amostras de solo superficial (0 a 10 cm) foram as que obtiveram a maior quantidade de emergências. A família Compositae apresentou o maior número de espécies. Conclui-se neste estudo que o banco de sementes é dominado por espécies pioneiras herbáceas e que a área estudada apresenta sementes viáveis para compor o banco de sementes, mas em pequena quantidade.

Palavras-chave: Banco de sementes; áreas perturbadas; recuperação.

Abstract: The seeds bank represents an important indicative of regeneration power in degraded areas. This way the work aimed to analyze the natural regeneration power from a seeds bank. The work has been carried out in a degraded area at Mocambo Park, in Patos de Minas,

Minas Gerais, Brazil. The study area was divided in three subareas according to the vegetation and terrain physiognomic differences. In each plot soil samples were collected in three different points and in three depths (0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm). Half the amount was kept under the light irradiation and the amount left on the dark, during a period of 150 days. Floristic survey of all the area was carried out. Statistical analysis was performed through residual analysis of data, making comparisons among means, by using the standard deviation. From the floristic survey it was possible to notice similar vegetation in the three areas. As for the seeds bank we obtained an overall of 192 emergencies. The surface sample soil (0 to 10 cm), obtained the biggest emergence. The botanic family Compositae showed the biggest species number. We conclude that seeds bank is dominated by pioneer herbaceous species, and that the study area presents viable seeds so as to compound the seeds bank, but in low quantity.

Keywords: Seeds bank; degraded area; retrieval.

Introdução

Nas últimas décadas, mudanças no uso do solo vêm promovendo substituição de grandes áreas de vegetação nativa por outras formas de uso (BALENSIEFER et al., 1994). É comum citar como prejuízos dessa substituição a perda da biodiversidade, da fertilidade natural do solo, interferência nos recursos hídricos e no regime de chuvas (CALDATO et al., 1996; MOREIRA, 2004). Para Caldato et al. (1996), a crescente exploração dos recursos naturais tem promovido a perda de diversidade de espécies, antes mesmo de serem estudadas, ou, até mesmo, sem o conhecimento de sua existência.

A humanidade, pelo reconhecimento das atividades de exploração desordenada sobre ambientes naturais e das consequências dessa exploração, tem repensado suas ações e buscado formas de amenizar os impactos negativos dessas atividades (REIS, 2006).

Assim, projetos de recuperação visam restaurar áreas perturbadas, de modo que se tornem semelhantes, estrutural e funcionalmente, ao que eram originalmente, perpetuando no tempo e não necessitando de grandes intervenções para sua manutenção (BAIDER et al., 2001).

De acordo com Rezende (1998), um ecossistema perturbado é aquele que sofreu algum tipo de distúrbio (desmatamento, queimada ou erosão), mas manteve os seus meios de regeneração biótica (banco de sementes, banco de plântulas, chuva de sementes e rebroto). Já um ecossistema degradado, aquele que após distúrbios teve eliminado, com a vegetação, os seus meios de regeneração biótica (REZENDE, 1998).

Para Garwood (1989), a recuperação de áreas perturbadas pode ser realizada a partir de quatro principais maneiras: (i) brotação de partes restantes da planta; (ii) regeneração avançada (banco de plântulas); (iii) banco de sementes e (iv) chuva de sementes ou dispersão.

O banco de sementes de uma determinada área pode ser manejado para auxiliar a recuperação de áreas perturbadas. Este compreende as sementes que estão em dormência nos solos de florestas e de habitats arbustivos, que podem germinar quando as condições se tornarem favoráveis (RICKLEFS, 2003). Quando viável, o banco de sementes é um importante indicador de recuperação e de sustentabilidade, pois mostra

que o solo armazena sementes que poderão colaborar com a formação de novas plântulas para colonização das áreas (BAIDER *et al.*, 2001).

Contudo, estudos voltados para recuperação de áreas perturbadas, principalmente aqueles relativos à qualidade do banco de sementes, necessitam de mais pesquisas, podendo esse banco ser considerado um bom indicador do potencial de regeneração de áreas perturbadas. O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade do banco de sementes em três áreas perturbadas no Parque Municipal do Mocambo, município de Patos de Minas/MG, verificando a influência da profundidade do solo e luminosidade no processo de emergência das sementes presentes no banco de sementes.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no período de março a setembro de 2009, em uma área perturbada no Parque Municipal do Mocambo, localizado no perímetro urbano da cidade de Patos de Minas/MG.

Divisão da área e levantamento florístico

Para a demarcação das áreas de coleta (A₁ - topo, A₂ - encosta e A₃ - baixada), foram realizadas várias visitas técnicas ao longo de toda a sua extensão a ser pesquisada, constatando-se, visualmente, a existência de diferenças fisionômicas na vegetação e na declividade. A área foi dividida em três subáreas de coleta, obedecendo às diferenças fisionômicas da vegetação e a declividade do terreno. Em cada subárea foram demarcadas nove parcelas para coleta das amostras.



Figura 1 - Imagem do Parque Municipal do Mocambo. A área circundada por linhas vermelhas representa a área perturbada dividida em subárea A₁ (topo), A₂ (encosta) e A₃ (baixada), os retângulos em vermelho representam os pontos onde foram coletadas as amostras no Parque Mu-

nicipal do Mocambo. Imagem retirada e adaptada do Google Earth. UNIPAM, Patos de Minas, 2009.

A primeira subárea (A₁) foi composta, basicamente, por gramíneas invasoras, principalmente *Brachiaria* SP, e ficava no topo do terreno; a segunda (A₂) foi dominada por *Pennisetum purpureum* Schumach., localizando-se na encosta do terreno; e a última área (A₃), com vegetação variada, com arbustos distribuídos em toda sua extensão, localizada na parte baixa do terreno. Em cada área foram demarcadas nove parcelas de 10 m de largura por 30 m de comprimento (área de 300 m²). Em cada parcela foram coletadas amostras de folhas, frutos e flores de espécies arbóreas, arbustos e herbáceas para identificação.

De acordo com Rizzini (1979), consideraram-se: (i) espécies arbóreas as plantas com 4 m ou mais de altura e com tronco diferenciado; (ii) arbustivos, os indivíduos menores que 4 m de altura, sem tronco ou com tronco atípico e, em geral, com ramificações que partiam desde a base; (iii) e herbáceos, os indivíduos com porte e consistência de erva e com caule tenro, não lenhoso. As espécies foram também classificadas como daninhas, pioneiras, secundárias ou plantas clímax, como afirma Lorenzi (2000) e Lorenzi (2002).

A identificação preliminar do material botânico foi feita no campo com ajuda de uma pessoa conhecedora de matas, porém dotada do saber cotidiano, e não científico. Posteriormente, conferida, complementada e/ou corrigida no Núcleo de Pesquisas em Fisiologia Vegetal, Modelagem na Agricultura e Irrigação (FAMI) da Faculdade de Engenharia e Ciências Agrárias (FAECIA)¹ por meio de consulta bibliográfica em autores como Lorenzi (2000) e Lorenzi (2002).

Coleta das amostras e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema trifatorial 3x3x2, com nove repetições, sendo coletadas amostras de solo em três áreas, em três profundidades e colocados em duas condições de luminosidades. Foram coletadas amostras de solo nas três áreas de estudo A₁, A₂ e A₃, sendo que em cada área havia nove parcelas, e em cada uma destas foram abertas trincheiras de 40 cm de profundidade, em que foram coletadas três amostras de solo de 500g de 0 a 10 (P₁), 10 a 20 (P₂), e 20 a 30 cm (P₃) totalizando 162 amostras. Dessas amostras, 81 delas foram colocadas para germinar na presença de luz, e as demais na ausência de luz, para avaliar a influência desse fator no processo de emergência das sementes. Foram coletadas também amostras de solo aproximadamente de 500 g em cada uma das três áreas, nas três profundidades, totalizando nove amostras, para posterior análise química.

¹ Faculdade de Engenharia e Ciências Agrárias.

Montagem do experimento

As amostras de solo coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos com capacidade de 1 kg, devidamente identificados de acordo com a profundidade de coleta. Logo após a coleta, as amostras foram levadas ao laboratório FAMI da FAECIA, onde foram colocadas em bandejas plásticas de 0,14 x 0,18 m. Estas bandejas também foram identificadas pela profundidade de coleta, o respectivo solo e a área coletada. No fundo destas, foi colocado 3 cm de areia lavada e esterilizada, usada para drenagem do excedente de água da irrigação.

As amostras foram acondicionadas em uma sala de germinação, onde metade foi mantida na presença de luz constante com lâmpadas fluorescentes de 20 Watts a uma distância de 0,55 m das bandejas, totalizando uma potência de 296 W m⁻². A outra metade foi mantida no escuro, e foi coberta por um plástico preto com espessura de 25 micra para impedir a incidência luminosa.

Diariamente, as bandejas foram umedecidas com, aproximadamente, 50 ml de água, e monitoradas para determinar a ocorrência de emergência das sementes. Foi utilizada como critério de emergência, a emissão da parte aérea da plântula acima do substrato. Depois da emergência e das características foliares se definirem foi determinada a identificação dos grupos vegetais das plântulas. Semanalmente, as amostras de solo foram revolvidas, fazendo com que as sementes fossem expostas a mudanças de luz e/ou temperatura contribuindo para aceleração da emergência.

As amostras de solo coletadas para análise de fertilidade foram encaminhadas para o Laboratório de Solos da FAECIA.

Análises

Para cada espécie encontrada no banco de sementes foi calculada a abundância absoluta (Equação 1) e relativa (Equação 2), frequência absoluta (Equação 3) e relativa (Equação 4) e o índice de valor de importância no banco de sementes (IVB) (Equação 5), de acordo com a metodologia proposta por Caldato et al. (1996).

$$Ab\ abs = \frac{N^{\circ}\ de\ plantas\ de\ cada\ espécie}{N^{\circ}\ ha} \quad (1)$$

$$Ab(\%) = \frac{Ab\ abs}{N^{\circ}\ total\ de\ plantas\ por\ ha} \times 100 \quad (2)$$

$$Frabs = \% \text{ de sub-parcela sem a ocorrência da espécie} \quad (3)$$

$$Fr(\%) = \frac{Fr\ abs}{\sum FrAbs} \times 100 \quad (4)$$

$$IVB = Fr\ \% + Ab\ \% \quad (5)$$

Em que: Ab abs - abundância absoluta; Ab % - abundância relativa; Fr abs - frequência absoluta; Fr % - frequência relativa.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk para testar a normalidade dos resíduos da ANOVA, e de Levene para a homogeneidade entre as variâncias. A falta de normalidade ou homogeneidade (ou ambas) levou a realização de análise de resíduos dos dados, fazendo-se comparações entre médias por meio do desvio padrão.

Resultados e Discussão

Levantamento florístico

Foram coletadas 62 amostras de plantas na área de estudo no Parque Municipal do Mocambo, e todas foram identificadas em nível específico. Dentre as amostras coletadas, 55 são plantas do grupo das Magnoliopsidas, pertencentes a 48 gêneros e 28 famílias; e sete são plantas pertencentes ao grupo das Liliopsida, constituído de sete gêneros e três famílias.

De acordo com observações visuais foi possível verificar três áreas, que tinham diferentes fisionomias na vegetação; no entanto, após o levantamento florístico, constatou-se que, as três áreas possuem vegetações semelhantes, ou seja, as espécies encontradas se repetem ao longo de todas as áreas, embora em diferentes fases de desenvolvimento.

Para Almeida-Cortez (2004), áreas de vegetação próximas apresentam tendências ao mesmo tipo de espécies, pois as sementes de um local podem ser levadas para outro local próximo por meio de vários mecanismos de dispersão como o vento, água, animais, ou por mecanismos próprios da planta. Isso explica, em parte, o fato de as espécies se repetirem ao longo de toda a área de estudo.

Do total de 62 espécies encontradas, 58 foram pioneiras, nas quais se observaram predominância de 38 espécies daninhas (Figura 2). Rezende (1998) afirma que as plantas pioneiras exercem papel importante durante o processo de regeneração, pois fazem parte do processo de sucessão secundária e, posteriormente, possibilitam o surgimento de plantas secundárias até a área atingir um ponto de equilíbrio, fazendo com que haja a regeneração da área.

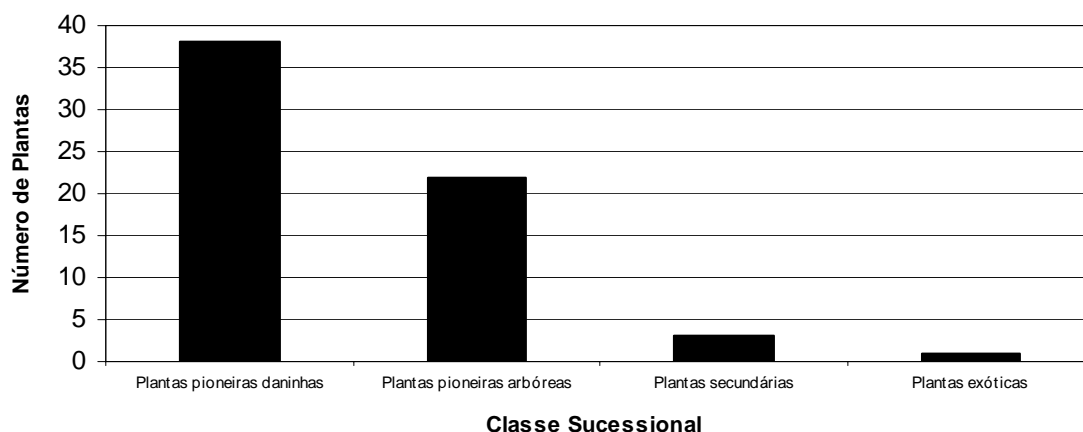


Figura 2 - Número de espécies encontradas na área de estudo no Parque Municipal do Mocambo, classificadas de acordo com a classe sucessional no levantamento florístico. UNIPAM, Patos de Minas, 2009.

Dentro do grupo de plantas pioneiras, Lorenzi (2000) comentou a importância das plantas daninhas devido à sua rusticidade, isto é, crescem espontaneamente em quase todo tipo de solo, têm grande capacidade de competição, produção e dispersão de sementes. Estas são indesejáveis em sistemas agrícolas, no entanto, são importantes no processo de sucessão ecológica, sendo relevante presença destas plantas observadas no banco de sementes na área estudada.

As plantas exóticas e secundárias foram encontradas em menor quantidade no levantamento florístico. Foi observada uma espécie exótica *Citrus aurantifolia* Swing sp., conhecido popularmente como limoeiro, e três espécies secundárias *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo (Ipê roxo), *Tabebuia umbellata* (Sond.) Sandwith (Ipê amarelo) e *Ceiba boliviana* Britton & Baker f. (Barriguda), (Figura 2).

De acordo com Iannelli-Servín (2007), as plantas secundárias surgem em estágios mais avançados de sucessão, logo após o processo de colonização por plantas pioneiras; além disso, estas também têm um importante papel no processo de sucessão.

Banco de sementes

Foi observado no banco de sementes um total de 14 espécies, sendo que 11 destas foram identificadas em nível específico (Tabela 1). Estas são pertencentes a oito famílias, sendo que a família Compositae apresentou maior número de espécies. Todas as espécies emergidas no banco de sementes foram encontradas durante o levantamento florístico da área de estudo no Parque do Mocambo.

Tabela 1- Número de indivíduos (N), abundância relativa (Ab%), frequência relativa (Fr%) e índice de valor de importância do banco de sementes (IVB) nas três áreas estudadas (A₁, A₂ e A₃) no Parque Municipal do Mocambo. UNIPAM, Patos de Minas, 2009.

A ₁					
Espécie	Família	N	Ab%	Fr%	IVB
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Compositae	5	13,51	8,45	21,96
<i>Brachiaria</i> sp.	Gramineae	6	16,22	8,45	24,67
<i>Commelia benghalensis</i> L.	Commelinaceae	3	8,11	9,86	17,97
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist.	Compositae	10	27,03	8,45	35,48
<i>Cyperus iria</i> L.	Cyperaceae	2	5,41	11,27	16,67
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Compositae	2	5,41	9,86	15,26
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	2	5,41	9,86	15,26
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Rubiaceae	3	8,11	11,27	19,38
<i>Sida cordifolia</i> L.	Malvaceae	2	5,41	11,27	16,67
Não identificadas		2	5,41	11,27	16,67
TOTAL		37	100,00	100,00	200,00
A ₂					
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Compositae	6	11,11	11,76	22,88
<i>Brachiaria</i> sp.	Gramineae	6	11,11	0,00	18,52
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	Euphorbiaceae	4	7,41	13,73	24,84
<i>Commelia benghalensis</i> L.	Commelinaceae	6	11,11	11,76	19,17
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist.	Compositae	6	11,11	15,69	26,80
<i>Cyperus iria</i> L.	Cyperaceae	3	5,56	13,73	24,84
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Compositae	10	18,52	13,73	19,28
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Rubiaceae	8	14,81	7,84	22,66
<i>Sida cordifolia</i> L.	Malvaceae	5	9,26	11,76	21,02
TOTAL		54	100,00	100,00	200,00
A ₃					
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Compositae	18	17,82	3,45	21,27
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Compositae	3	2,97	13,79	16,76
<i>Brachiaria</i> sp.	Gramineae	10	9,90	12,07	27,91
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	Euphorbiaceae	7	6,93	12,07	21,97
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist.	Compositae	12	11,88	3,45	10,38
<i>Cyperus iria</i> L.	Cyperaceae	6	5,94	12,07	23,95
(cont.)					
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Compositae	16	15,84	10,34	16,29
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	7	6,93	10,34	20,25
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Rubiaceae	10	9,90	10,34	15,30
<i>Sida cordifolia</i> L.	Malvaceae	5	4,95	10,34	19,26
Não identificadas		7	6,93	6,90	13,83
Total		101	100,00	100,00	200,00

Quanto maiores os valores de abundâncias (Ab%) e frequências relativas (Fr%) das espécies, maior é o índice de valor de importância do banco de sementes (IVB) (Tabela 1). Em cada uma das áreas, espécies diferentes obtiveram os maiores valores de

IVB, exceto a *Galinsoga parviflora* Cav., que apresentou os maiores IVBs nas áreas 2 e 3. Foi possível observar uma distribuição homogênea de espécies ao longo das três áreas de estudo, fato também observado durante o levantamento florístico.

Em A₁ (Topo), a espécie *Conyza canadensis* (L.) Cronquist. apresentou o maior IVB, seguida pela espécie *Ageratum conyzoides* L. (Tabela 1). Em A₂ (Encosta), assim como em A₁, também foram encontradas nove espécies e sete famílias; destas, sete espécies faziam parte também da área A₁. A espécie com o maior IVB em A₂ foi *Galinsoga parviflora* Cav., seguida pela *Richardia brasiliensis* Gomes. Os maiores valores quantitativos de espécies foram encontrados em A₃ (Baixada), observando-se dez espécies e sete famílias. As espécies *Acanthospermum hispidum* DC. e *Galinsoga parviflora* Cav., apresentaram o maior IVB.

Todas as espécies encontradas no banco de sementes foram herbáceas pioneiras. Dessa forma, Garwood (1998) e Baider et al. (2001) afirmam que as espécies pioneiras dominam o banco de sementes em regiões tropicais; além disso, as maiores proporções destas espécies são do tipo herbáceas.

Apesar das herbáceas serem vistas como invasoras, elas são fundamentais no processo de sucessão, atuando no primeiro estágio de sucessão após uma perturbação (ARAÚJO et al., 2004). De acordo com Baider et al. (2001), as espécies pioneiras são importantes no processo de regeneração, pois invadem lentamente um sítio disponível para a colonização e facilitam o estabelecimento de outras plantas, pois agem como abrigo para vetores de dispersão, melhoram as condições de fertilidade do solo e fornecem habitat adequados ao recrutamento.

As herbáceas são aptas a suportar condições adversas, tolerar elevadas e baixas temperaturas, ambientes úmidos e secos e variações do suprimento de oxigênio, apresentando grande capacidade de produzir sementes. Esse domínio de herbáceas sobre o banco de sementes também pode estar relacionada à capacidade delas de produzirem sementes continuamente (ARAÚJO et al., 2004).

Para Mesquita et al. (2003), a ausência de espécies arbóreas em um banco de sementes está relacionada a fatores como distância de fonte primária, ecologia de dispersão de espécies, falta de recursos (abrigo, alimento) para dispersores, falta de corredores de dispersão, falta de nutrientes no solo ou ainda competição entre espécies pioneiras e as de mata, favorecendo as pioneiras. Além disso, durante o levantamento florístico foi possível observar que a área de estudo apresenta espécies arbóreas em estágios iniciais de desenvolvimento; portanto, ainda não floresceram e não contribuíram na composição do banco de sementes.

Com relação às amostras colocadas para germinar na presença de luz, a área 3 foi a que apresentou maior quantidade de emergências, seguida pelas áreas 2 e 1, respectivamente (Figura 4).

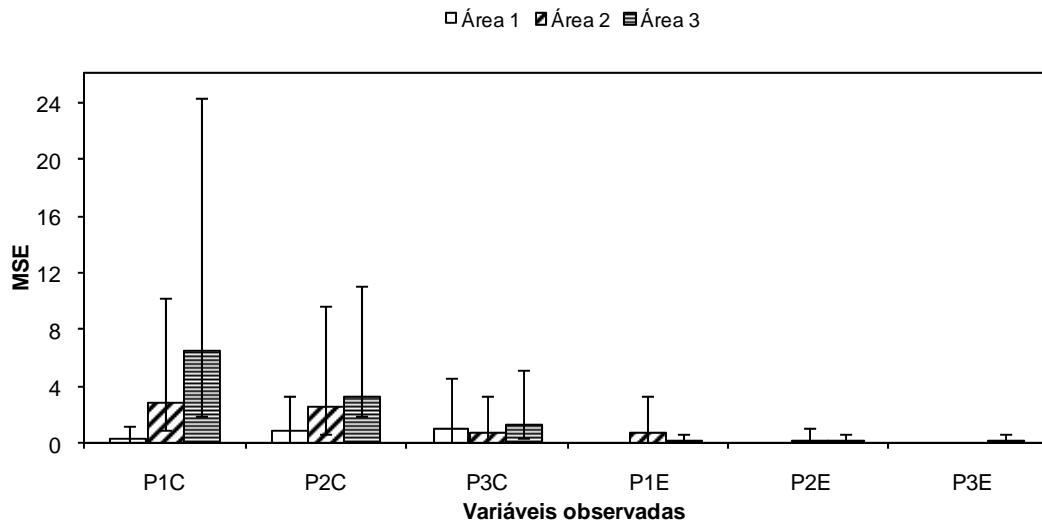


Figura 4 – Média de sementes emergidas (MSE) de acordo com as variáveis observadas: P1C- profundidade 1(0 a 10cm), P2C- profundidade 2 (10 a 20cm) e P3C profundidade 3 (20 a 30cm), sendo que (C) representa as sementes colocadas no claro e (E) as sementes colocadas no escuro, as amostras foram coletadas em três diferentes áreas do Parque Municipal do Mocambo. UNIPAM, Patos de Minas, 2009.

Em A₃ houve um total de 101 emergências, enquanto A₂ obteve 54 e a área 3 apresentou 37 emergências. Essa diferença da área 3 com as demais áreas pode ser devida à declividade do solo, pois essa área estava localizada na porção mais inferior. Esse fato faz com que uma maior quantidade de sementes seja depositada neste local, levadas pelas águas das chuvas. Porém, a diferença da A₃ com as outras duas áreas só foi significativa nas amostras coletadas na profundidade 1 do solo (0 a 10cm).

Em todas as três áreas foi obtido um maior número de germinações na porção superior do solo (0 a 10 cm), porém esses valores não foram significativos com relação aos valores obtidos nas outras profundidades de solo. Baidier et al. (2001), observaram resultados que contradizem os resultados obtidos no presente estudo, com maior quantidade de sementes emergidas em solos superficiais.

Houve uma quantidade pequena de emergências nas amostras mantidas sem luminosidade, apenas 5 que correspondem a 5% do total de emergências. Essas emergências ocorreram apenas nas amostras das áreas 2 e 3. De acordo com Eira & Martins Netto (1998), a luz atua como um importante fator na germinação de várias espécies. Apenas uma espécie de planta emergiu na falta de luz, *Brachiaria* sp., o que sugere que ela seja fotoblástica neutra, pois foi capaz de germinar nas condições de presença e ausência de luz, ou seja, a luz não influenciou no seu processo germinativo.

Relação entre fertilidade do solo e banco de sementes

As interpretações dos resultados da análise de fertilidade do solo foram feitas com base em Alvarez et al. (1999). Os resultados mostraram que as áreas 1 e 2 apresentavam teores muito baixos de potássio (K), enquanto a área 1 apresenta valores médios desse mesmo nutriente. O fósforo disponível (P) nas três áreas foi encontrado em concentrações muito baixas. Os outros elementos observados foram encontrados em concentrações regulares.

Com relação à matéria orgânica (MO) do solo, apenas a área 1 apresentou valores médios; as demais áreas apresentaram teores mais elevados. Não foram observadas grandes diferenças de concentrações de nutrientes (Ca^{2+} e Mg^{2+}), bem como para Al^{3+} e (H + Al) nas amostras de solos de diferentes profundidades.

Os teores de alumínio nas três áreas estudadas foram muito baixos. Isso favorece o crescimento e desenvolvimento de plantas no local. Para Lea (1997), altas doses de Al no solo podem intensificar os efeitos do déficit hídrico, pois diminui a eficiência de absorção de água e nutrientes da planta, podendo causar decréscimos significativos nas taxas de trocas gasosas da planta, repercutindo diretamente no crescimento.

Com base na análise química do solo foi possível observar que, para que seja realizado um reflorestamento da área, seria necessário, primeiramente, fazer uma correção do solo em relação ao potássio e fósforo. Assim, as plantas que fossem introduzidas no local teriam melhor desenvolvimento. Entretanto, outros parâmetros como Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H+ Al, pH encontram-se em valores considerados adequados de acordo com Alvarez et al. (1999), o que pode favorecer a capacidade de regeneração natural da área.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos conclui-se que o banco de sementes é dominado por espécies pioneiras herbáceas, que são, em sua maioria, fotoblásticas positivas; além disso, existem mais sementes viáveis na camada superficial do solo (0 a 10cm), porém em pequena quantidade.

Sugere-se que estudos desta natureza sejam realizados em períodos maiores, com duração de no mínimo um ano, devido à grande sazonalidade na produção e acúmulo de sementes no solo. Também se recomenda outro estudo nesse sentido, devido à existência de espécies que florescem e frutificam em diferentes períodos do ano; além disso, seria interessante após a realização destes estudos fazer a correção do solo e o plantio de mudas para acelerar o processo de recuperação da área pesquisada.

Referências

ALMEIDA-CORTEZ, J.S. Dispersão e banco de sementes, in: FERREIRA, A. G. BORGUETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ALVAREZ, V. H.; RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, 1999.

ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J.; BARROS, P. L. C. de; BRENA, D. A. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS. **Revista Scientia Forestalis**, n. 66, p. 128-141, 2004.

BAIDER, C.; MANTOVANI, W.; TABARELLI, M. The soil seed bank during Atlantic forest regeneration in southeast Brazil. **Rev. Bras. Biol.**, vol.61, n. 1, 2001.

BALENSIEFER, M.; ARAÚJO, A.J.; ROSOT, N.C. Efeitos da descompactação e adubação do solo na revegetação espontânea de uma cascalheira no Parque Nacional de Brasília. In: **Anais do Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas**. Foz do Iguaçu, 1994, p. 527-534.

CALDATO, S. L.; FLOSS, P. A.; CROCE, D.M. da; LONGHI, S. J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 27-38. 2006.

EIRA, M. T. S.; MARTINS NETTO, D. A. Germinação e conservação de sementes de espécies lenhosas, in: RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998, p. 97-117.

GARWOOD, N.C. 1989. Tropical soil seed banks: a review, in: MESQUITA, R. C. G.; MONACO, L. M.; WILLIAMSON, G. B. Banco de sementes de uma floresta secundária amazônica dominada por *Vismia*. **Acta Amazônica**. 2003.

IANNELLI-SERVÍN, C. M. **Caracterização ecofisiológica de espécies nativas da mata atlântica sob dois níveis de estresse induzidos pelo manejo florestal em áreas de restauração no estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Recursos Florestais)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

LEA, P. J. Primary Nitrogen Metabolism, in: **Plant biochemistry** (DEY, P. M.; HARBORNE, J. B. eds.), p.273-306. Academic Press, San Diego, California-USA, 1997.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e de cultivo de plantas arbóreas no Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e exóticas**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

MESQUITA, R. C. G.; MONACO, L. M.; WILLIAMSON, G. B. Banco de sementes de uma floresta secundária amazônica dominada por *Vismia*. **Acta Amazônica**, 2003.

MOREIRA, P.R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas à recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, poços de caldas, MG.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro/SP, 2004.

REIS, L. L. **Monitoramento da recuperação ambiental de áreas de mineração de bauxita na Floresta Nacional de Saracá- Taquera, Portotrombetas (PA).** Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

REZENDE, A. V. Importância das matas de galeria: manutenção e recuperação, in: RIBEIRO, J. F. **Cerrado: matas de galeria.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza.** 5 ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2003.

RIZZINI, C.T. 1979. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, in: STRANGHETTI, V.; RANGA, N. T. Levantamento florístico das espécies vasculares da floresta estacional mesófila semidecídua da Estação Ecológica de Paulo de Faria. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21 n. 3, 1998.

Avaliação da mobilidade potencial de pesticidas em um Latossolo Vermelho-Amarelo

Evaluation of the pesticides potential mobility in a Yellow-Red Oxisol

*André Santana Andrade¹; Diego Tolentino de Lima¹;
Vagner Tebaldi de Queiroz²; Luis César Dias Drumond³*

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa – *Campus* de Rio Paranaíba

² Professor Doutor, Universidade Federal do Espírito Santo

³ Professor Doutor, Universidade Federal de Viçosa – *Campus* de Rio Paranaíba

Resumo: Nos últimos anos, a produção agrícola brasileira vem crescendo substancialmente, conseqüentemente, pesticidas têm sido utilizados em larga escala, gerando riscos de contaminação ambiental. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a mobilidade potencial de pesticidas em um Latossolo Vermelho-Amarelo. Para essa avaliação, foi utilizado o método do Fator de Retardamento (*RF*), que tem como variáveis as propriedades físico-químicas dos ingredientes ativos dos pesticidas, bem como atributos do solo. As propriedades dos ingredientes ativos foram obtidas mediante consulta à base de dados de acesso livre; entretanto, para os atributos do solo, utilizaram-se: densidade, teor de carbono orgânico, porosidade total e capacidade de campo, obtidos a partir de análises de amostras representativas da camada superficial do solo em estudo, coletadas no município de Rio Paranaíba/MG. Os resultados mostraram que dos 57 ingredientes ativos estudados, 77,2% apresentaram potencial de retardamento na lixiviação muito alto, 19,3% foram considerados alto, e 3,5% baixo; isso indica que poucos ingredientes ativos têm alta mobilidade neste tipo de solo, devido principalmente à interação dos mesmos com a matéria orgânica do solo. Considerando os ingredientes ativos com menor *RF*, a ordem da mobilidade potencial encontrada foi: Metamidofós > Acefato > Nicosulfurom > Metomil > Aldicarbe > Metribuzim > Cimoxanil > Fomesafem > Bentazona > Imazetapir > 2,4-D > Tiametoxam > Metamitrona. Conclui-se que apesar da utilização atual de grande número de princípios ativos nas atividades agrícolas, poucos têm alta mobilidade no Latossolo Vermelho-Amarelo estudado.

Palavras-chave: adsorção, agricultura intensiva, contaminantes orgânicos, volatilização.

Abstract: In recent years, the Brazilian agricultural production has been growing; therefore, pesticides are used in large scale, causing risks of environmental contamination. In this context, the objective of this study was to make a preliminary analysis of the pesticides mobility in a Yellow-Red Oxisol. For this evaluation, the method of Retardation Factor (*RF*) was used, which has as variables the physic-chemical properties of the active ingredients of pesticides and soil attributes. The properties of the active ingredients were obtained through search in database of free access; but, for the soil attributes, were used: density, organic carbon level, total

porosity and field capacity, obtained from analysis of representative samples of the surface layer of soil type in study, collected in the county of Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brazil. The results for 57 active ingredients studied indicated that 77.2, 19.3 and 3.5 % present respectively very high, high and low retardation potential in the leaching, indicating that few active ingredients show high mobility in the soil studied, possibly because of the interaction of active ingredients with the soil organic matter. Considering the active ingredients with low RF, the order of potential mobility found was: Methamidophos > Acephate > Nicosulfuron > Methomyl > Aldicarb > Metribuzin > Cymoxanil > Fomesafen > Bentazone > Imazethapyr > 2,4-D > Thiamethoxam > Metamitron. Despite the current use of large numbers of active ingredients in agricultural activities, few have high mobility in the Yellow-Red Oxisol studied.

Keywords: adsorption, intensive agriculture, organic contaminants, volatilization.

Inserido no Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (PADAP), iniciado em 1973, que teve uma abrangência de uma área de 60.000 ha, que permitiu a implantação de sistemas de cultivo intensivo no Cerrado mineiro (SILVA, 2000), o município de Rio Paranaíba/MG é destaque no cenário agrícola regional, sobretudo em relação ao cultivo de café, milho, soja, feijão, batata, cebola, cenoura, alho e trigo (IBGE, 2010).

Sistemas agrícolas de produção intensiva como o realizado no município supracitado, para manter elevadas produtividades, necessitam, a rigor, de aplicações de pesticidas em grande quantidade e diversidade ao longo de todo o ano. Entretanto, esse elevado uso pode comprometer a qualidade do solo e das águas subterrâneas (FERRACINI et al., 2001). Atualmente, vários métodos preliminares de avaliação de impacto ambiental auxiliam a análise laboratorial de resíduos. Dentre os mais promissores encontra-se a modelagem matemática, a qual utiliza as características físico-químicas intrínsecas dos produtos, permitindo estimar a dinâmica destes no ambiente "solo" (GEBLER; PELIZZA e ALMEIDA, 2006). Ainda, para a correta utilização destes métodos, também é importante a determinação de certas características do solo, relacionadas à qualidade físico-hídrica e em termos de composição química, em que alguns atributos podem interferir de forma direta e/ou indireta no comportamento dos pesticidas no solo.

O fator de retardamento (*RF – Retardation Factor*), apresentado por Rao; Hornsby e Jessup (1985), é um dos métodos citados na literatura que avalia a mobilidade potencial de ingredientes ativos de pesticidas com base em suas próprias características e nos atributos do solo: teor de carbono orgânico, densidade, capacidade de campo e porosidade. Esse método, apesar de simples, permite realizar uma avaliação preliminar da mobilidade de pesticidas em determinado tipo de solo, comparando pesticidas de acordo com sua ordem de mobilidade potencial. Os resultados obtidos podem ser utilizados em avaliações mais complexas, como o fator de atenuação (*AF – Attenuation Factor*) (SPADOTTO et al., 2001).

Segundo Motta; Baruqui e Santos (2004), o tipo de solo predominante na região de Rio Paranaíba é Latossolo Vermelho-Amarelo, especialmente nas áreas planas com agricultura intensiva. Assim, com base no fator de retardamento, o objetivo neste tra-

balho foi avaliar, em Latossolo Vermelho-Amarelo, a mobilidade potencial dos ingredientes ativos contidos nos pesticidas mais utilizados no município de Rio Paranaíba, visando gerar informações preliminares sobre o risco de lixiviação que os mesmos podem oferecer ao tipo de solo daquele município, bem como identificar quais destes devem ser priorizados em futuros programas locais de monitoramento ambiental.

Para obtenção do fator de retardamento utilizou-se a Equação 1, descrita por LOURENCETTI *et al.*, 2005:

$$RF = 1 + \left(\frac{\rho \times OC \times K_{oc}}{FC} \right) + \left(\frac{\delta \times K_H}{FC} \right) \quad [1]$$

em que, RF é o fator de retardamento (adimensional); ρ = densidade do solo (g cm^{-3}); OC = teor de carbono orgânico do solo (dag kg^{-1}); K_{oc} = coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo do ingrediente ativo ($\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$); FC = capacidade de campo do solo (%); δ = porosidade do solo na capacidade de campo (%) e K_H = constante da lei de Henry ($\text{Pa m}^{-3} \text{mol}^{-1}$).

A constante da lei de Henry explica a solubilidade dos gases na água: quanto maior o valor, menor a solubilidade, ou seja, o ingrediente ativo tem maior tendência em volatilizar, ao passo que o coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo explica a tendência que tem um composto orgânico em interagir com a matéria orgânica do solo – quanto maior o valor, maior a interação e menor a mobilidade do composto no solo (GEBLER; PELIZZA e ALMEIDA, 2006). Pela análise da equação é possível observar que o valor fornecido pela equação refere-se ao retardamento potencial à lixiviação que o solo oferece para cada ingrediente ativo, devido à volatilização e adsorção dos mesmos ao carbono orgânico do solo; quanto maior o fator de retardamento, menor a mobilidade do ingrediente ativo na camada de solo avaliada. No presente trabalho avaliou-se a mobilidade dos ingredientes ativos na camada superficial do solo.

O levantamento dos produtos comerciais mais utilizados foi realizado mediante aplicação de dois questionários semi-estruturados, sendo um aplicado aos produtores e outro a lojas e cooperativas agrícolas. As informações referentes aos ingredientes ativos contidos em cada produto comercial, bem como suas propriedades físico-químicas (K_{oc} e K_H) foram obtidas mediante consulta em bases de dados de acesso livre (AGROFIT, 2010; FOOTPRINT, 2010).

Os dados médios referentes à densidade, porosidade total, teor de carbono orgânico, capacidade de campo e porosidade do solo na capacidade de campo foram obtidos a partir de análise de amostras compostas coletadas em diferentes áreas agrícolas representativas do tipo de solo em estudo, coletadas na camada de 0 a 30 cm. As análises foram realizadas segundo recomendações da EMBRAPA (1997).

Os dados foram aplicados na equação e de acordo com o valor obtido, os ingredientes ativos foram comparados quanto à previsão de sua mobilidade e distribuídos em classes discretas definidas quanto ao seu retardamento potencial na camada de solo

avaliada, sendo as classes definidas como Muito Baixo potencial de retardamento para valores de *RF* iguais a 1, Baixo para valores de 1 a 2, Médio de 2 a 3, Alto de 3 a 10 e Muito Alto para valores maiores que 10 (MATOS e SILVA, 1999).

Os valores médios encontrados para densidade, porosidade total, teor de carbono orgânico, capacidade de campo e porosidade do solo na capacidade de campo, na camada de 0-30 cm, foram 1,05 g cm⁻³; 54,64 %; 2,69 dag kg⁻¹; 27,5 % e 27,14 %, respectivamente.

O coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo, a constante da lei de Henry, o fator de retardamento e a classificação do potencial de retardamento dos 55 ingredientes ativos mais utilizados nas áreas agrícolas de Rio Paranaíba foram apresentados na Tabela 1.

Observa-se que 77,2, 19,3 e 3,5 % apresentaram muito alto, alto e baixo potencial de retardamento no solo em estudo, respectivamente, indicando que a maioria dos ingredientes ativos estudados são pouco móveis no solo. Esse alto retardamento apresentado pela maioria dos ingredientes ativos pode ser explicado pela interação dos mesmos com a matéria orgânica do solo, uma vez que o coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo apresentado pela maioria dos ingredientes ativos é alto, ao passo que o retardamento devido à volatilização possivelmente é menos expressivo, uma vez que a maioria dos valores referentes à constante da lei de Henry é baixa. Spadotto et al. (2001) encontraram resultados semelhantes, obtendo em seu trabalho retardamento devido à sorção bem superior ao retardamento devido à volatilização. Filizola et al. (2002) também sugerem que a maioria dos ingredientes ativos quando atingem o solo são sorvidos pela matéria orgânica.

Embora para a seleção de ingredientes ativos com a finalidade de monitoramento ambiental deva-se considerar, além da mobilidade dos ingredientes ativos no solo, fatores como a persistência destes no ambiente, características climáticas e hidrológicas regionais e a intensidade de uso dos mesmos, o resultado preliminar encontrado se mostrou consonante com obtidos a partir de análises laboratoriais e modelos mais complexos.

Tabela 1. Coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo (K_{oc}), Constante da Lei de Henry (K_H), Fator de Retardamento (RF) e Potencial de Retardamento (PR) dos ingredientes ativos mais utilizados no município de Rio Paranaíba/MG. UFV, Rio Paranaíba, 2010.

Ingrediente ativo	K_{oc} ^a	K_H ^b	RF ^c	PR ^d
2,4-D	56	1,30x10 ⁻⁰⁵	6,78	A ^e
Abamectina	5638	2,70x10 ⁻⁰³	582,83	MA ^f
Acefato	2	5,15x10 ⁻⁰⁸	1,21	B ^g
Alacloro	124	3,20x10 ⁻⁰³	13,8	MA
Aldicarbe	30	1,25x10 ⁻⁰⁵	4,1	A
Alfa-cipermetrina	57889	6,90x10 ⁻⁰²	5975,11	MA

Atrazina	100	$1,50 \times 10^{-04}$	11,32	MA
Azoxistrobina	423	$7,30 \times 10^{-09}$	44,65	MA
Bentazona	51	$7,20 \times 10^{-05}$	6,26	A
Beta-ciflutrina	64300	$8,10 \times 10^{-03}$	6636,65	MA
Carbendazim	223	$3,60 \times 10^{-03}$	24,02	MA
Cimoxanil	43,6	$3,80 \times 10^{-05}$	5,5	A
Cipermetrina	85572	$2,00 \times 10^{-02}$	8831,89	MA
Ciproconazol	390	$5,00 \times 10^{-05}$	41,25	MA
Clorfluazurom	20790	$5,41 \times 10^{-04}$	2146,49	MA
Clorimurom-etílico	106	$1,70 \times 10^{-10}$	11,94	MA
Clorotalonil	850	$2,50 \times 10^{-02}$	88,74	MA
Clorpirifós	8151	0,478	842,64	MA
Dicloreto de Paraquate	100000	$4,00 \times 10^{-09}$	10320,82	MA
Diflubenzurom	4013	$4,70 \times 10^{-04}$	415,13	MA
Endossulfam	11500	1,48	1189,24	MA
Epoconazol	1073	$4,71 \times 10^{-04}$	111,73	MA
Espinosade	34600	$1,89 \times 10^{-07}$	3571,66	MA
Famoxadona	3740	$4,60 \times 10^{-03}$	386,97	MA
Fluazifopx10-p-butílico	5836	0,056	603,32	MA
Fluazinam	16430	25,9	1722,11	MA
Flutriafol	252	$1,65 \times 10^{-08}$	27,01	MA
Fomesafem	50	$2,00 \times 10^{-07}$	6,16	A
Gama-cialotrina	59677	$3,19 \times 10^{-2}$	6159,59	MA
Glifosato	21699	$2,10 \times 10^{-07}$	2240,3	MA
Hidróxido de fentina	3104	$4,30 \times 10^{-02}$	321,37	MA
Imazetapir	52	$1,30 \times 10^{-02}$	6,38	A
Lactofem	10000	$4,56 \times 10^{-03}$	1032,99	MA
Lambda-cialotrina	157000	$2,00 \times 10^{-02}$	16203,13	MA
Linurom	620	$2,00 \times 10^{-04}$	64,98	MA
Lufenurom	41182	$3,41 \times 10^{-02}$	4250,94	MA
Mancozebe	>2000	$5,90 \times 10^{-04}$	207,4	MA
Metamidofós	1	$1,60 \times 10^{-06}$	1,1	B
Metamitrona	80,7	$8,95 \times 10^{-08}$	9,33	A
Metiram	500000	$5,40 \times 10^{-03}$	51600,1	MA
Metomil	25	$2,13 \times 10^{-06}$	3,58	A
Metribuzim	38	$2,00 \times 10^{-05}$	4,92	A
Nicosulfurom	21	$1,48 \times 10^{-11}$	3,17	A
Novaluron	9598	2	993,47	MA
Oxifluorfen	17636	0,02382	1821,03	MA
Picoxistrobina	898	$6,00 \times 10^{-04}$	93,67	MA
Piraclostrobina	11000	$5,31 \times 10^{-06}$	1136,18	MA
Procimidona	378	$2,65 \times 10^{-03}$	40,01	MA
Profenofós	2016	$1,65 \times 10^{-03}$	209,05	MA
Propiconazol	1086	$9,20 \times 10^{-05}$	113,07	MA

Tebuconazol	2500	$1,00 \times 10^{-05}$	259	MA
Teflubenzurom	26062	$6,98 \times 10^{-03}$	2690,56	MA
Tiametoxam	70	$4,70 \times 10^{-10}$	8,22	A
Tiofanato-metílico	207	$8,10 \times 10^{-05}$	22,36	MA
Tiram	9629	$3,30 \times 10^{-02}$	994,73	MA
Trifloxistrobina	2377	$2,30 \times 10^{-03}$	246,3	MA
Triflumurom	11981	$1,79 \times 10^{-03}$	1237,42	MA

* Fonte: FOOTPRINT (2010); (a) Coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo em $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$; (b) Constante da lei de Henry em $\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ determinado à 25° C; (c) Fator de Retardamento; (d) Potencial de Retardamento; (e) Alto; (f) Muito Alto; (g) Baixo.

Laabs et al. (2000), estudaram a percolação de ingredientes ativos em Latossolos e verificaram que Clorpirifós, Endossulfam e Lambda-cialotrina permaneceram na camada superior do solo (0-15 cm), apresentando, portanto, baixa mobilidade no solo. Spadotto et al. (2001), estudaram o potencial de lixiviação de 19 ingredientes ativos pelo método do fator de atenuação (AF) no perfil de 0 a 60 cm de Latossolo e verificaram que, dos pesticidas estudados, o que apresentou maior potencial de lixiviação foi Metamidofós.

Conclui-se que apesar da vasta utilização de pesticidas no município de Rio Paranaíba, poucos ingredientes ativos têm alta mobilidade no solo em estudo, fato devido principalmente à interação dos mesmos com a matéria orgânica do solo proporcionada pelo alto coeficiente de adsorção ao carbono orgânico apresentado para a maioria dos ingredientes ativos. Considerando os ingredientes ativos com menor RF, a ordem da mobilidade potencial encontrada foi: Metamidofós > Acefato > Nicosulfurom > Metomil > Aldicarbe > Metribuzim > Cimoxanil > Fomesafem > Bentazona > Imazetapir > 2,4-D > Tiametoxam > Metamitrona.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de iniciação científica do primeiro autor.

Referências

- AGROFIT - Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. Capturado em 30 out. 2010. Online. Disponível na Internet: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p. (Documentos, 1).
- FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. Y. P.; SILVA, A. S.; SPADOTTO, C. A. Análise de risco de

contaminação das águas subterrâneas e superficiais da região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 11, p. 1-16, 2001.

FILIZOLA, H. F.; FERRACINI, V. L., SANS, L. M. A.; GOMES, M. A. F.; FERREIRA, C. J. A. Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região de Guaira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 37, p. 659-667, 2002.

FOOTPRINT: Creating tools for pesticide risk assessment and management in Europe, University of Hertfordshire, 2010. Capturado em 13 de fev. 2010. Online. Disponível na Internet: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/index.htm>.

GEBLER, L.; PELIZZA, T. R.; ALMEIDA, D. L. de. Variáveis ambientais e toxicológicas de agroquímicos utilizados na Produção Integrada de Maçãs (PIM) visando modelagem matemática. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.5, p. 169-184, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Capturado em 6 nov. 2010. Online. Disponível na Internet: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

LAABS, V., AMELUNG, W., PINTO, A. A., ALTSTAEDT, A., ZECH., W. Leaching and degradation of corn and soybean pesticides in an Oxisol of the Brazilian Cerrados. **Chemosphere**, v. 41, p. 1441-1449, 2000.

LOURENCETTI, C; SPADOTTO, C. A.; MARY SANTIAGO-SILVA, M.; RIBEIRO, M. L. Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: Comparação entre métodos de previsão de lixiviação. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 15, p. 1-14, 2005.

MATTOS, L. M.; SILVA, E. F. Influência das propriedades de solo e de pesticidas no potencial de contaminação de solos e águas subterrâneas. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 9, p. 103-124, 1999.

MOTTA, P. E. F; BARUQUI, A. M; SANTOS, H, G. **Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Região do Alto Paranaíba, Minas Gerais**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2004. 414 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 44).

RAO, P. S. C.; HORNSBY, A. G.; JESSUP, R. E. Indices for ranking the potential for pesticide contamination of groundwater. **Soil and Crop Science Society of Florida**, v. 44, p. 1-8, 1985.

SILVA, L.L. O papel do estado no processo de ocupação das áreas de cerrado. **Caminhos de Geografia**, v. 1, p. 24-36, 2000.

SPADOTTO C. A.; FILIZOLA, H; GOMES, M. A. F. Avaliação do potencial de lixiviação de pesticidas em Latossolo da região de Guaíra, SP. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 11, p. 127-136, 2001.

Avaliação do crescimento de mudas de tomate em diferentes tipos de bandejas comerciais

Evaluation of growth of tomato seedlings growth in different types of trays

*Gustavo Henrique de Oliveira*¹; *Derblai Casaroli*²; *Evandro Binotto Fagan*²;
*Janaína Oliveira da Silva*³; *Luis Henrique Soares*³; *Marília Caixeta Sousa*³

¹ Engenheiro Agrônomo, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

² Professor nos cursos de Agronomia, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

Autor para correspondência. e-mail: derblai@unipam.edu.br

³ Graduandas em Ciências Biológicas do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

Resumo: A utilização de bandejas de poliestireno expandido e de polietileno tem-se mostrado eficiente na produção, transplante e transporte de mudas de hortaliças, por proporcionar economia tanto de substrato quanto de tratamentos fitossanitários. O objetivo do presente estudo foi avaliar o crescimento de mudas de tomate, implantadas em bandejas de polietileno (plástico) e poliestireno (isopor), contendo 128, 200 e 450 células, de dois formatos: piramidal e cônica. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, constituído por seis tratamentos e quatro repetições. A espécie utilizada foi o tomateiro, variedade Santa Clara I-5300, cultivada em substrato comercial Golden Mix, constituído de fibras do mesocarpo de cascas de coco. Os resultados mostraram que as bandejas de plástico, com 200 células, no formato piramidal, produziram mudas de melhor qualidade em termos de fitomassa seca de parte aérea e raiz.

Palavras-chave: Produção de mudas; plástico; poliestireno; piramidal; cônica.

Abstract: The use of polystyrene and polytilene trays to vegetable seedlings production has showed great efficiency in the productivity as well as in the transplanting and transportation, due to substrate and health control economy. This work aimed to evaluate the tomato seedlings growth, which were cultivated in plastic and Styrofoam trays with 128, 200 and 450 cells and with two formats: pyramidal and conical. The results showed the influence of tray type and the cells format to tomato seedlings growth. Plastic trays with 200 cells and pyramidal format produced seedlings with the best quality in terms of shoot dry matter and root dry matter.

Keywords: Seedling production; plastic; polystyrene; pyramidal; conical.

O tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) está entre as mais importantes hortaliças no mundo, sendo mundialmente cultivado e consumido (RIBEIRO, 2009). Para suprir tal demanda, a produção de hortaliças tem impulsionado avanços nas técnicas de

produção que propiciem a obtenção de mudas de qualidade com redução de custos e maior retorno financeiro (FILGUEIRA, 2003).

O sistema de produção de mudas em bandejas possibilita diversas vantagens, como redução de custos com espaço físico e tratamento de pragas, uniformidade das mudas e colheitas mais precoces (MEDEIROS et al., 2008).

A utilização de bandejas de poliestireno e polietileno é bastante comum nessa técnica por apresentarem mobilidade no transporte e fácil higienização. Entretanto o tamanho da célula na bandeja pode afetar diretamente o desenvolvimento e arquitetura do sistema radicular, afetando também o desenvolvimento da parte aérea e a qualidade da muda (LATIMER, 1991).

O objetivo do estudo foi avaliar o crescimento de mudas de tomate cultivadas em diferentes tipos de bandejas de polietileno e poliestireno diferenciadas pelo formato e número de células.

O presente estudo foi conduzido em ambiente protegido no setor de hortaliças do viveiro de mudas da empresa Valoriza localizada no Sítio Juá, Rodovia Patos de Minas/Sumaré, km 01, Zona Rural, Patos de Minas/MG, iniciando-se em 05 de agosto e finalizando-se em 27 de setembro de 2010. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, constituído por seis tratamentos e quatro repetições. Utilizou-se a variedade de tomate Santa Clara I – 5300, que foi cultivada em substrato comercial Golden Mix, constituído de fibras do mesocarpo de cascas de coco. As plantas foram implantadas em seis tipos de bandejas comerciais, que diferem entre si pelo volume, formato e altura de células e, também, pelo material: poliestireno e polietileno (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados na produção de mudas de Tomate, cultivar Santa Clara I. UNIPAM, Patos de Minas, 2010.

Tratamento	Número de Células	Material	Tipo	Volume/célula cm ³
T ₁	128	poliestireno	piramidal	25,09
T ₂	200	poliestireno	piramidal	12,50
T ₃	200	polietileno	piramidal	18,00
T ₄	200	polietileno	cônica	13,00
T ₅	450	polietileno	cônica	11,00
T ₆	450	polietileno	piramidal	11,00

Antes da semeadura as bandejas passaram por um processo de desinfecção e lavagem automatizado utilizando o sabão All Clean® na concentração de 5%, fazendo também o enxágue na segunda passagem das bandejas pela máquina com o produto Divosan Quat® a 3%.

A semeadura foi realizada manualmente, em substrato comercial, previamente umedecido, de forma a deixar uma semente por célula, cobrindo-as com vermiculita

expandida. Após a semeadura, as bandejas permaneceram por dois dias no barracão em temperatura ambiente para a pré-germinação; depois disso, foram levadas para estufa com temperatura média de 32° C, irrigadas por microaspersão, sendo que os intervalos de irrigação foram controlados conforme as condições ambientais prevalentes: temperatura máxima, média e mínima.

O manejo nutricional das plantas foi realizado juntamente com a irrigação (solução nutritiva), em intervalos de dois dias.

As variáveis avaliadas foram a fitomassa seca de parte aérea (FMP) e a fitomassa seca de raiz (FMR). Estas avaliações foram realizadas no Núcleo de Pesquisas em Fisiologia Vegetal, Agrometeorologia, Modelagem na Agricultura e Irrigação (FAMI) do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). A determinação da fitomassa seca das amostras foi realizada em intervalos de cinco dias até o 39º dias após a semeadura (DAS), sendo coletadas 12 plantas de cada tratamento a cada avaliação, constituindo em três plantas de cada repetição (bandeja).

Para tal, a parte aérea foi separada do sistema radicular e acondicionada em sacos de papel devidamente identificados. As raízes foram previamente lavadas em água corrente e separadas em sacos de papel identificados. As amostras foram então submetidas à estufa de circulação de ar forçada a 65° C, até atingirem massa constante. Os dados referentes às variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade erro, utilizando o pacote estatístico SASM (CANTERI *et al.*, 2001).

Diversos trabalhos têm relatado que em maiores volumes de células observam-se maior tamanho, altura e número de folhas nas mudas, conforme relatado para pepino (BARROS, 1997; SEABRA JÚNIOR *et al.*, 2004), alface (SILVA *et al.*, 2000), berinjela (BARNABÉ e GIORGETTI, 1994) e beterraba (ECHER *et al.*, 2000).

Até os 24 dias após a semeadura, os tratamentos não apresentaram resultados diferentes entre si (Tabela 2) em relação à fitomassa seca da parte aérea. Nesse período ocorreu pouca interferência do ambiente em relação à competição pela luz, e as plantas estavam plenamente supridas de água e nutrientes (BARROS, 1997).

A bandeja de 200 células de plástico com o formato piramidal (T₃), proporcionou maior acúmulo de matéria seca da parte aérea, enquanto que a bandeja com 200 células de plástico de formato cônico obteve a menor fitomassa seca no período de 29 DAS (Tabela 2). Pode-se inferir que o maior volume da bandeja de formato piramidal interfere no desenvolvimento da raiz. Esse fator favorece o desenvolvimento da parte aérea, em que o caule mostrou-se mais lignificado e com folhas maiores. O desenvolvimento radicular verificado no T₆ pode ser resultado do elevado crescimento do caule da planta, o que não resultou em produção de folhas.

Tabela 2. Avaliação da fitomassa seca da parte aérea de plantas de tomateiro, variedade SANTA CLARA I 5300, em função do tipo de bandeja utilizado. UNIPAM, Patos de Minas, 2010.

Fitomassa seca da parte aérea (g)							
.....DAS.....							
Tratamentos	14	19	24	29	34	39	Média
T ₁ ¹	0,01 a ²	0,08 a	0,16 a	0,30 b	0,85 a	0,83 bc	0,37
T ₂	0,01 a	0,07 a	0,14 a	0,23 bc	0,56 bc	0,53 d	0,26
T ₃	0,01 a	0,08 a	0,20 a	0,45 a	0,71 ab	1,42 a	0,48
T ₄	0,01 a	0,08 a	0,16 a	0,28 b	0,55 bc	0,66 cd	0,29
T ₅	0,01 a	0,06 a	0,14 a	0,29 b	0,47 c	0,89 bc	0,31
T ₆	0,01 a	0,08 a	0,15 a	0,34 b	0,34 c	0,98 b	0,37
CV(%)	20,19	25,51	25,85	15,93	17,08	14,91	19,91

¹T₁: 128 células, isopor, formato piramidal, volume 25,09 cm³; T₂: 200 células, isopor, formato piramidal, 12,0 cm³; T₃: 200 células, plástico, formato piramidal, 18,00 cm³; T₄: 200 células, plástico, formato cônico, 13,0 cm³; T₅: 450 células, plástico, formato cônico, 11,0 cm³; T₆: 450 células, plástico, formato piramidal, 11,00 cm³. DAS corresponde aos dias após a semeadura.

² Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Até os 29 dias após o plantio, somente o T₃ obteve diferença significativa de fitomassa seca da raiz (Tabela 3). Possivelmente, isto ocorreu devido à não-limitação do crescimento do sistema radicular, que é altamente dependente do espaço de cada célula, visto que nas bandejas com menor volume de célula, a fitomassa seca total foi inferior às mudas cultivadas nas bandejas contendo células com maior volume.

O crescimento da raiz foi limitado pela altura das células da bandeja, independentemente, da idade das mudas. Isso se comprovou nas mudas das bandejas de plástico, com 200 células e formato piramidal (T₃), na qual se determinaram valores médios de fitomassa seca da parte aérea iguais a 0,33 g (Tabela 3), ao passo que nas bandejas de isopor, com 200 células e formato piramidal (T₂), observou-se um menor crescimento.

Tabela 3. Avaliação da fitomassa seca de raiz de plantas de Tomateiro, variedade SANTA CLARA I 5300, em função do tipo de bandeja utilizado. UNIPAM, Patos de Minas, 2010.

Fitomassa seca da raiz (g)							
.....DAS.....							
Tratamentos	14	19	24	29	34	39	Média
T ₁ ¹	0,002 a ²	0,02 b	0,03 a	0,09 b	0,21 a	0,22 bc	0,095
T ₂	0,002 a	0,01 b	0,03 a	0,07 b	0,11 c	0,15 d	0,062
T ₃	0,002 a	0,04 a	0,06 a	0,13 a	0,16 b	0,33 a	0,120
T ₄	0,002 a	0,01 b	0,03 a	0,08 b	0,16 b	0,17 cd	0,075
T ₅	0,002 a	0,01 b	0,03 a	0,06 b	0,12 bc	0,19 cd	0,069
T ₆	0,002 a	0,02 b	0,07 a	0,09 b	0,10 c	0,24 b	0,087
CV(%)	41,71	56,52	60,60	14,63	13,72	10,40	32,93

¹T₁: 128 células, isopor, formato piramidal, volume 25,09 cm³; T₂: 200 células, isopor, formato piramidal, 12,5 cm³; T₃: 200 células, plástico, formato piramidal, 18,00 cm³; T₄: 200 células, plástico, formato cônico, 13,0 cm³; T₅: 450 células, plástico, formato cônico, 11,0 cm³; T₆: 450 células, plástico, formato piramidal, 11,0 cm³. DAS corresponde aos dias após a semeadura.

²Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5 % de probabilidade de erro.

No que se refere ao tipo de bandejas, constatou-se que a de maior volume de células (T₅ e T₆) possibilitou um maior acúmulo de fitomassa seca total (Tabela 2 e 3). Estes resultados corroboram a pesquisa de Godoy e Cardoso (2005), que avaliaram a produção de mudas de couve-flor em diferentes recipientes, e assim, verificaram que bandejas com maior volume de substrato proporcionaram mudas com maiores valores de fitomassa seca total.

Nos tratamentos que utilizaram bandejas plásticas de polietireno (T₃, T₄, T₅ e T₆) observaram-se melhores resultados em relação aos tratamentos que utilizaram bandejas de poliestireno (T₁ e T₂), resultados estes que concordam com Magóga, Nascimento e Freitas (2006), que encontraram uma maior disponibilidade de água nas bandejas de plástico quando comparadas as bandejas de isopor, promovendo maior crescimento de mudas.

O crescimento de mudas está diretamente relacionado ao tipo de bandeja, particularmente quando se considera o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular. Bandejas que apresentam maior número de células podem ocasionar redução de custo e aumento da quantidade de mudas produzidas. Entretanto, o potencial produtivo das mesmas pode ser afetado, uma vez que células com menor volume reduzem a quantidade de substrato; isso pode prejudicar o desenvolvimento das mudas e a sua produtividade final (ECHER *et al.*, 2007).

De acordo com os resultados encontrados, foi possível observar que as bandejas de 200 células de polietileno no formato piramidal produziram plantas de melhor qualidade de acordo com as variáveis fitomassa seca de parte aérea e raiz.

Referências

- BARNABE, F.A.; GIORGETTI, J.R. Influência de três tipos de bandejas para produção de mudas de berinjela. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.71, 1994.
- BARROS, S.B.M. **Avaliação de recipientes na produção de mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e pepino (*Cucumis sativus* L.)**. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP, Piracicaba. 1997
- CANTERI, M.G; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS-FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM-AGRI - sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1 n.2, p.18-24, dez.2001.
- ECHER, M.M.; et al. Efeito de três substratos e dois recipientes na produção de mudas de beterraba. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 509-510, 2000.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2 ed., p.193-238, 2003.
- GODOY, M.C; CARDOSO, A.I.I. Produtividade da couve flor em função da idade de transplântio das mudas produzidas e tamanhos de células na bandeja. **Horticultura Brasileira**. v. 23, n. 36, p. 831-840, 2005.
- JANICK, J. A. **Ciência da Horticultura**. Livraria Freitas Bastos S. A.. 1968. 485p.
- LATIMER, J. G. Container size and shape influence growth and landscape performance of marigold seedling. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 2, p. 124-126, 1991.
- LESKOVAR, D. I. Root and shoot modification by irrigation. **Hort Technology**, Alexandria, v. 8, p. 510-514, 1998.
- MAGÓGA, C.T.; NASCIMENTO, W. M. ; FREITAS, R. A.Efeito do tipo de bandeja na produção de mudas de pimentão e tomate. **Anais do 46º Congresso Brasileiro de Oleicultura**, 30/07 a 04/08 de 2006, Goiânia, Goiás.
- MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Agromômica Ceres, 1995. 357p.

PEREIRA, P. R. G.; MARTINEZ, H. E. P. Produção de mudas para o cultivo de hortaliças em solo e hidroponia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 24-31, 1999.

RIBEIRO, R.R.; ELIAS, B. A. B.; GUIDOLINI, J. F.; CHAVES, L. H.; DIAS JUNIOR, M. D.; SILVA, T. R.; VALLONE, H. S. Utilização de urina de vaca na produção de mudas de tomate. **II Seminário Iniciação Científica – IFTM**, Campus Uberaba, 20. out. 2009.

SEABRA JÚNIOR, S.; et al. Produção de pepino em função da idade das mudas produzidas em recipientes com diferentes volumes de substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 610-613, 2004.

SILVA, A.C.R.; et al. Produção de mudas de alface com vermicompostos em diferentes tipos de bandeja. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 512-513, 2000.

SOUZA, R.J.; FERREIRA, A. A. **Produção de mudas de hortaliças em bandejas: economia de sementes e defensivos**. 1997. Disponível em:
http://www.portaldoagrovit.com.br/agro/horticultura/producao_de_mudas_de_hortalicas_em_bandejas.pdf Acesso em Ago de 2010.

Comparação entre receptores GPS e o nível ótico

Comparison between GPS receivers and optical level

*Isaías de Souza Santos*¹; *Derblai Casaroli*²; *Evandro Binotto Fagan*²;
*Janaína Oliveira da Silva*³; *Marília Caixeta Sousa*³

¹ Graduando em Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas, (UNIPAM)/MG

² Professor do curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas, (UNIPAM)/MG.
Autor para correspondência. e-mail: derblai@unipam.edu.br

³ Graduandas em Ciências Biológicas do Centro Universitário de Patos de Minas,
(UNIPAM)/MG

Resumo: As metodologias para a determinação de medidas topográficas tiveram algumas modificações nas últimas décadas, sobretudo com referência. À mensuração por satélites, a qual revolucionou a área de levantamentos topográficos. Entretanto, mesmo com o avanço de novas tecnologias, ainda se tem dúvidas a respeito de qual equipamento pode ser melhor empregado para determinadas medidas e situações de campo. Assim, objetivou-se comparar o GPS de navegação e o GPS Geodésico em relação ao nível ótico, de modo a determinar o equipamento mais adequado para o levantamento de cotas planialtimétricas. O levantamento foi realizado na Fazenda Catiuíá, município de Rio Paranaíba/MG. Utilizaram-se os dados coletados por dois diferentes receptores de GPS sendo comparados com equipamento de Nível Ótico, sendo os dados obtidos a partir de caminhamento. As cotas obtidas pelos dois receptores foram comparadas com aquelas calculadas a partir do levantamento com Nível Ótico mediante aplicação do teste "t" de Student, constatando-se que as mesmas foram satisfatórias para o equipamento GPS Geodésico GTR1 GTRA. Maiores variabilidades foram encontradas para o equipamento de GPS de navegação Garmin modelo eTrex Summit, com relação ao nível ótico. Desta forma, concluiu-se que, tendo o nível ótico como padrão de medidas altimétricas, o equipamento mais indicado para este fim é o GPS Geodésico.

Palavras-chave: Mensuração topográfica; Nível Ótico; Altimétrica.

Abstract: The aim of this work was to correlate the navigation GPS (*global position system*) and geodesic GPS with the optical level equipment to determine the most appropriate method to obtain the quotas plan-altimetry. The experimental data were collected at Catiuíá farm, localized in the Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brazil; the data were obtained from two different GPS receivers and one optical level equipment. The method used was pathway analysis. The data were compared through *t*-test. The geodesic GPS showed satisfactory results. On the other hand, the greatest variability was observed when compared to the mean between the Garmin model GPS (navigation) in relation with the optical level. We concluded that, when using the optical level equipment as standard of altimetry measurements, the geodesic GPS is the most suitable equipment.

Keywords: Topographic measurement; Optical level; Altimetry.

Nas últimas décadas, a área de mensuração topográfica sofreu modificações importantes, destacando o sistema de mensuração por satélites – GPS. Este sistema proporciona aumento da precisão dos dados, maior facilidade nos procedimentos e redução do tempo durante os levantamentos de campo (AZAMBUJA; MATSUOKA, 2007).

O levantamento topográfico consiste em um conjunto de operações realizadas no campo (medição de ângulos e de distâncias) e no escritório (preparo dos dados obtidos para confecção da planta), usando processos instrumentais adequados para obtenção de todos os elementos necessários à representação geométrica de uma determinada superfície terrestre (ESPARTEL, 1982).

Os receptores GPS são classificados de acordo com a precisão oferecida pelo mesmo, podendo ser geodésicos, topográficos e de navegação, sendo que os receptores GPS geodésicos têm precisões milimétricas, os topográficos sub-métrica e os de navegação métrica (PENHA *et al.*, 2009).

A tecnologia aplicada nos aparelhos GPS de navegação e os de levantamento é evidenciada em relação ao tipo de antena, unidade de rádio frequência e microprocessador, o que pode gerar erro na observação, diminuindo assim a precisão do GPS voltado para navegação (PENHA *et al.*, 2009).

A disponibilidade de GPS no mercado é bastante diversificada e os preços variam muito. Essa variação no preço corresponde à tecnologia utilizada no receptor, sendo esta diretamente ligada à sua precisão (STABILE; BALASTREIRE, 2006).

Contudo, o presente estudo teve como objetivo comparar GPS de navegação e GPS Geodésio em relação ao nível ótico, de modo a determinar o equipamento mais adequado para o levantamento de cotas planialtimétricas.

Este estudo foi realizado na Fazenda Catuiá Município de Rio Paranaíba/MG nas coordenadas 19°12' S e 46°14' W, durante o mês de setembro de 2010. O trajeto foi demarcado com piquetes de madeira, partindo da cota mais alta até a cota mais baixa. Foram utilizados três equipamentos para a realização da coleta de dados e obtenção das diferenças de nível.

Os equipamentos utilizados foram: i) Nível Ótico P-ZONI 41 n° 7522; ii) GPS Geodésico TechGeo modelo GTR 1 (Móvel) GTR A (Base), 12 canais paralelos, portadora L1, código C/A e *software* EzSurv, precisão diferencial de 1 cm + 2 ppm no modo estático para distâncias de até 50 km, Precisão diferencial de 1 cm = 2 ppm no modo cinemático, Stop&Go, precisão diferencial de 10 a 20 cm no modo cinemático sem inicialização estática; iii) GPS de navegação Garmin,[®] modelo ETrex Summit, com 12 canais paralelos, piquetes de madeira em formato quadrado com 20 cm de altura e 9 cm de diâmetro.

Os equipamentos determinaram as cotas de 16 piquetes instalados na área, realizando-se três repetições cada.

Para a coleta de dados, com o receptor GPS Geodésico modelo GTR1 GTRA, utilizou-se a metodologia Stop&GO para o rastreamento, e a portadora L1 de 12 canais. Uma das antenas (base) foi colocada em um marco de coordenada conhecida, e a outra antena (móvel) percorreu os piquetes, inicializando-se por 30 minutos, para resolução da ambiguidade, dando continuidade ao levantamento dos demais pontos.

Para o receptor de navegação Garmin®, GPS eTrex Summit, o processamento dos dados levantados foi executado em tempo real, percorrendo os piquetes. Os resultados obtidos com os dois receptores GPS, foram no plano de referência Geodésica Datum SAD69. No levantamento realizado com o nível ótico utilizou-se o método de ré e de vante, contranivelamento, compensando o erro obtido.

Os valores de cotas obtidos pelos dois receptores foram comparados com os valores de cotas calculadas com base nos dados provenientes dos levantamentos com o Nível Ótico, submetendo-os à comparação estatística, utilizando-se do teste "t" de Student, para duas variáveis (nível de significância de 5%). Os valores obtidos pelos receptores são em altitude; optou-se em utilizar o termo *cotas* por se notar uma maior utilização em projetos agropecuários.

Comparando os valores obtidos pelos receptores em relação ao Nível Ótico, observa-se que o equipamento GPS GTR1 GTRA apresentou uma constância entre as cotas, não ocorrendo o mesmo com o equipamento GPS Garmim eTrex Summit, em que se obteve uma repetição de cotas entre o ponto 5 e 6 (Tabela 1).

Tabela 1. Cotas médias de três repetições obtidas pelos dois receptores GPS e o Nível Ótico. UNIPAM, Patos de Minas, 2010.

Ponto	Nível Ótico P-ZONI 41	GPS GTR1 GTRA		GPS Garmim e Trex Summit	
		cotas	Desvio Padrão	cotas	Desvio Padrão
			m		
1	1.123,75	1.123,92	0,0152	1.128,66	7,0237
2	1.120,16	1.120,28	0,1178	1.125,00	7,5498
3	1.116,94	1.117,02	0,1101	1.121,33	7,0945
4	1.113,33	1.113,44	0,1305	1.118,33	8,0829
5	1.109,52	1.109,33	0,2861	1.113,66	7,0237
6	1.105,84	1.105,85	0,0585	1.113,66	9,2915
7	1.101,97	1.102,00	0,0700	1.106,00	7,0000
8	1.098,19	1.098,21	0,0556	1.101,00	8,0000
9	1.094,34	1.094,42	0,0750	1.098,33	7,5055
10	1.090,56	1.090,59	0,1159	1.095,66	8,0208
11	1.086,84	1.086,88	0,1006	1.093,00	8,0000
12	1.083,00	1.083,16	0,1039	1.088,66	5,6862
13	1.079,52	1.079,49	0,1558	1.085,00	9,1651
14	1.075,84	1.075,77	0,2010	1.081,66	8,3266
15	1.072,25	1.072,34	0,1571	1.077,00	6,5574
16	1.068,56	1.068,54	0,0702	1.073,33	6,1101

Pode-se observar que o GPS GTR1 GTRA apresentou uma pequena variação em relação ao nível ótico (0,010 m), enquanto o GPS Garmin eTrex Summit apresentou uma variação muito alta em relação ao nível ótico (7,824 m).

De acordo com Coelho (2000) o uso do GPS de navegação para execução de levantamento altimétrico se mostra inviável, pois os dados coletados pelo mesmo geram uma superfície totalmente distorcida da real, e com características e resultados que impossibilitam uma interpretação próxima da superfície levantada.

A comparação estatística dos valores das cotas, utilizando teste “t” para amostras dependentes, permitiu observar que as médias das cotas ($t = 0,1147$) para o equipamento GPS GTR1 GTRA não apresentaram diferenças significativas em relação às médias obtidas com o Nível Ótico.

Na Figura 1 pode-se observar que a variação das cotas obtidas do GPS GTRA GTR1 em relação ao nível ótico não apresentando variação; no entanto para o equipamento GPS Garmin eTrex esta variação foi significativa.

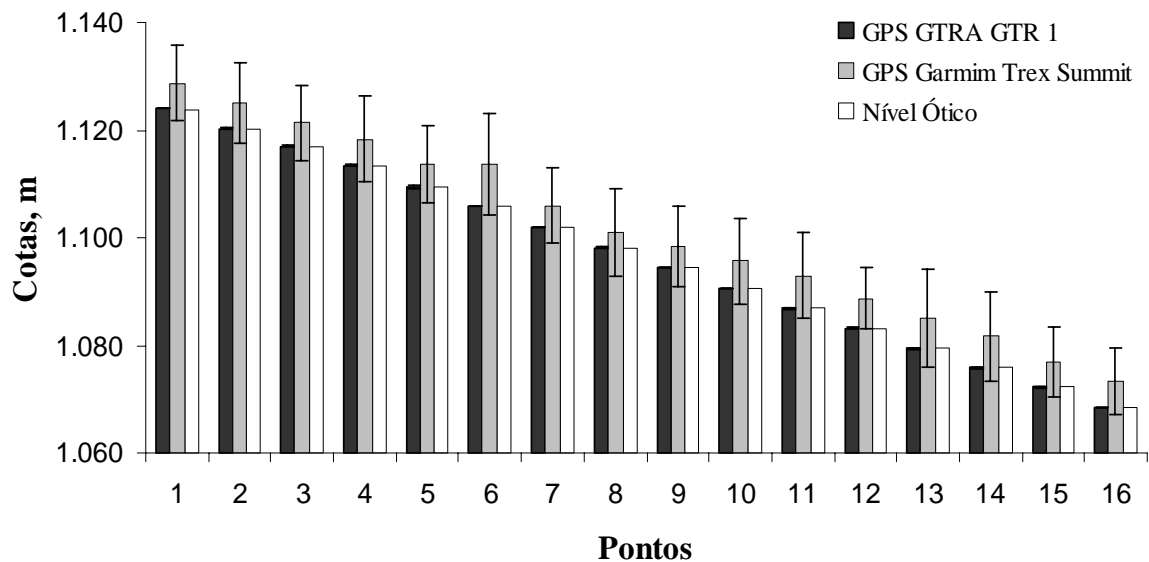


Figura 1. Análise da Variabilidade entre os equipamentos Nível ótico, GPS Geodésico GTRA GTR1 e GPS de Navegação Garmin eTrex Summit. UNIPAM, Patos de Minas, 2010.

Apesar do avanço dos equipamentos de navegação e topográficos, verifica-se que ainda é necessário o cuidado na escolha do equipamento para realização de projetos topográficos rurais e urbanos para se proporcionar um ganho considerável em produtividade e qualidade na confecção de mapas, projetos de irrigação, curva de nível, dentre outros.

Segundo Coelho (2000), considerando-se o GPS de navegação, nota-se que a variabilidade para cada área dentro de cada declive é maior do que a observada com o GPS geodésico; isso ocorre devido à existência de um erro de medição maior do que apresentado pelo GPS geodésico, para os mesmos pontos observados.

Embora a utilização de equipamentos GPS Garmin eTrex Summit de navegação seja comum na elaboração de projetos topográficos por apresentarem baixo investimento em relação aos equipamentos de GPS Geodésicos, o mesmo apresenta características e resultados que impossibilita uma interpretação próxima da real superfície levantada (RODRIGUES, 2006). O modelo geodésico também pode apresentar falhas, como dificuldade na recepção do sinal em locais com vegetação densa e baixo tempo de vida útil da bateria (SILVA *et al.*, 2009).

Desta forma, o equipamento mais indicado para levantamentos planialtimétricos é o GPS geodésico, quando relacionados com o GPS de navegação, tendo como medidas padrão o equipamento de nível ótico.

Referências

AZAMBUJA, J. L. F.; MATSUOKA, M. T. Topografia e GPS – conquistas e desafios. **Anais do II Seminário Anual de Pesquisas em Geodésia**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2007.

COELHO, A. C.S. **Avaliação do desempenho de receptores GPS em levantamentos altimétricos, para fim de sistematização de terras**. 128 p, Piracicaba, 2003.

CORSEUIL, C.W; ROBAINA, A.D. Determinação altimétrica através do sistema de posicionamento global. **Mira, Santa Maria**, v. 33, n. 5, p. 673-8, 2003.

ESPARTEL, L. **Curso de Topografia**. Rio de Janeiro. Ed. Global, 1982.

PENHA, J. W.; GUIMARÃES, N. A.; DIAS, J. S.; COSTA, M. F. Avaliação da acurácia dos dados pós-processados de receptores GPS de navegação na determinação de coordenadas planimétricas. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, p. 1843-1849, 25-30 abr. 2009.

RODRIGUES, V.; CARDOSO, L. G.; GOMES, L. N.; BARROS, Z. X.; CAMPOS, S. Receptores GPS de três precisões e estação total na caracterização de cotas básicas para projetos rurais. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, Jaboticabal, janeiro/abril, 2006.

SILVA, A. T.; ROLIM NETO, F. C.; FRANÇA, M. V.; BOTELHO, F. J. L.; COELHO JUNIOR, J. M. Levantamento Topográfico com GPS Geodésico e Estação Total da Propriedade EMBRAPA Caprinos em Sobral-CE. In: **Anais da IX Jornada de Ensino e Pesquisa da UFRPE**, Recife, 19-28 out. 2009.

SILVEIRA, L.C. **Fundamentos de topografia**. Criciúma: Escola Brasileira de Agrimensura, Curso Técnico de Agrimensura a Distância, 2000, p. 381-502.

STABILE, M.C.C., BALASTREIRE, L.A. Comparação de três receptores GPS para uso em agricultura de precisão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 215-223, 2006.